

## Rol de los agentes físicos en la rehabilitación vocal: una revisión de la literatura

Christopher Fuentes Aracena<sup>1</sup>

Recibido 19 de agosto de 2019 / Primera revisión 20 de noviembre de 2019 / Aceptado 8 de enero de 2020

**Resumen.** Los agentes físicos son elementos naturales o artificiales que se aplican para el tratamiento de determinados síntomas o patologías. En la rehabilitación vocal su estudio es un área emergente, donde las revisiones sistemáticas y los meta-análisis son escasos. Esto, muchas veces, dificulta la toma de decisiones y la correcta elección por parte del clínico. El objetivo de este trabajo fue analizar el rol de los agentes físicos en la rehabilitación vocal. Se realizó una revisión de la literatura a través de la búsqueda de artículos en las bases de datos PubMed, EBSCOHost y Scielo. Se establecieron criterios de elegibilidad según tipo, año y características de los estudios. Se evaluaron 603 artículos, de los cuales, luego del análisis de su título, abstract y del cumplimiento de los criterios de elegibilidad, se seleccionaron 16. Los resultados se entregaron en base a la cantidad de participantes, nivel de evidencia, tipo y configuración del agente físico, procedimientos e instrumentos de evaluación y beneficios obtenidos. Los agentes físicos de mayor utilización en la clínica vocal son la electroterapia (TENS y NMES) y la laserterapia. En general, estos actúan como coadyuvantes en la terapia vocal. TENS reduce el dolor, la tensión laríngea y la percepción de voz apretada durante la fonación. La NMES beneficia la activación neuromuscular de las cuerdas vocales y el uso de láser permite la recuperación de los tejidos laríngeos posterior a tareas de sobrecarga.

**Palabras claves:** agentes físicos; laserterapia; TENS; NMES; terapia vocal; disfonía.

### [en] Role of physical agents in vocal rehabilitation: a literature review

**Abstract.** Physical agents are natural or artificial elements that are applied for the treatment of certain symptoms or pathologies. In vocal rehabilitation, the study of physical agents is an emerging area, where systematic reviews and meta-analyses are scarce. This, many times, hampers the decision making and the correct choice by the clinician. The objective of this study was to analyze the role of physical agents in vocal rehabilitation. A literature review was conducted through the search for papers in the databases PubMed, EBSCOHost and Scielo. Eligibility criteria were established according to type, year and characteristics of the studies. Six hundred and three (603) papers were assessed, of which, following the analysis of their titles, abstracts and compliance with the eligibility criteria, 16 were selected. Results were delivered based on the number of participants, level of evidence, type and setup of the physical agent, evaluation procedures and instruments and benefits obtained. The most frequently used physical agents in the vocal clinic are electrotherapy (TENS and NMES) and laser therapy. In general, they act as adjuvants in vocal therapy. TENS reduces pain, laryngeal tension and tight voice perception during phonation. NMES benefits the neuromuscular activation of vocal cords, and the laser use allows for the recovery of laryngeal tissues after vocal overloading tasks.

**Key words:** physical agents; lasertherapy; TENS; NMES; vocal therapy; dysphonia.

**Sumario:** Introducción, Criterios de elegibilidad, Estrategias de búsqueda, Extracción de los datos, Resultados, Discusiones, Conclusiones, Bibliografía

**Como citar:** Fuentes Aracena, C. (2020) Rol de los agentes físicos en la rehabilitación vocal: una revisión de la literatura, en *Revista de Investigación en Logopedia* 10(2), 107-122.

### Introducción

Los agentes físicos son elementos naturales o artificiales que se aplican para el tratamiento de determinados estados o patologías (Martín Cordero, 2014). Su utilización data de tiempos remotos, encontrándose así, evidencia de su existencia en la antigua China o en el Imperio romano (Heidland et al., 2013). Dentro de sus modalidades se encuentran la helioterapia (utilización de la energía solar), la talasoterapia (aplicación del agua de mar), la climatoterapia (utilización de las propiedades terapéuticas de los distintos climas), la crenoterapia (uso de aguas termales), la peloidoterapia (aplicación de barros minerales o medicinales), la hidroterapia (uso del agua con fines terapéuticos), la termoterapia superficial (uso de compresas u otros), la antroterapia (aplicación terapéutica del sauna o de los baños de vapor), la crioterapia (utilización del frío), la electroterapia, los campos eléctricos y electromagnéticos; la fototerapia,

<sup>1</sup> Universidad Andrés Bello (Chile)  
chrfuentes@gmail.com

los factores radiactivos, las variaciones de la presión aérea y los producidos por acción mecánica (sonido, ondas de choque, tracción y compresión) (Cameron, 2014; Martín Cordero, 2014).

A pesar de la gran cantidad de agentes físicos que se conciben en la actualidad, solamente algunos se han incluido en el manejo de los trastornos que afectan al sistema musculoesquelético. Dentro de estos se encuentran la laserterapia, la electroterapia, la termoterapia, el ultrasonido y la crioterapia (Allen, 2006).

Los efectos de los agentes físicos son variados, se ha estimado que favorecen la síntesis de adenosín trifosfato (ATP), aumentan la extensibilidad de los tejidos blandos y con esto, disminuyen la rigidez muscular (Cameron, 2014); reducen la inflamación, provocan cambios a nivel de irrigación, favorecen la reparación de los tejidos dañados, entre otros (Yu, Randhawa, Côté, & Optima Collaboration, 2016). Este tipo de respuestas permiten la analgesia, disminución de los espasmos musculares e inclusive previenen lesiones (Chapman, Liebert, Lininger, & Groth, 2007). Adicionalmente, se ha indicado que potencian la activación de las fibras musculares durante el tratamiento de patologías ocasionadas por alteraciones neuromusculares (Finsterer & Zarrouk-Mahjoub, 2016).

En la función vocal su uso ha cobrado mayor importancia con el paso del tiempo. Se han publicado algunas revisiones que expresan que el agente físico más utilizado en la clínica vocal es la electroterapia (Gilman & Gilman, 2008; de Oliveira et al., 2015) y que sus principales repercusiones incluyen el manejo de algunos síntomas, como el dolor o la tensión muscular (de Oliveira et al., 2015), aunque también, se ha mencionado su utilidad como complemento en el tratamiento de parálisis o paresias cordales (Miller, Jungheim, Kühn, & Ptok, 2013).

A pesar de lo anterior, el conocimiento de los agentes físicos en la rehabilitación vocal sigue siendo un área emergente. Las revisiones narrativas o sistemáticas son escasas y no permiten la adecuada toma de decisiones por parte del clínico. Debido a esta problemática, caracterizada por la escasez de revisiones de la literatura que analicen la evidencia existente sobre los agentes físicos y la intervención vocal, nace la pregunta que guía a esta investigación, ¿cuál es el rol de los agentes físicos en la rehabilitación vocal?

#### Objetivo

Analizar el rol de los agentes físicos en la rehabilitación vocal.

#### Metodología

Esta revisión de la literatura se llevó a cabo gracias a una serie de criterios y procedimientos que se detallan a continuación:

### **Criterios de elegibilidad**

Se consideraron diseños experimentales y no experimentales, estudios de tipo aleatorizados, no aleatorizados, de cohorte, caso-control y casos clínicos individuales o en serie. A su vez, se incluyeron aquellos trabajos realizados desde el año 2000 en adelante, en español, inglés y portugués, y cuyo contenido tuviera relación con el objetivo de esta investigación.

Simultáneamente, se han incluido solo investigaciones realizadas en seres humanos, tanto hombres como mujeres (con o sin trastornos de la voz) y cuya edad sea igual o superior a los 16 años. Con respecto a la patología vocal, se abarcaron alteraciones de tipo orgánico, funcional y psicológico.

También se han estimado todos los trabajos donde se haya utilizado algún agente físico como forma de rehabilitación (esto excluye a su uso durante la evaluación o en intervenciones quirúrgicas). No se han fijado límites con respecto a la cantidad de sesiones o al tiempo de aplicación. Por último, se incluyeron aquellos estudios que aplicaron métodos objetivos y subjetivos para la medición de sus resultados. Esto comprende al uso de cuestionarios de autoreporte, análisis perceptual o acústico, electroglotografía, laringoscopia con luz continua o estroboscópica y medidas aerodinámicas.

