

## Capacidad respiratoria proporcional para el habla mediante electroestimulación abdominal en personas con lesiones medulares cervicales

### Behavior of proportional breathing capacity for speaking by using abdominal electrical stimulation

Lic. Yanely Real González, Dra. C. Nancy Pavón Fuentes, Dra. Yohandra Herrera Díaz, Lic. Anairis Rodríguez Martínez, Dra. Alba Elisa Pérez Pérez, Lic. Mayda López Hernández, Lic. Gabriel Martínez Rodríguez

Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN). Playa. La Habana. Cuba.

---

#### RESUMEN

**Objetivo:** evaluar el comportamiento de la capacidad respiratoria proporcional para el habla con el uso de la combinación del Programa de Rehabilitación Logopédica y la electroestimulación abdominal.

**Métodos:** estudio explicativo, experimental, longitudinal y prospectivo en 26 personas con lesión medular a nivel cervical, divididos en dos grupos (control y experimental) con 13 personas cada uno. Al grupo control se aplicó el Programa de Rehabilitación Logopédica y al grupo experimental se aplicó la electroterapia en músculos rectos abdominales y el Programa de Rehabilitación Logopédica. Ambos grupos se compararon antes y después del tratamiento. Las variables utilizadas fueron: capacidad vital inspiratoria forzada, capacidad vital espiratoria forzada y tiempo máximo de fonación. En el grupo control hubo mejoría significativa en la capacidad vital forzada y el tiempo máximo de fonación mientras que en el grupo experimental se modificaron favorablemente la capacidad vital espiratoria e inspiratoria y el tiempo máximo de fonación.

**Conclusiones:** la electroterapia como procedimiento acompañante del Programa de Rehabilitación Respiratoria resultó beneficiosa para el mejoramiento de la capacidad respiratoria proporcional para el habla en el grupo estudiado.

**Palabras clave:** lesión medular cervical, terapia logopédica, electroterapia, rehabilitación.

---

## ABSTRACT

**Objective:** This study assesses the behavior of proportional respiratory capacity for speech using speech therapy and abdominal electro-stimulation.

**Methods:** It was carried out an explicative, experimental, longitudinal and prospective study in a group of 26 persons with cervical spinal cord injuries. They were divided in two groups of 13 people each. The speech therapy was applied to the control and experimental group received electro-stimulation with speech therapy. The groups were compared before and after the treatment. The variables used were: forced inspiratory vital capacity, forced expiratory vital capacity and maximum phonation time. In the control group, there was a significant improvement in two of the measured variables; forced expiratory vital capacity and maximum phonation time while in the experimental group the three measured variables forced inspiratory vital capacity, forced expiratory vital capacity and maximum phonation Time were favorably modified.

**Conclusions:** The electro-stimulation combined with speech therapy was favorable for proportional respiratory capacity for speech.

**Keywords:** cervical spinal cord injury, speech therapy, electrotherapy, rehabilitation, Cuba.

---

## INTRODUCCIÓN

Las secuelas provocadas por una lesión medular espinal (LME) traumática constituyen uno de los retos más importantes en la rehabilitación, por afectar en mayor o menor medida a individuos jóvenes, originalmente en perfecto estado de salud.<sup>1</sup>

La LME tiene una incidencia anual reportada en un estudio de revisión realizado en 19 países (Brasil, Bulgaria, Chile, China, Islas Fiji, Groenlandia, Irán, Jordán, Kuwait, Qatar, Rumania, Rusia, Arabia Saudita, Sierra Leone, Sur África, Tailandia, Turquía, Vietnam, Zimbabue) de 25,5/millón/año. El trauma medular ocurre cuatro veces más frecuente en hombres que en mujeres. Aproximadamente el 40,7 % de LME se producen en la región cervical.<sup>1,2</sup>

En Cuba no se registran datos sobre la incidencia y prevalencia de la lesión medular traumática. Sin embargo, se conoce que de un total de 1368 casos atendidos entre 1995 y el 2000 en el Centro Nacional de Rehabilitación "Julio Díaz" de La Habana; el 23 % corresponde a personas con LME con edad media de 37,6 años; de ellos el 80 % son hombres.<sup>3</sup>