### **Estrategias de búsqueda**

Durante el mes de mayo del año 2019 se consultaron las bases de datos PubMed, EBSCOHost y Scielo. Se utilizaron como palabras claves los conceptos *electrical stimulation (estimulación eléctrica)*, *electrotherapy (electroterapia)*, *transcutaneous electric nerve stimulation (estimulación nerviosa eléctrica transcutánea)*, *neuromuscular electrical stimulation (estimulación eléctrica neuromuscular)*, *low level laser (láser de bajo nivel)*, *thermotherapy (termoterapia)*, *cryotherapy (crioterapia)* y *physical agents (agentes físicos)*, los cuales fueron asociados a los términos *voice (voz)* y *dysphonia (disfonía)*.

Una vez realizada la búsqueda, la elección de los artículos se llevó a cabo (en primer lugar) mediante el análisis del título y abstract. Aquellos que fueron seleccionados se sometieron a un segundo filtro para verificar el cumplimiento de los criterios de elegibilidad anteriormente indicados. Todo este proceso fue ejecutado por el autor de esta revisión.

### **Extracción de los datos**

De los artículos seleccionados se extrajo el nombre de los autores, año, características de los participantes (sexo, edad y estado vocal), tipo de estudio, tamaño de la muestra, metodología empleada (procedimientos, tipo de agente físico y configuración utilizada), principales resultados, conclusiones y nivel de evidencia.

Para evaluar el grado de evidencia se utilizó la *clasificación de los niveles de evidencia según Sackett* (adaptada por Snider) (tabla 1) (Snider, Korner-Bitensky, Kammann, Warner, & Saleh, 2007).

Tabla 1. Niveles de evidencia según Sackett – adaptado por Snider (Snider et al., 2007)

Niveles de evidencia	Tipo de estudio
1a (fuerte)	Meta análisis bien diseñado o más de dos estudios randomizados (escala de PEDro $\geq 6$ ) que muestren resultados similares
1b (moderada)	Estudio randomizado de calidad “alta” (escala de PEDro $\geq 6$ )
2a (limitada)	Estudio de calidad “razonable” (escala de PEDro = 4 o 5)
2b (limitada)	Estudio no experimental, cuasi experimental, no randomizado o cohorte con múltiples líneas de base
3 (consenso)	Acuerdo entre un panel de expertos. Se incluye a grupo de profesionales de una misma área que llegan a un acuerdo
4 (conflictiva)	Evidencia contradictoria de dos o más estudios con igual diseño
5 (sin evidencia)	Estudios mal diseñados: estudios randomizados de calidad “pobre” (escala de PEDro $\leq 3$ ); estudios de casos clínicos o descripción de casos, o estudio de cohorte sin múltiples líneas de bases

## Resultados

Se encontraron 603 artículos, los que luego de ser revisados y evaluados según los criterios de inclusión y exclusión, se redujeron a un total de 16. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo PRISMA con el proceso de búsqueda, screening, elegibilidad (inclusión y exclusión) de los artículos.

En relación a los niveles de evidencia (tabla 2), el 31.25 % (n = 5) de los artículos elegidos fue evaluado como 1b (Alves Silverio et al., 2015; Santos, Silvério, Diniz Oliveira, & Gama, 2016; Siqueira et al., 2017; Conde et al., 2018; Mansuri et al., 2018), el 25 % (n = 4) de los estudios seleccionados fue valorado como 2a (Ras, Imam, El-Banna, & Hamouda, 2016; Fabron et al., 2017; Kagan & Heaton, 2017; Mansuri et al., 2019), el 31.25 % (n = 5) de los trabajos hallados fue estimado como 2b (Guirro et al., 2008; Fowler, Awan, Gorham-Rowan, & Morris, 2011; Fowler, Gorham-Rowan, & Hapner, 2011; Gorham-Rowan & Morris, 2016; Seifpanahi, Izadi, Jamshidi, & Shirmohammadi, 2017) y por último, el 12,5 % (n = 2) correspondió a artículos cuya evaluación fue de 5 (LaGorio, Carnaby-Mann, & Crary, 2010; Guzman, Rubin, Cox, Landini, & Jackson-Menaldi, 2014).

Se contabilizaron un total de 382 participantes cuya edad fluctuó entre los 17 y  $66.9 \pm 8.4$  años. En cuanto al sexo de los sujetos, se encontró que el 86.7 % (n = 331) eran mujeres, mientras que el 13.3 % (n = 51) eran hombres. A su vez, se observó que en el 50 % (n = 8) de los artículos participaron solamente mujeres (Guirro et al., 2008; Guzman et al., 2014; Alves Silverio et al., 2015; Santos et al., 2016; Fabron et al., 2017; Siqueira et al., 2017; Conde et al., 2018; Mansuri et al., 2018), mientras que en ninguno de los trabajos seleccionados participaron exclusivamente hombres (tabla 2).

En lo que refiere al estado vocal (tabla 2), el 58.7 % (n = 228) de los participantes presentó patología vocal, mientras que el 40.3 % (n = 154) exhibió voces sanas. Con respecto a los trastornos escogidos para intervención con algún agente físico, el 48.2 % (n = 110) de los participantes padecía de nódulos (Guirro et al., 2008; Alves Silverio et al., 2015; Santos

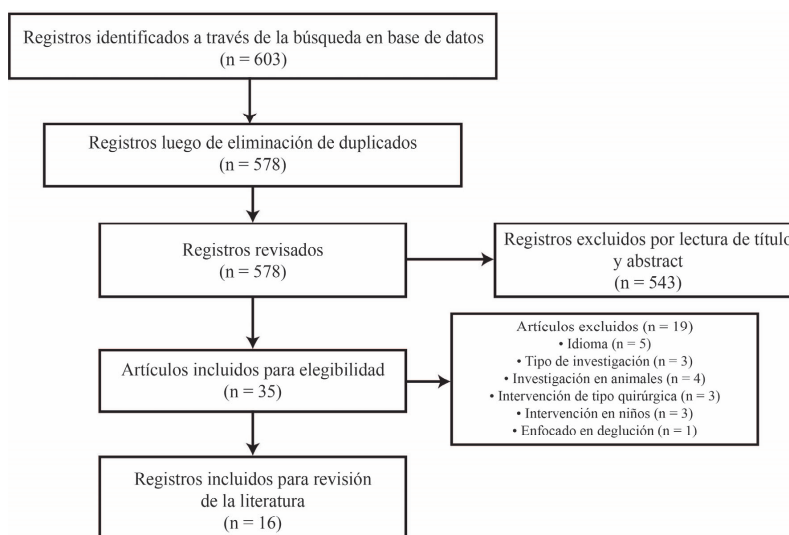


Figura 1. Diagrama de selección de artículos

et al., 2016; Siqueira et al., 2017), el 13.6 % (n = 31) sufría de parálisis o paresia de cuerda vocal (Guzman et al., 2014; Ras et al., 2016), el 21.9 % (n = 50) presentó DMT (disfonía musculotensional) (Mansuri et al., 2018, 2019), el 13.2 % (n = 30) sufría de disfonía funcional, pero sin patología orgánica clara (Conde et al., 2018) y el 3 % (n = 7) presentó arqueamiento cordal sin limitaciones en la aducción o abducción (LaGorio, Carnaby-Mann, & Crary, 2010). Con respecto a la cantidad de participantes que recibió algún agente físico, se encontró que el 72 % (n = 275) fue intervenido con electroterapia, el 4.2 % (n = 16) con laserterapia; mientras que el 23.8 % (n = 91) restante recibió otro tipo de tratamiento.

El 93.75 % (n = 15) de los estudios utilizaron electroestimulación, mientras que el 6.25 % (n = 1) empleó laserterapia (Kagan & Heaton, 2017). Con respecto a la electroestimulación, el 60 % (n = 9) usó estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS o Transcutaneous Electronic Nerve Stimulation), mientras que el 40 % (n = 6) trabajó con estimulación eléctrica neuromuscular (NMES o Neuromuscular Electrical Stimulation) (tabla 2).

En relación al uso de TENS, el 33.3 % (n = 3) de los artículos lo hizo en conjunto a terapia vocal (Santos et al., 2016; Fabron et al., 2017; Mansuri et al., 2018), mientras que el 66.7 % (n = 6) restante utilizó esta modalidad en solitario (Guirro et al., 2008; Alves Silverio et al., 2015; Seifpanahi et al., 2017; Siqueira et al., 2017; Conde et al., 2018; Mansuri et al., 2019). En lo que refiere a la NMES, en el 33.3 % (n = 2) se combinó con terapia vocal (LaGorio et al., 2010; Guzman et al., 2014), en el 50 % (n = 3) se formaron grupos donde se comparó su aplicación en solitario versus alguna modalidad de terapia vocal (Fowler, Awan, et al., 2011; Gorham-Rowan & Morris, 2016; Ras et al., 2016) y en el 16.7 % (n = 1) se aplicó en solitario.

Se observó que para la TENS la frecuencia aplicada fluctuó entre los 10 y 100 Hz, el pulso se encontró entre los 50 y 250  $\mu$ s, mientras que la intensidad se usó según tolerancia de cada participante. Para la NMES la frecuencia empleada estuvo entre los 70 y 80 Hz, el pulso fue de 700  $\mu$ s y la intensidad se adaptó según tolerancia de cada sujeto. Por último, para la laserterapia se aplicó una luz de 628 a 828 nm y, a su vez, el calor empleado estaba entre los 42.2 a 45.5 °C.

En lo que refiere al lugar de aplicación (tabla 2), en el 100 % (n = 16) de los estudios el agente físico fue empleado en la región laríngea (submandibular, espacio tirohioideo, lámina del tiroides y espacio cricotiroideo). Sin embargo, también se evidenció su utilización en músculos como el trapecio (Conde et al., 2018) o el esternocleidomastoideo (Guirro et al., 2008).

Con respecto a la frecuencia y periodicidad de aplicación (tabla 3), se observó que en el 50 % (n = 8) de los estudios seleccionados la intervención se realizó en una sola sesión (Fowler, Awan, et al., 2011; Fowler, Gorham-Rowan, et al., 2011; Santos et al., 2016; Fabron et al., 2017; Kagan & Heaton, 2017; Seifpanahi et al., 2017; Conde et al., 2018; Mansuri et al., 2019). Mientras que en el 50 % (n = 8) restante la intervención se llevó a cabo en un lapso superior a las 10 sesiones. El tiempo de aplicación del agente físico en los trabajos analizados fue de 5 (Fabron et al., 2017) a 60 minutos (LaGorio et al., 2010).

En cuanto a las técnicas, instrumentos y herramientas de evaluación (tabla 3), se observó que la más empleada por las investigaciones elegidas fue el análisis acústico-perceptual. Su aplicación se llevó a cabo en el 68.75 % (n = 11) de los estudios seleccionados. También se indicó el uso de la laringoscopia en el 31.25 % (n = 5), escala visual analógica en el 18.75 % (n = 3), instrumentos adaptados por los mismos autores para la consigna del dolor musculoesquelético en el 25 % (n = 4) y la escala de discomfort del tracto vocal en el 12.5 % (n = 2). Se destaca también la utilización de electromiografía en un estudio (Guirro et al., 2008).

En relación a los resultados obtenidos en cada investigación analizada (tabla 4), se observaron diversos beneficios según cinco grandes categorías: TENS en solitario, TENS más terapia vocal, NMES en solitario, NMES más terapia vocal y laserterapia en solitario.

La aplicación de TENS en solitario disminuyó de manera significativa el dolor de las zonas donde se empleó, esto incluyó a músculos como el trapecio (Conde et al., 2018), esternocleidomastoideo (Guirro et al., 2008) y aquellos ubicados en la región laríngea (Mansuri et al., 2018). En comparación a la terapia manual laríngea, esta aplicación evidenció mejores resultados en esta temática (Conde et al., 2018). Simultáneamente, el uso de TENS como placebo también mostró resultados beneficiosos para el control del dolor de los músculos laríngeos (Mansuri et al., 2019). Con respecto a la percepción de tensión laríngea, esta disminuyó de manera significativa tanto con el uso de terapia manual, como con la aplicación de electroestimulación (Alves Silverio et al., 2015; Conde et al., 2018).

A nivel acústico-perceptual, el uso de TENS en solitario mostró una reducción significativa en el grado de disfonía, ronquera, astenia, tensión e inestabilidad vocal de mujeres diagnosticadas con nódulos (Guirro et al., 2008). Sin embargo, en aquellas con diagnóstico de DMT (Mansuri et al., 2019) o de disfonía funcional con y sin lesión en la cubierta cordal (Conde et al., 2018), no se evidenciaron cambios significativos en parámetros como jitter, shimmer y HNR (harmonic to noise ratio). Por último, esta modalidad fue más eficaz al momento de reducir el grado de aducción cordal en comparación al reposo (Seifpanahi et al., 2017).

La aplicación de TENS más terapia vocal generó una serie de beneficios, donde se incluyen la facilidad para emitir sonidos (Santos et al., 2016) y la sensación de estabilidad fonatoria (Fabron et al., 2017). Asimismo, se evidenciaron mejoras significativas en la evaluación perceptual y en la severidad general del trastorno vocal ( $p < 0.05$ ) (Mansuri et al., 2018). Por último, las sensaciones como dolor, picazón, ardor y tensión laríngea también disminuyeron de manera significativa con la aplicación conjunta de ambas modalidades ( $p < 0.05$ ) (Mansuri et al., 2018).

Con la utilización de NMES en solitario se indicaron cambios en la F0 e intensidad vocal (Fowler, Gorham-Rowan, et al., 2011), sin embargo, también se expresaron signos de fatiga vocal e irritación posterior a su uso (Gorham-Rowan & Morris, 2016). Adicionalmente, se observó reducción en las molestias producidas por la sobrecarga vocal, aunque no fueron significativas en comparación al reposo ( $p = 0.607$ ).

En cuanto a la combinación de NMES más terapia vocal, se evidenció aumento del tiempo máximo fonatorio, extensión tonal (LaGorio et al., 2010) y tesitura (Guzman et al., 2014). Además, se expresaron mejoras en el cierre glótico, disminución de la compresión supraglótica y mayor periodicidad oscilatoria (LaGorio et al., 2010; Guzman et al., 2014), aunque también en otro estudio, no se evidenciaron cambios en el movimiento en la cuerda vocal del lado alterado (Ras et al., 2016). Simultáneamente, se pudo observar reducción en el grado de disfonía, ronquera, soplo, tensión y astenia (Ras et al., 2016). Con respecto a los parámetros vocales, se indicaron mejoras significativas ( $p < 0.05$ ) en la estabilización de la F0 (Ras et al., 2016) y en la obtención de intensidad vocal (Guzman et al., 2014).

Finalmente, el trabajo de Kagan & Heaton (2017) fue el único donde se aplicó laserterapia. Los resultados obtenidos expresaron normalización en el umbral de presión fonatoria, mayor facilidad en la producción de sonidos de baja intensidad y reducción de los síntomas de fatiga previamente provocados por la sobrecarga vocal.