En las lesiones medulares cervicales (LMC) se afectan los procesos de inspiración y espiración, al producirse parálisis o paresia en los músculos primarios o accesorios que intervienen en esta función.<sup>4</sup> Como consecuencia del daño, las personas afectadas tienen una disminución en los volúmenes y capacidades pulmonares: capacidad vital forzada (FVC), flujo espiratorio (PEF) y volumen de aire espirado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>).<sup>5</sup> Todo lo anterior repercute en la comunicación oral, caracterizada por dificultades en la fluidez verbal, en la coordinación

---

fonorrespiratoria e hipofonía secundaria a la disminución del flujo aéreo y no al déficit de aducción de cuerdas vocales.<sup>6,7</sup>

En el proceso de fonación intervienen las estructuras básicas de los sistemas respiratorios superior e inferior. La voz para el habla es producida principalmente durante la fase de espiración. Las funciones del habla-respiración mantienen un flujo de aire relativamente constante para vencer la resistencia que les ofrece la glotis cerrada (área entre las cuerdas vocales) y por tanto proporcionan la fuerza aerodinámica para la fonación.<sup>8</sup> Del adecuado funcionamiento de la respiración dependerá en gran medida el estado del habla y la voz.

Existen pocas investigaciones para apoyar a los logopedas que dirigen su terapia hacia un aumento de la capacidad respiratoria en personas con LMC, pero es obvio que si hay una escasa cantidad de aire, a estas personas les será muy difícil sostener suficientemente la fonación para comunicarse con eficacia además de mostrar un aumento anormal de la tensión laríngea en el esfuerzo para mantener la locución normal. Por tanto, el trabajo respiratorio se convierte en factor imprescindible para el mejoramiento de los síntomas logopédicos en este grupo de personas.<sup>6,7,9</sup>

La espiración resulta habitualmente una actividad pasiva que se produce por la elasticidad de los elementos que integran la caja torácica; la inspiración la garantiza esencialmente el diafragma. Sin embargo, tanto en la inspiración como en la espiración intervienen una serie de músculos primarios y accesorios.<sup>10</sup>

Además del diafragma, en la inspiración participan como músculos primarios los supracostales, intercostales externos e internos y como accesorios, el escaleno, esternocleidomastoideo, trapecio, serratos antero superiores y postero superiores, pectorales mayor y menor, dorsal ancho, extensores de la columna dorsal, y subclavio. En el acto de espiración intervienen como músculos primarios el oblicuo interno y externo, recto abdominal, intercostales internos posteriores, triangular del esternón y como accesorios el dorsal ancho, serrato postero inferior, cuadrado lumbar e iliocostal lumbar.<sup>10</sup>

La fonación se produce básicamente durante la espiración, donde los músculos abdominales están activos en todos los individuos al inicio de la fonación para el habla. Especial importancia para la producción de la voz reviste la actividad de los músculos abdominales, que tiran de la caja costal hacia abajo y empujan la pared abdominal hacia dentro con la contracción.<sup>8</sup> Weismer, principal estudioso de la teoría respiración-habla reafirma la implicación de los músculos abdominales durante el habla.<sup>11</sup>

El Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) de La Habana, Cuba, brinda sus servicios a personas con LMC mediante tratamiento neurorrehabilitador, de manera intensiva y personalizada, conocido como Programa de Restauración Neurológica (PRN).<sup>12</sup>

En esta terapia interviene un equipo interdisciplinario compuesto por neurólogos, fisiatras, enfermeros, terapeutas ocupacionales, psicólogos, urólogos, terapeutas físicos, especialistas en medicina tradicional y logopedas. Estos últimos trabajan en la aplicación de un programa de rehabilitación logopédica (PRL) para el mejoramiento de la función respiratoria proporcional para el habla en estas personas.<sup>9,13</sup>

Este PRL fue validado por investigaciones realizadas en el CIREN en el 2008.<sup>13</sup> En ese estudio se observó que luego de cuatro semanas de tratamiento (un ciclo) los

pacientes con LMC de causa traumática mejoraban significativamente su capacidad respiratoria y la coordinación fonorrespiratoria. En un análisis realizado en el propio estudio se encontró que luego de dos ciclos de tratamiento y comparando los resultados obtenidos entre el final del primer ciclo y el final del segundo ciclo, las variables de capacidad respiratoria no se modificaban, por lo que era necesaria la búsqueda de alguna estrategia que permitiera potenciar el efecto del PRL.

La electroterapia de media frecuencia (EE) es un agente físico de uso común en la rehabilitación,<sup>14</sup> que influye en la potenciación muscular. Constituye una aplicación segura y confortable para el tratamiento de las personas y existen muchas evidencias en la literatura que justifican su implementación como vía para el mejoramiento de la función respiratoria.<sup>14,15,16,17,18</sup> Su posible uso como potenciador del efecto del PRL en pacientes con LMC fue el motivo de la presente investigación.

## **OBJETIVO**

Evaluar el comportamiento de la capacidad respiratoria proporcional para el habla con el uso de la electroterapia en músculos abdominales en personas con LMC de causa traumática.

Se siguió la hipótesis de que al mejorar la potenciación muscular de los rectos abdominales como músculos accesorios de la respiración se mejoraría la función respiratoria y con ello la comunicación oral. Por ello se agregó la aplicación de la EE en los músculos rectos abdominales al PRL como una alternativa para potenciar su efectividad.

Hasta donde se ha investigado no se conoce que en Cuba se haya reportado el uso de la EE como alternativa para el mejoramiento de la función respiratoria en el lesionado medular cervical de causa traumática.

## **MÉTODOS**

Se realizó un estudio experimental que incluyó 26 personas con LMC de causa traumática, atendidos en el departamento de logopedia de la Clínica Raquimedular, Esclerosis Múltiple y Enfermedades Neuromusculares del CIREN en el periodo comprendido desde febrero de 2009 a febrero de 2011.

Criterios de inclusión: personas con lesiones medulares de origen traumático a nivel cervical; edad entre los 18 y 70 años; tiempo transcurrido entre la ocurrencia de la lesión y la internación en la institución inferior a diez años; tolerancia a la electroestimulación.

Criterios de exclusión: presencia de signos indicativos de deterioro mental o de complicaciones psiquiátricas en el momento del estudio relacionadas o no con traumatismo; mal estado general, presencia de enfermedad cardiovascular, renal, hepática, diabetes, úlceras por presión que interfirieran con la realización de un programa terapéutico intensivo; presencia de enfermedades durante el período terapéutico; contraindicaciones para realizar la electroestimulación como: sangrados activos o agudos, personas con marcapasos, embarazos, hipotensión, personas sin respuesta muscular a la aplicación del estímulo eléctrico en la dosis prefijada en el estudio, negativa de la persona a participar en la investigación.

Todas las personas incluidas en el estudio presentaban compromiso respiratorio de diferentes grados, con características homogéneas en cuanto a las variables relevantes: sexo, edad y tiempo de evolución.

Después de reclutados, los 26 pacientes se dividieron en dos grupos: uno experimental y otro control, con 13 personas en cada uno. La asignación de los pacientes a cada grupo fue aleatoria, con uso de la función "aleatorio entre" de Excel 2007. De manera general, predominaron los hombres (69,2 %; 18/26) sobre las mujeres (30,8 %; 8/26). Los pacientes provenían de diferentes países: México (8), Venezuela (13), Jamaica (2) y Portugal (3). Las características demográficas y clínicas de ambos grupos se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características demográficas y clínicas de los grupos de pacientes con lesiones medulares cervicales participantes en el estudio (n = 26)