Tabla 2. Características generales de los estudios revisados

Autores / año de estudio	Nivel de evidencia/ tipo de estudio	Características de los participantes				Características del agente físico		
		Edad (años)	Sexo	Total y distribución de los sujetos (n)	Estado vocal de los participantes	Agente físico	Configuración	Región de aplicación del agente físico
Guirro et al., 2008	2b/ experimental	Entre 18 y 50 $\bar{X} = 33.6 \pm 8.0$	10 M	10 - sin distribución en grupos	Diagnóstico de nódulos	TENS	F: 10 Hz, P: 200 $\mu$ s; I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos en región suprahióidea Uno en trapecio Uno en esternocleidomastoideo
LaGorio, Carnaby-Mann, & Cray, 2010	5/ serie de casos	$\bar{X} = 66.9 \pm 8.4$	4 H 3 M	7 - sin distribución en grupos	Arqueamiento cordal	NMES	F: 80 Hz, P: 700 $\mu$ s, I: 0 a 25 mA	Cuatro electrodos Dos en el espacio tirohióideo (bilateral) Uno encima y otro bajo de la membrana cricotiroides
Fowler, Gorham-Rowan, & Hapner, 2011	2b/ cuasi-experimental	Entre 20 y 53 $\bar{X} = 26$	10 H 10 M	20 - sin distribución en grupos	Voces sanas	NMES	F: 80 Hz, P: 700 $\mu$ s, I: según comodidad del sujeto	Cuatro electrodos Dos a lateral de la línea media submentoniana Dos hacia lateral del espacio cricotiroides
Fowler, Awan, Gorham-Rowan, & Morris, 2011	2b/ experimental	Entre 20 y 26	6 H 6 M	12 GE: 3 H, 3 M GC: 3 H, 3 M	Voces sanas	NMES	No se especifica	Tres electrodos Uno en cada lado de la lámina del tiroideos Dos en las astas inferiores del tiroideos
Guzman, Rubín, Cox, Landini, & Jackson-Menaldi, 2014	5/ serie de casos	Entre 48 y 63	2 M	2 - sin distribución en grupos	Sospecha de lesión del NLS	NMES	F: 80 Hz, P: 700 $\mu$ s, I: máximo de 12 a 13 mV	Cuatro electrodos Dos a lo largo del espacio cricotiroides Dos a posterior de la escotadura del tiroideos
Alves Silverio et al., 2015	1b/ randomizado	Entre 18 y 45	20 M	20 G1: 10, G2: 10	Diagnóstico de nódulos	TENS	F: 10 Hz, P: 200 $\mu$ s, I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos en región suprahióidea Dos en fibras superiores del trapecio

Tabla 2. Características generales de los estudios revisados

Santos, Silvério, Diniz Oliveira, & Gama, 2016	1b/ randomizado	Entre 18 y 55	60 M	60 G1: 30, G2: 30	Diagnóstico de nódulos	TENS	F: 10 Hz, P: 200 $\mu$ s, I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos ubicados a lateral del cartilago tiroides Dos en el músculo trapecio
Ras, Imam, El-Banna, & Hamouda, 2016	2a/ randomizado	Entre 17 y 59	6 H 23 M	29 G1: 14, G2: 15	Diagnóstico de parálisis cordal unilateral	NMES	No se especifica	Cuatro electrodos Dos electrodos en región submandibular Dos en la laringe
Gorham-Rowan & Morris, 2016	2b/ cuasi-experimental	E1: 20 a 61 E2: 20 a 30	E1: 12 M E2: 22 M	34 E1: sin distribución en grupos E2: G1: 11, G2: 11	Calidad vocal normal	NMES	E1: F: 70 Hz, P: 57 segundos E2: no se especifica	E1 Cuatro electrodos Dos hacia lateral de la escotadura del tiroides Dos en el espacio tirohioideo E2 Cuatro electrodos Dos a lateral del espacio tirohioideo Dos hacia inferior del espacio tirohioideo
Siqueira et al., 2017	1b/ randomizado	Entre 18 y 45 $\bar{X} = 29.4$	20 M	20 G1: 10, G2: 10	Con quejas vocales o diagnóstico de nódulos	TENS	F: 10 Hz, P: 200 $\mu$ s, I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos en región suprahioidea Dos en fibras descendentes del trapecio
Kagan & Heaton, 2017	2a/ randomizado	Entre 22 a 35 $\bar{X} = 26 \pm 3.7$	5 H 11 M	16 4 grupos. No informa su distribución	Voces sanas y sin síntomas vocales	Láser	Luz de 828 y 628 nm Calor de 42.2 a 43.5 °C	Región laríngea
Fabron et al., 2017	2a/ randomizado	Entre 18 y 40 $\bar{X} = 23.4 \pm 4.73$	40 M	40 G1: 20, G2: 20	Sin quejas o problemas de voz	TENS	F: 10 Hz, P: 250 $\mu$ s, I: según tolerancia	Dos electrodos hacia lateral del cartilago tiroides
Seifpanahi, Izadi, Jamshidi, & Shirmohammadi, 2017	2b/ cuasi-experimental	Entre 20 a 33 $\bar{X} = 23.87 \pm 3.34$	10 H 22 M	32 - sin distribución en grupos	Sin quejas o problemas de voz	TENS	F: 100 Hz, P: 200 $\mu$ s, I: 30 mA (subiendo de 1 en 1)	Tres electrodos Dos sobre la membrana tirohioidea (bilateral) Uno en la porción superior del trapecio

Tabla 2. Características generales de los estudios revisados

Conde et al., 2018	1b/ randomizado	Entre 18 y 45 $\bar{X} = 28.70 \pm 6.75$	30 M	30 G1: 15, G2: 15	Voces disfónicas (con y sin lesión cordal)	TENS	F: 10 Hz, P: 200 $\mu$ s, I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos en las fibras descendentes del trapecio Dos en ambos costados de la región submandibular
Mansuri et al., 2018	1b/ randomizado	Entre 25 a 45	20 M	20 G1: 10, G2: 10	Diagnóstico de DMT	TENS	F: 10 Hz, P: 200 $\mu$ s, I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos hacia lateral del cartilago tiroideos Dos en las fibras descendentes del trapecio
Mansuri et al., 2019	2a/ randomizado	$\bar{X} = 36.40 \pm 5.76$	10 H 20 M	30 G1: 15, G2: 15	Diagnóstico de DMT	TENS	F: 100 Hz, P: 50 $\mu$ s, I: según tolerancia	Cuatro electrodos Dos hacia lateral del cartilago tiroideos Dos en las fibras descendentes del trapecio

Abreviaciones: F, frecuencia; P, pulso; I, intensidad; TENS, transcutaneous electrical nerve stimulation; NMES, neuromuscular electrical stimulation; GE, grupo experimental; GC, grupo control; G1, grupo 1; G2, grupo 2; H, hombre/s; M, Mujer/es; NLS, nervio laríngeo superior; DMT, disfonía musculotensional; E1, experimento 1; E2, experimento 2

Tabla 3. Intervención e instrumentos de evaluación

Autores/año	Intervención realizada		Instrumentos o técnicas de evaluación
	Procedimientos	Periodicidad	
Guirro et al., 2008	Aplicación de TENS mientras el participante estaba en reposo	S: 10, Fr: 2 o 3 veces a la semana, D: 30 minutos	EVA, EMG, Análisis perceptual (escala GRBAS) y A.C
LaGortio et al., 2010	Utilización de NMES mientras se emitieron vocales, palabras y frases en el 60, 70 y 80 % de una RM	S: 15 sesiones, Fr: 5 semanales, D: 1 hora	Evaluación respiratoria/vocal, Índice de discapacidad vocal y VE
Fowler, Gorham-Rowan, et al., 2011	Utilización de NMES sin otro estímulo extra	S: 1, D: 60 minutos	Medición de F0 e intensidad vocal
Fowler, Awan, et al., 2011	GE: NMES y lectura de distintos textos GC: solamente lectura	S: 1, D: 30 minutos	A.C (CCP y F0) y EVA
Guzman et al., 2014	Aplicación de NMES mientras se hicieron tareas fonatorias que fueron desde la emisión de /hé/ hasta la producción de canciones (se trabajó en la zona donde iniciaban los síntomas)	S: 17 (caso 1), 8 (caso 2) D: 45 minutos en ambos casos	A.C y VNL
Alves Silverio et al., 2015	G1: TML (se trabajaron, mediante estiramientos y amasamientos, los músculos ECM y hioideos) G2: TENS	S: 12, Fr: 6 semanas en total, D: 20 minutos	Cuestionario para signos y síntomas adaptado, adaptación del cuestionario nórdico y A.C
Santos, Silvério, Diniz Oliveira, & Gama, 2016	G1: TENS G2: TENS y a los cinco minutos finales se realizó VL en intensidad y tonos cómodos	S: 1, D: 20 minutos	VNL, A.C y EVA
Ras, Imam, El-Banna, & Hamouda, 2016	G1: TV (respiración diafragmática, técnica de empuje, tareas fonatorias (distintas alturas y velocidades) y transferencia al habla cotidiana) G2: NMES y TV	S: 12, D: 20 minutos	Escala GRBAS, CAPV, VE, A.C, medidas aerodinámicas y EGG
Gorham-Rowan & Morris, 2016	E1: en la primera sesión se utilizó NMES y lectura de distintos párrafos. En la segunda, solamente se realizó la tarea fonatoria (separadas entre sí por 48 horas) E2: lectura de 45 minutos a 65-75 dB. Luego, 11 sujetos recibieron NMES y los otros 11 estuvieron en reposo vocal por 15 minutos	E1 S: 2, D: 15 E2 S: 1, D: 15 minutos	A.C
Siqueira et al., 2017	G1: TML (se trabajaron los músculos ECM, suprahioideos y laringeos. Los participantes estuvieron en silencio durante este procedimiento) G2: TENS	S: 12, Fr: 6 semanas en total, D: 20 minutos	DDC laringeos (software motor speech profile advance)