Variables demográficas y clínicas	Control (n = 13)	Experimental (n = 13)
Género	Hombres: 9 Mujeres: 4	Hombres: 9 Mujeres: 4
Edad (años)(X ± DS)	28,31 ± 9,46 (15-52)	29,54 ± 7,74 (18-44)
Tiempo de evolución de la enfermedad (meses) (X ± DS)	21,85 ± 26,32 (6-96)	37,08 ± 36,53(3-120)
Personas con nivel neurológico C4	1 (7,7 %)	0
Personas con nivel neurológico C5	6 (46,1 %)	7 (53,8 %)
Personas con nivel neurológico C6	6 (46,1 %)	3 (23,1 %)
Personas con nivel neurológico C7	0	3 (23,1 %)

Inervación de los músculos respiratorios:

C4: diafragma, escaleno, trapecio.

C5: diafragma, escaleno, serratos anterosuperiores, pectoral mayor, subclavio.

C6: escaleno, serratos anteroposteriores, pectoral mayor, dorsal ancho, subclavio.

C7: Escaleno, serratos anteroposteriores, pectoral mayor, dorsal ancho.

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética Médica y el Consejo Científico del CIREN. Todas las personas incluidas presentaron por escrito el consentimiento informado de participación en el estudio, se mantuvieron en anonimato los datos personales de cada persona tratada.

### Variabes clínicas empleadas

Capacidad vital inspiratoria forzada (FIVC). Volumen de aire movido por la persona con la mayor velocidad posible durante una inspiración profunda, después de una espiración total. Está formado por el volumen corriente más el volumen de reserva inspiratorio.

Capacidad vital espiratoria forzada (FVC): volumen de aire que la persona es capaz de expulsar durante una espiración profunda a la más alta velocidad posible,

después de una inspiración completa. Los valores de referencia dependen de la edad, sexo, peso y talla.<sup>4</sup>

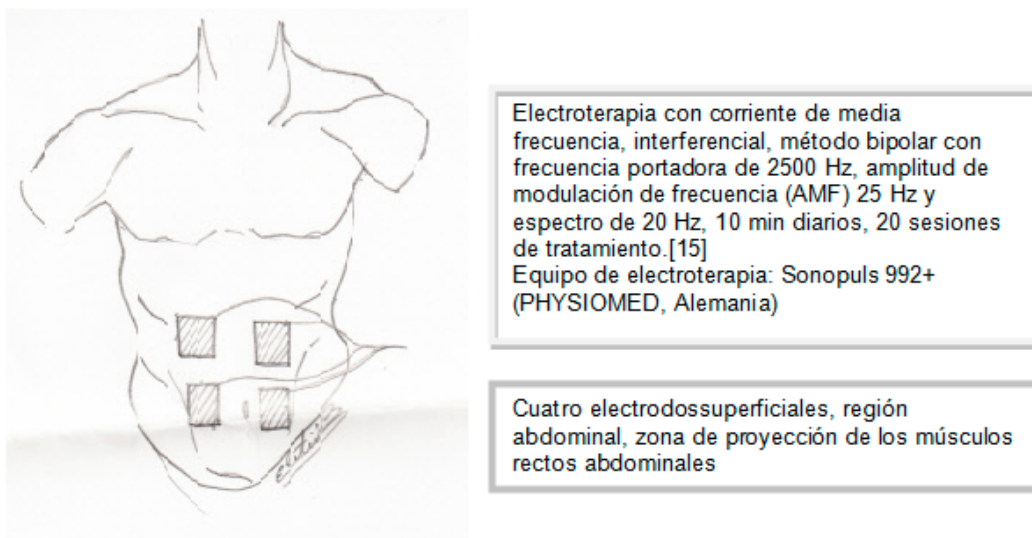
Tiempo máximo de fonación (TMF): tiempo máximo en que una persona puede sostener la fonación durante una espiración. Rango de referencia para el fonema /a/: mujeres: 16,7-25,7 s. Hombres: 22-34,6 s.<sup>4</sup>

Las variables FIVC y FVC se midieron con el espirómetro computarizado INSPIROMETER INTERFACE PDD-301/s (HILLMED, USA). Las evaluaciones fueron realizadas en los pacientes en posición de sentado; la coordinación fonorrespiratoria, medida por el tiempo máximo de fonación, se realizó en la misma posición y con el uso de un cronómetro (Joerex, China).

Antes y después del tratamiento todos los pacientes fueron sometidos a un estudio funcional respiratorio que incluyó las variables mencionadas. Las evaluaciones post tratamiento se realizaron al concluir las cuatro semanas de duración del mismo.

Grupo control: se aplicó el PRL establecido en el CIREN, el cual tiene como objetivo aumentar la capacidad respiratoria y mejorar la coordinación fonorrespiratoria.<sup>10</sup> Las actividades realizadas fueron: fortalecimiento de músculos respiratorios, técnicas de control respiratorio, entrenamiento específico de los músculos espiratorios e inspiratorios y ejercicios de alargamiento vocálico, lectura de palabras en una espiración aumentando cantidad de palabras en cada sesión de tratamiento. Para ello se emplearon 6 sesiones por semana de 1 h de tratamiento. La intervención fue de 24 h en un periodo de 4 semanas por cada persona.

Grupo experimental: se aplicó el PRL y la electroterapia con corriente de media frecuencia, interferencial, usando el método bipolar con frecuencia portadora de 2500 Hz, amplitud de modulación de frecuencia (AMF) 25 Hz y espectro de frecuencia 20 Hz, durante 10 min diarios por 20 días (20 sesiones de tratamiento).<sup>19</sup> Para ello se utilizaron dos sesiones de tratamiento diarias: en la primera se aplicó el PRL con el mismo procedimiento que al grupo control y en la segunda sesión se aplicó la electroterapia con el equipo Sonopuls 992+ (PHYSIOMED, Alemania). Fueron ubicados cuatro electrodos superficiales en la región abdominal en la zona de proyección de los músculos rectos abdominales (Fig.).



**Fig.** Esquema de electroestimulación en los músculos rectos abdominales a pacientes con lesión medular cervical de origen traumático

Las evaluaciones antes y después del tratamiento fueron realizadas por especialistas del Laboratorio de Evaluación Integral Psicomotriz (LEIS) del CIREN, quienes garantizaron la imparcialidad y el enmascaramiento de las evaluaciones. El LEIS está integrado por un grupo de profesionales (especialistas en Medicina Física y Rehabilitación, técnicos en Fisioterapia, Defectólogos, Logopedas y especialistas en Control Motor) encargados de evaluar, de forma neutral, la condición física y psíquica de las personas.<sup>20</sup>

Procesamiento de datos: para analizar los datos de las variables medidas se utilizó la media y la desviación estándar. Las variables cuantitativas (capacidad vital forzada, tiempo máximo de fonación y capacidad inspiratoria forzada) fueron comparadas dentro de un mismo grupo antes y después del tratamiento mediante el test de Wilcoxon para muestras pareadas. Se consideró diferencia significativa una  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS

Con relación a las características demográficas y clínicas observadas en los grupos de estudio encontramos predominio de hombres 18 (69,2 %), edad media de  $28.31 \pm 9.46$  en el grupo control y  $29,54 \pm 7,74$  en el experimental (Tabla 1). Todos los pacientes presentaban lesión medular cervical, distribuida desde C4 hasta C7, con predominio en el grupo experimental las lesiones con nivel C5 y en el control C5 y C6.

De las variables clínicas evaluadas se encontró que luego de la terapia hubo una mejoría significativa para el grupo control en dos (FVC y TMF); en el grupo experimental la mejoría fue significativa en las tres variables estudiadas (FIVC, FVC y TMF) como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 1.** Características demográficas y clínicas de los grupos de pacientes con lesiones medulares cervicales participantes en el estudio (n = 26)