Tabla 3. Intervención e instrumentos de evaluación

Kagan & Heaton, 2017	Cada sujeto leyó durante 15 minutos a 75 - 90 dB. Una vez finalizada la prueba se descansó por cinco minutos. Luego, se aplicó laserterapia o calor a cada grupo (LLLT – infrarrojo, LLLT – rojo, calor, sin luz-calor)	S: 1, D: 20 minutos	Umbral de presión fonatoria, F0 relativa, habilidad para producir sonidos de baja intensidad y CAPV
Fabron et al., 2017	Se realizó VL con o sin TENS por tres minutos, posteriormente se descansó durante 60 segundos y se siguió el mismo trabajo por otros dos minutos	S: 1, D: 5 minutos	CAPV, A.C
Seifpanahi, Izadi, Jamshidi, & Shirmohammadi, 2017	Aplicación de TENS con ciclos de cinco segundos de descanso. Se observaron las cuerdas vocales con y sin su efecto	S: 1	VNL
Conde et al., 2018	G1: TML (aplicación de masajes, estiramientos y amasamientos en el ECM y región laringea) G2: TENS	S: 1, D: 20 minutos	Cuestionario para dolor M.E, A.C y CAPV
Mansuri et al., 2018	G1: TENS y TV (trabajo respiratorio, terapia manual laringea, ejercicios masticatorios y de bostezo) G2: TV y pauta de higiene vocal	S: 10, Fr: 2 veces a la semana, D: 50 minutos	Evaluación perceptual, A.C, EDT y evaluación de dolor M.E
Mansuri et al., 2019	G1: TENS G2: TENS apagado (sin envío de señal)	S: 1, D: 20 minutos	Evaluación perceptual, A.C, EDT y evaluación de dolor M.E

Abreviaciones: RM, repetición máxima; EVA, escala visual analógica; EMG, electromiografía; A.C, análisis acústico; S, sesiones; Fr, frecuencia; D, duración de la sesión; VE, videoestroboscopia; EGG, electrologografía; VNL, videonasofaringoscopia; CCP, cepstral peak prominence; CAPV, cuestionario de autopercepción vocal; EDT, escala de discomfort del tracto vocal; M.E, musculoesquelético; G1, grupo 1; G2, grupo 2; GE, grupo experimental; GC, grupo control; F0, frecuencia fundamental; ECM, esternocleidomastoideo; VL, vibración lingual; TENS, transcutaneous electrical nerve stimulation; NMES, neuromuscular electrical stimulation; TML, terapia manual laringea; LLLT, low level laser therapy; E1, experimento 1; E2, experimento 2; DDC, diadococinesias; TV, terapia vocal

Tabla 4. Principales resultados obtenidos

Autores/año	Resultados
Guirro et al., 2008	<p>Disminución de dolor en trapecio (<math>p &lt; 0.05</math>)</p> <p>Cambios positivos en la señal de la EMG de trapecio, ECM y región suprahioidea (<math>p &lt; 0.05</math>)</p> <p>Disminución del grado de disfonía, ronquera, astenia, tensión e inestabilidad (<math>p &lt; 0.05</math>)</p> <p>Sin cambios significativos en el A.C</p>
LaGorio et al., 2010	<p>Aumento entre 38 a 42 % en el tiempo máximo fonatorio (<math>p &lt; 0.05</math>) y en un 23.6 % en el tono más agudo alcanzable (<math>p &lt; 0.05</math>)</p> <p>Disminución en promedio de 12.17 puntos en índice de discapacidad vocal</p> <p>Reducción en la compresión supraglótica y aumento en el cierre glótico</p>
Fowler, Gorham-Rowan, et al., 2011	<p>Aumento de 20.6 a 31.27 Hz en emisiones sostenidas (<math>p = 0.562</math>) y de 5.61 a 20.93 Hz en lectura (<math>p &lt; 0.016</math>)</p> <p>Diferencias no significativas en la intensidad vocal (<math>p = 0.526</math>)</p>
Fowler, Awan, et al., 2011	<p>Reducción del nivel de presión sonora (<math>p &lt; 0.05</math>) y aumento de ruido e inestabilidad en la voz</p> <p>Signos de fatiga y de dolor muscular tardío</p>
Guzman et al., 2014	<p>Caso 1</p> <p>Se observó mejora en rango superior de la tesitura, mayor potencia de la voz y eliminación del quiebre en la zona del pasaje</p> <p>En la VNL se evidenció mayor periodicidad de la oscilación</p>
Alves Silverio et al., 2015	<p>Caso 2</p> <p>La voz se percibió más resonante</p> <p>Se observó mayor facilidad para lograr tonos en el extremo agudo de la extensión</p> <p>En la VNL existió mejora en el cierre glótico</p> <p>Posterior a TML</p> <p>Disminuye la sensación de irritación en la faringe (<math>p = 0.045</math>)</p> <p>Se redujo la incidencia de dolor en la región anterior de la garganta (<math>p = 0.019</math>)</p>
Santos et al., 2016	<p>Posterior a TENS</p> <p>Facilidad en la producción de tonos agudos (<math>p = 0.023</math>) y menor grado de esfuerzo fonatorio (<math>p = 0.035</math>)</p> <p>Disminución del dolor en la parte posterior del cuello (<math>p = 0.038</math>), laringe (<math>p = 0.074</math>) y hombros (<math>p = 0.033</math>)</p> <p>Reducción de la ronquera (<math>p = 0.087</math>)</p> <p>Disminución del hiato glótico y de la sensación de esfuerzo fonatorio en ambos grupos</p>
Ras, Imam, El-Banna, & Hamouda, 2016	<p>El grupo que recibió NMES presentó mejoras (<math>p &lt; 0.05</math>) en los parámetros de perturbación de F0</p> <p>En ambos grupos disminuyó el grado de disfonía (<math>p = 0.001</math>), ronquera (<math>p = 0.014</math>), soplo (<math>p = 0.001</math>), tensión (<math>p = 0.008</math>) y astenia (<math>p = 0.046</math>)</p> <p>Se observó aumento en el cierre cordal (<math>p = 0.001</math>), aunque en ningún grupo se evidenció movimiento de la cuerda paralizada</p>

Tabla 4. Principales resultados obtenidos

Gorham-Rowan & Morris, 2016	E1 Aumento en F0 (p = 0.34) e intensidad (p = 0.327) Se reportaron signos de fatiga posterior a la NMES	E2 Mejoras en intensidad (p < 0.0001) y CCP (p < 0.0001) Reducción de los signos de fatiga posterior. Sin embargo, esto fue mayor en el grupo que tuvo reposo vocal
Siqueira et al., 2017	Después de TML, la DDC fue más estable en términos de duración e intensidad No hubo cambios en las DDC después del uso de TENS	
Kagan & Heaton, 2017	Normalización en el umbral de presión fonatoria y en la habilidad para generar sonidos de baja intensidad Mayor estabilidad de F0 Reducción en la intensidad de los síntomas de fatiga vocal	
Fabron et al., 2017	TENS No existieron diferencias acústicas significativas en F0 (p = 0.821), Jitter (p = 0.768), Shimmer (p = 0.952), NHR (p = 0.642)	TENS + VL Mayor estabilidad en la fonación (p = 0.032) Percepción de menor tensión muscular (p = 0.024) y de mayor comodidad durante la fonación (p < 0.001)
Seifpanahi et al., 2017	La aducción disminuyó en 35.68° cuando se utilizó TENS	
Conde et al., 2018	Grupo TENS Disminución del dolor en cuello (p = 0.043), hombros (p = 0.042) y porción superior de la columna (p = 0.034) Mejora la estabilidad de la voz (p = 0.031) No hubo mejoras significativas en jitter (p = 0.569), shimmer (p = 0.325) y HNR (p = 0.734) Sensación de voz fácil (p = 0.006) y de laringe libre (p = 0.013)	Grupo TML Disminuyó el dolor en la porción posterior del cuello (p = 0.012), hombros (p = 0.028) y región temporal (p = 0.028) Mejora la calidad general de la voz (p = 0.002) y se reduce la sensación de tensión laringea (p = 0.001) La voz adquirió mayor soplosidad en un 20 % de las participantes No hay mejoras significativas en escala GRBAS o en parámetros acústicos (jitter, p = 0.335; shimmer, p = 0.290; HNR, p = 0.645)
Mansuri et al., 2018	Grupo TV Se redujo la ronquera (p < 0.05), la soplosidad (p < 0.05) y la severidad general de la disfonía (p < 0.05) Disminuyó el dolor de la región anterior (p = 0.025) y posterior del cuello (p = 0.046) y de la laringe (p = 0.024)	Grupo TV + TENS Disminuyó la ronquera (p < 0.05), la soplosidad (p < 0.05) y la severidad general de la disfonía (p < 0.05) En la escala de discomfort todos los parámetros mejoraron de forma significativa (p < 0.05) Reducción del dolor en la región anterior (p = 0.011) y posterior del cuello (p = 0.026), laringe (p = 0.023), masetero (p = 0.034), hombros (p = 0.024) y porción superior de la espalda (p = 0.026)

Tabla 4. Principales resultados obtenidos

Mansuri et al., 2019	<p><b>TENS</b></p> <p>Disminuyó la sensación de quemazón (<math>p &lt; 0.004</math>), tensión (<math>p = 0.011</math>), sequedad (<math>p &lt; 0.002</math>), dolor (<math>p &lt; 0.001</math>), cosquilleo (<math>p = 0.024</math>) e irritación laríngea (<math>p &lt; 0.003</math>)</p> <p>Se redujo la sensación de dolor de la porción anterior de la garganta (<math>p &lt; 0.003</math>), nuca (<math>p = 0.027</math>), submandibular (<math>p = 0.042</math>), laringe (<math>p &lt; 0.003</math>), masetero (<math>p = 0.023</math>), temporal (<math>p = 0.041</math>) y región superior de la espalda (<math>p = 0.026</math>)</p>	<p><b>TENS apagado</b></p> <p>Se disminuyó la sensación de sequedad (<math>p &lt; 0.004</math>) y de dolor laríngeo (<math>p &lt; 0.004</math>)</p>
<p><b>Ambos grupos</b></p> <p>Se presentaron cambios perceptuales, sin embargo, el único significativo fue la astenia en el grupo que se le aplicó TENS (<math>p = 0.014</math>)</p> <p>En el análisis acústico (jitter, shimmer, HNR y F0) no mostraron cambios significativos</p>		

**Abreviaciones:** EMG, electromiografía; A.C, análisis acústico; VNL, videonasolaringoscopia; F0, frecuencia fundamental; ECM, esteroceleidomastoideo; CCP, cepstral peak prominence; HNR, harmonic to noise ratio; VL, vibración lingual; TENS, transcutaneous electrical nerve stimulation; NIMES, neuromuscular electrical stimulation; TML, terapia manual laríngea; E1, experimento 1; E2, experimento 2; DDC, diadococinesias; TV, terapia vocal

## Discusiones

Los agentes físicos han sido ampliamente utilizados en fisioterapia (Cameron, 2014). En la rehabilitación vocal, su aplicación aún se encuentra en desarrollo y por lo mismo, se desconoce la amplia gama de beneficios que pueden entregar. Actualmente, el estudio de los agentes físicos sobre la función vocal se centra principalmente en la electroterapia (TENS o NMES), generando así, un total desconocimiento del papel que puede tener la termoterapia, crioterapia o ultrasonido en el proceso terapéutico del paciente con patología vocal.

Desde la fisioterapia se ha indicado el importante rol que tiene la termoterapia sobre las contracturas musculares (Iwasawa et al., 2016), la relevancia de la crioterapia en el proceso inflamatorio (Vieira Ramos et al., 2016) y el papel del ultrasonido en la recuperación tendinosa (Tsai, Tang, & Liang, 2011). Si se considera a la laringe como un elemento donde coexisten músculos, tendones y ligamentos, los que pueden ser sobreusados y dañados por fuerzas mecánicas como las producidas por la fonación (Fuentes, 2018); el estudio de estos agentes puede entregar importantes alternativas que potencien y favorezcan su recuperación.

Seis de los trabajos analizados aplicaron distintas modalidades de agentes físicos en sujetos con voces normales. En el caso de los dos primeros trabajos, se provocaron síntomas mediante tareas de sobrecarga vocal y, posteriormente, se utilizó electroterapia o láser para acelerar el ciclo natural de cicatrización de los tejidos injuriados por el mismo estrés mecánico (Gorham-Rowan & Morris, 2016; Kagan & Heaton, 2017). Esta forma de aplicación es altamente necesaria para quienes deben usar su voz y no cuentan con los tiempos necesarios que permiten la regeneración natural que tiene el cuerpo humano (Whitling, Lyberg-Åhlander, & Rydell, 2017). En otros tres estudios, se exploraron los cambios generales que puede provocar la electroestimulación sobre voces normales y así, extender su estudio hacia los sujetos patológicos (Fowler, Awan, et al., 2011; Fowler, Gorham-Rowan, et al., 2011; Fabron et al., 2017), mientras que en el último trabajo, se observaron las modificaciones posturales de las cuerdas vocales durante el uso de electroterapia. Según los autores, estos resultados se pueden extrapolar con facilidad hacia las voces patológicas, ya que los cambios observados son estructurales y no funcionales (Seifpanahi et al., 2017).

Con respecto a los agentes físicos seleccionados en las investigaciones analizadas, la electroterapia (TENS) fue la que mayor atención captó. Sus resultados sugieren que es una importante herramienta para reducir el dolor, la sensación de tensión laríngea y la percepción de esfuerzo en la fonación (Conde et al., 2018; Mansuri et al., 2019). Estos resultados concuerdan con la aplicación principal que tiene en la fisioterapia, donde participa con mayor frecuencia en el manejo sintomático del dolor (Gibson, Wand, Meads, Catley, & O'Connell, 2019). El uso de otra herramienta terapéutica, como la terapia manual laríngea, también ha mostrado efectividad en este mismo ámbito, sin embargo, la aplicación de TENS tiende a tener mejor respuesta (Conde et al., 2018). Es probable que esto se deba a que la electroterapia puede abarcar mayor cantidad de zonas con una sola aplicación y al efecto placebo que también genera (Daguet, Bergeron-Vézina, Harvey, Martel, & Léonard, 2018). A pesar de estos hallazgos, se reconoce a la TENS como un coadyuvante en la intervención de la odinofonía y no como su tratamiento definitivo (Alves Silverio et al., 2015).

Los efectos de la TENS sobre el dolor se relacionan con la estimulación que reciben las fibras A $\beta$  (A beta). En la médula espinal estas son capaces de inhibir la actividad de las fibras C (conducen la señal dolorosa) y con esto, favorecer la respuesta analgésica (Mendell, 2014). Simultáneamente, la TENS permite la activación de receptores de tipo serotoninérgicos, colinérgicos, GABAérgicos y opioides (Amer-Cuenca, Goicoechea, & Lisón, 2010), siendo precisamente estos últimos los que favorecen la liberación de endorfinas y la consiguiente reducción de la respuesta dolorosa (Tashani & Johnson, 2009).

Con respecto a los efectos en la tensión muscular, se ha estimado que la aplicación de TENS favorece la circulación y el riego sanguíneo de las áreas donde se utiliza (Jin, Hwang, & Cho, 2017), repercutiendo así, de manera favorable en el grado de relajación de los músculos (Kumar & Raje, 2014).

Con la aplicación de TENS en conjunto a la terapia vocal se observó mejor autopercepción del sonido, disminución de la ronquera (Santos et al., 2016) y cambios positivos en la calidad vocal en sujetos con disfonía musculotensional (Mansuri et al., 2018). Esto corrobora el hecho que la TENS colabora activamente en el tratamiento de los trastornos de la voz que se acompañan de hiperfunción. Cuando su aplicación se mezcla con ejercicios como los vibratorios favorece, en comparación a su uso en solitario, la emisión vocal fácil y disminuye el esfuerzo fonatorio (Fabron et al., 2017).

Clásicamente, la NMES se ha empleado para mejorar la fuerza y resistencia muscular (Veldman, Gondin, Place, & Maffiuletti, 2016). En las investigaciones seleccionadas los resultados obtenidos manifiestan la potenciación de estas propiedades –mayor intensidad vocal, aumento en el tiempo máximo fonatorio, facilidad para lograr tonos agudos en registro modal y disminución de la fatigabilidad (LaGorio et al., 2010; Guzman et al., 2014; Gorham-Rowan & Morris, 2016)–.

La barrera que ofrecen la piel, tejido adiposo y esqueleto laríngeo se desempeña como un factor limitante del impulso eléctrico (Doheny, Caulfield, Minogue, & Lowery, 2008). Esto merma su impacto sobre las cuerdas vocales y hace que los beneficios de la NMES se deban a la activación de la función esfinteriana de la laringe y no a la estimulación directa de los músculos cordales (Park, Oh, Hwang, & Lee, 2016). De esta forma y, gracias a la compresión laríngea que ejerce, se reconoce a la NMES como un importante complemento de los ejercicios que buscan mejorar el cierre cordal.

Los beneficios generales del láser se relacionan con su efecto fotoquímico. Los fotones emitidos durante su aplicación estimulan a receptores específicos y promueven una serie de respuestas que incluyen a la desinflamación y aceleración del proceso de cicatrización (Cotler, Chow, Hamblin, & Carroll, 2015). La única investigación revisada, mediante tareas de sobrecarga vocal, provocó la inflamación de los tejidos involucrados en la fonación. Luego, posterior a la aplicación de 20 minutos de laserterapia, se produjeron importantes mejoras que expresan la recuperación tisular. Estas incluyen a la estabilización de la F0 y a la reducción de los síntomas de fatiga vocal (Kagan & Heaton, 2017).

Esta revisión contó con una serie de limitaciones, donde destaca la inclusión de un número reducido de artículos para análisis, la exclusión de cinco trabajos en idiomas ajenos a los establecidos, la falta de información (como edad y estado vocal) de algunos estudios y, por último, la ausencia de resultados con herramientas orientadas al análisis estructural, como la electromiografía. También se logró evidenciar que los artículos revisados corresponden, en su mayoría, a trabajos realizados solamente en mujeres, quienes, debido a variaciones anatómicas, histológicas y funcionales de sus laringes y cuerdas vocales, presentan una alta predisposición a sufrir de trastornos de la voz (Roy, Merrill, Gray, & Smith, 2005). Si bien esto permite fortalecer los protocolos de intervención en este tipo de población, puede afectar directamente a la toma de decisiones en la terapéutica con pacientes de sexo masculino.

En general, los trabajos analizados en esta revisión aportan un grado de evidencia moderado a limitado (Snider et al., 2007), por lo que se recomienda la creación de diseños investigativos que permitan la randomización o la aplicación de doble o triple ciego. De esta forma, favorecer la toma de decisiones del clínico y su difusión bajo los marcos que regulan a la medicina basada en la evidencia.

Simultáneamente, se sugiere la creación de estudios que permitan procesos terapéuticos superiores a los cinco minutos de estimulación (Fabron et al., 2017) y, con esto, obtener un seguimiento más cercano a la realidad que vive el clínico vocal diariamente. Es importante explorar con diferentes configuraciones en lo que respecta a la electroterapia y, también, con distintos agentes físicos. De esta forma, promover el uso de más herramientas terapéuticas que permitan un tratamiento integral y completo del paciente que requiera de habilitación o rehabilitación vocal.

## Conclusiones

El desarrollo investigativo de los agentes físicos en la función vocal se encuentra en una etapa inicial. Su estudio recae principalmente en la electroterapia (TENS y NMES) y la laserterapia. En general, estos agentes tienen un rol coadyuvante en la terapéutica vocal y potencian sus beneficios cuando se combinan con distintas modalidades de ejercicios fonatorios. La TENS favorece el control sintomático de la odinofonía y disminuye la sensación de tensión laríngea y la percepción de voz apretada durante la fonación. La NMES beneficia la activación neuromuscular de las cuerdas vocales y el uso de láser permite la recuperación de los tejidos laríngeos posterior a tareas de sobrecarga vocal.

## Bibliografía

- Allen, R. J. (2006). Physical Agents Used in the Management of Chronic Pain by Physical Therapists. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 17(2), 315–345. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2005.12.007>
- Alves Silverio, K. C., Brasolotto, A. G., Thaís Donalson Siqueira, L., Carneiro, C. G., Fukushiro, A. P., & Roberto de Jesus Guirro, R. (2015). Effect of application of transcutaneous electrical nerve stimulation and laryngeal manual therapy in dysphonic women: Clinical trial. *Journal of Voice*, 29(2), 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.06.003>
- Amer-Cuenca, J. J., Goicoechea, C., & Lisón, J. F. (2010). ¿Qué respuesta fisiológica desencadena la aplicación de la técnica de estimulación nerviosa eléctrica transcutánea? *Rev Soc Esp Dolor*, 17(7). <https://doi.org/10.1016/j.resed.2010.09.001>
- Cameron, M. H. (2014). *Agentes físicos en rehabilitación : de la investigación a la práctica*. Elsevier España.
- Chapman, B. L., Liebert, R. B., Lininger, M. R., & Groth, J. J. (2007). An introduction to physical therapy modalities. *Adolescent Medicine: State of the Art Reviews*, 18(1), 11–23, vii–viii.
- Conde, M. de C. M., Siqueira, L. T. D., Vendramini, J. E., Brasolotto, A. G., Guirro, R. R. de J., & Silverio, K. C. A. (2018). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and Laryngeal Manual Therapy (LMT): Immediate Effects in Women With Dysphonia. *Journal of Voice*, 32(3), 385.e17-385.e25. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.04.019>
- Cotler, H. B., Chow, R. T., Hamblin, M. R., & Carroll, J. (2015). The Use of Low Level Laser Therapy (LLLT) For Musculoskeletal Pain. *MOJ Orthopedics & Rheumatology*, 2(5). <https://doi.org/10.15406/mojor.2015.02.00068>
- Daguet, I., Bergeron-Vézina, K., Harvey, M.-P., Martel, M., & Léonard, G. (2018). Transcutaneous electrical nerve stimulation and placebo analgesia: is the effect the same for young and older individuals? *Clinical Interventions in Aging*, 13, 335–342. <https://doi.org/10.2147/CIA.S152906>
- de Oliveira, J., Côrtes, A. C., Alves, K., Cordeiro, N., Santos, J. K. de O., Gama, A. C. C., ... Oliveira, N. F. C. D. (2015). Uso da eletroestimulação na clínica fonoaudiológica: uma revisão integrativa da literatura. *Revista CEFAC*, 17(5), 1620–1632. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201517518114>

- Doheny, E. P., Caulfield, B. M., Minogue, C. M., & Lowery, M. M. (2008). The effect of subcutaneous fat thickness on the efficacy of transcutaneous electrical stimulation. In *2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (Vol. 2008, pp. 5684–5687). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2008.4650504>
- Fabron, E. M. G., Petrini, A. S., Cardoso, V. de M., Batista, J. C. T., Motonaga, S. M., & Marino, V. C. de C. (2017). Efeitos imediatos da técnica de vibração sonorizada de língua associada à estimulação nervosa elétrica transcutânea (TENS). *CoDAS*, 29(3), 1–9. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172015311>
- Finsterer, J., & Zarrouk-Mahjoub, S. (2016). Treatment of muscle weakness in neuromuscular disorders. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 16(12), 1383–1395. <https://doi.org/10.1080/14737175.2016.1206471>
- Fowler, L. P., Awan, S. N., Gorham-Rowan, M., & Morris, R. (2011). Investigation of Fatigue, Delayed-Onset Muscle Soreness, and Spectral-Based Cepstral Measurements in Healthy Speakers after Neuromuscular Electrical Stimulation. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 120(10), 641–650. <https://doi.org/10.1177/000348941112001003>
- Fowler, L. P., Gorham-Rowan, M., & Hapner, E. R. (2011). An Exploratory Study of Voice Change Associated With Healthy Speakers After Transcutaneous Electrical Stimulation to Laryngeal Muscles. *Journal of Voice*, 25(1), 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.07.006>
- Fuentes, C. (2018). *La carga vocal. Definición, fonotrauma y prescripción*. (Brujas, Ed.) (Primera).
- Gibson, W., Wand, B. M., Meads, C., Catley, M. J., & O'Connell, N. E. (2019). Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain - an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011890.pub3>
- Gilman, M., & Gilman, S. L. (2008). Electrotherapy and the Human Voice: A Literature Review of the Historical Origins and Contemporary Applications. *Journal of Voice*, 22(2), 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.08.016>
- Gorham-Rowan, M., & Morris, R. (2016). Exploring the effect of laryngeal neuromuscular electrical stimulation on voice. *The Journal of Laryngology & Otolaryngology*, 130(11), 1022–1032. <https://doi.org/10.1017/S0022215116009038>
- Guirro, R. R. de J., Bigaton, D. R., Silvério, K. C. A., Berni, K. C. dos S., Distéfano, G., Santos, F. L. dos, & Forti, F. (2008). Transcutaneous electrical nerve stimulation in dysphonic women. *Pro-Fono : Revista de Atualizacao Cientifica*, 20(3), 189–195.
- Guzman, M., Rubin, A., Cox, P., Landini, F., & Jackson-Menaldi, C. (2014). Neuromuscular electrical stimulation of the cricothyroid muscle in patients with suspected superior laryngeal nerve weakness. *Journal of Voice*, 28(2), 216–225. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.09.003>
- Heidland, A., Fazeli, G., Klassen, A., Sebekova, K., Hennemann, H., Bahner, U., & Di Iorio, B. (2013). Neuromuscular electrostimulation techniques: historical aspects and current possibilities in treatment of pain and muscle wasting. *Clinical Nephrology*, 79 Suppl 1, S12-23.
- Iwasawa, H., Nomura, M., Sakitani, N., Watanabe, K., Watanabe, D., & Moriyama, H. (2016). Stretching After Heat But Not After Cold Decreases Contractures After Spinal Cord Injury in Rats. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 474(12), 2692–2701. <https://doi.org/10.1007/s11999-016-5030-x>
- Jin, H.-K., Hwang, T.-Y., & Cho, S.-H. (2017). Effect of Electrical Stimulation on Blood Flow Velocity and Vessel Size. *Open Medicine*, 12, 5. <https://doi.org/10.1515/MED-2017-0002>
- Kagan, L. S., & Heaton, J. T. (2017). The Effectiveness of Low-Level Light Therapy in Attenuating Vocal Fatigue. *Journal of Voice*, 31(3), 384.e15-384.e23. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.09.004>
- Kumar, S., & Raje, A. (2014). Effect of progressive muscular relaxation exercises versus transcutaneous electrical nerve stimulation on tension headache: A comparative study. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 32(2), 86–91. <https://doi.org/10.1016/J.HKPJ.2014.06.002>
- LaGorio, L. A., Carnaby-Mann, G. D., & Crary, M. A. (2010). Treatment of vocal fold bowing using neuromuscular electrical stimulation. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 136(4), 398–403. <https://doi.org/10.1001/archoto.2010.33>
- Mansuri, B., Torabinezhad, F., Jamshidi, A. A., Dabirmoghaddam, P., Vasaghi-Gharamaleki, B., & Ghelichi, L. (2018). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Combined With Voice Therapy in Women With Muscle Tension Dysphonia. *Journal of Voice*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.11.003>
- Mansuri, B., Torabinezhad, F., Jamshidi, A. A., Dabirmoghaddam, P., Vasaghi-Gharamaleki, B., & Ghelichi, L. (2019). Application of High-Frequency Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation in Muscle Tension Dysphonia Patients With the Pain Complaint: The Immediate Effect. *Journal of Voice*. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2019.02.009>
- Martín Cordero, J. E. (Jorge E. (2014). *Rehabilitación : agentes físicos terapéuticos*. Corporativo V y T.
- Mendell, L. M. (2014). Constructing and deconstructing the gate theory of pain. *Pain*, 155(2), 210–216. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.12.010>
- Miller, S., Jungheim, M., Kühn, D., & Ptok, M. (2013). Electrical Stimulation in Treatment of Pharyngolaryngeal Dysfunctions. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 65(3), 154–168. <https://doi.org/10.1159/000355562>
- Park, J.-S., Oh, D.-H., Hwang, N.-K., & Lee, J.-H. (2016). Effects of neuromuscular electrical stimulation combined with effortful swallowing on post-stroke oropharyngeal dysphagia: a randomised controlled trial. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(6), 426–434. <https://doi.org/10.1111/joor.12390>
- Ras, Y., Imam, M., El-Banna, M., & Hamouda, N. (2016). Voice outcome following electrical stimulation-supported voice therapy in cases of unilateral vocal fold paralysis. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 32(4), 322. <https://doi.org/10.4103/1012-5574.192543>

- Roy, N., Merrill, R. M., Gray, S. D., & Smith, E. M. (2005). Voice disorders in the general population: Prevalence, risk factors, and occupational impact. *Laryngoscope*, *115*(11), 1988–1995. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000179174.32345.41>
- Santos, J. K. de O., Silvério, K. C. A., Diniz Oliveira, N. F. C., & Gama, A. C. C. (2016). Evaluation of Electrostimulation Effect in Women With Vocal Nodules. *Journal of Voice*, *30*(6), 769.e1-769.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2015.10.023>
- Seifpanahi, S., Izadi, F., Jamshidi, A.-A. A., & Shirmohammadi, N. (2017). Effects of transcutaneous electrical stimulation on vocal folds adduction. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, *274*(9), 3423–3428. <https://doi.org/10.1007/s00405-017-4619-3>
- Siqueira, L. T. D., Silverio, K. C. A., Brasolotto, A. G., Guirro, R. R. de J., Carneiro, C. G., & Behlau, M. (2017). Efeitos da terapia manual laríngea e da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) na diadococinesia laríngea em mulheres disfônicas: estudo clínico randomizado. *CoDAS*, *29*(3), 1–9. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20172016191>
- Snider, L., Korner-Bitensky, N., Kammann, C., Warner, S., & Saleh, M. (2007). Horseback riding as therapy for children with cerebral palsy: is there evidence of its effectiveness? *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, *27*(2), 5–23.
- Tashani, O., & Johnson, M. (2009). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) A Possible Aid for Pain Relief in Developing Countries? *The Libyan Journal of Medicine*, *4*(2), 62–65. <https://doi.org/10.4176/090119>
- Tsai, W.-C., Tang, S.-T., & Liang, F.-C. (2011). Effect of Therapeutic Ultrasound on Tendons. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *90*(12), 1068–1073. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31821a70be>
- Veldman, M. P., Gondin, J., Place, N., & Maffiuletti, N. A. (2016). Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation Training on Endurance Performance. *Frontiers in Physiology*, *7*, 544. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00544>
- Vieira Ramos, G., Pinheiro, C. M., Messa, S. P., Delfino, G. B., Marqueti, R. de C., Salvini, T. de F., & Durigan, J. L. Q. (2016). Cryotherapy Reduces Inflammatory Response Without Altering Muscle Regeneration Process and Extracellular Matrix Remodeling of Rat Muscle. *Scientific Reports*, *6*, 18525. <https://doi.org/10.1038/srep18525>
- Whitling, S., Lyberg-Åhlander, V., & Rydell, R. (2017). Recovery From Heavy Vocal Loading in Women With Different Degrees of Functional Voice Problems. *Journal of Voice : Official Journal of the Voice Foundation*, *31*(5), 645.e1-645.e14. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.12.012>
- Yu, H., Randhawa, K., Côté, P., & Optima Collaboration. (2016). The Effectiveness of Physical Agents for Lower-Limb Soft Tissue Injuries: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *46*(7), 523–554. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6521>