Variables demográficas y clínicas	Control (n = 13)	Experimental (n = 13)
Género	Hombres: 9 Mujeres: 4	Hombres: 9 Mujeres: 4
Edad (años)(X ± DS)	28,31 ± 9,46 (15-52)	29,54 ± 7,74 (18-44)
Tiempo de evolución de la enfermedad (meses) (X ± DS)	21,85 ± 26,32 (6-96)	37,08 ± 36,53(3-120)
Personas con nivel neurológico C4	1 (7,7 %)	0
Personas con nivel neurológico C5	6 (46,1 %)	7 (53,8 %)
Personas con nivel neurológico C6	6 (46,1 %)	3 (23,1 %)
Personas con nivel neurológico C7	0	3 (23,1 %)

Inervación de los músculos respiratorios:

C4: diafragma, escaleno, trapecio.

C5: diafragma, escaleno, serratos anterosuperiores, pectoral mayor, subclavio.

C6: escaleno, serratos anteroposteriores, pectoral mayor, dorsal ancho, subclavio.

C7: Escaleno, serratos anteroposteriores, pectoral mayor, dorsal ancho.

**Tabla 2.** Variables de la capacidad respiratoria y coordinación fonorrespiratoria. Evaluaciones antes y después del tratamiento.

Variable	Grupo Control			Grupo Experimental		
	Inicial (X±DS)	Final (X±DS)	p*	Inicial (X±DS)	Final (X±DS)	p*
FVC (mL)	1107 ±144	1153±112	0.15730	1740 ± 714	2652 ± 855	0.00147
FVC (mL)	1638±713	2084±794	0.00331	1790 ± 656	2593 ± 909	0.00298
TMF (s)	10.93±6.4	21.03±9.35	0.00237	10.89±7.36	23.77±9.6	0.00221

\*Test de Wilcoxon. Significación: p ≤0.05.

FVC: capacidad vital inspiratoria forzada.

FVC: capacidad vital forzada.

TMF: tiempo máximo de fonación

## DISCUSIÓN

En la muestra estudiada se evidencia un predominio de hombres lo cual se corresponde con la literatura revisada. En estudios realizados en la población cubana se reporta una edad media de 23 años y en otras poblaciones la edad media ha sido 32 años.<sup>2,3</sup> En un estudio descriptivo de la lesión medular realizado en el CIREN se reporta el 41,4 % de la muestra entre 17 y 25 años, el 82,8 % de sexo masculino.<sup>21</sup> Las personas incluidas en este estudio provenían de diferentes países, por lo que las diferencias observadas podrían atribuirse a que estos grupos



son más heterogéneos, ya que no son representativos de la población de un país determinado.

Además, es necesario tener en consideración que las personas que son atendidas por nuestro grupo de trabajo se encuentran en la fase de cronicidad y los estudios epidemiológicos regularmente se realizan en estadios tempranos de la lesión medular. Sin embargo, y conforme han demostrado otros estudios, esta condición neurológica es más frecuente en hombres y en personas jóvenes, lo cual coincide con lo observado.<sup>2,21,22</sup>

En el caso del tiempo de evolución de la lesión, el tiempo medio fue menor en el grupo control, lo que pudiera crear un sesgo favorable para este grupo y desfavorable en el experimental. No obstante, en un estudio realizado por Real-González y col., se evidenció que este factor no guardaba relación con la evolución de los pacientes luego del programa de rehabilitación respiratoria utilizado.<sup>13</sup>

En general, según el nivel neurológico de lesión, las más frecuentes fueron localizadas en los segmentos C5-C6 en el 84,6 % de los casos (22/26); esto se explica por las características biomecánicas de la región cervical, que tiene una mayor capacidad de movilidad comparativamente con las otras, por lo tanto, la vulnerabilidad al traumatismo es mucho mayor. Estos resultados son semejantes a otra serie de casos reportados.<sup>22</sup>

La presente investigación evidencia que existe un efecto positivo la aplicación del Programa de Rehabilitación Logopédica; estos resultados corroboran lo demostrado en estudios anteriores.<sup>9,13</sup> Asimismo el grupo que usó la electroterapia en músculos rectos abdominales, evidenció cambios significativos en las variables medidas y con mayores grados de significación estadística. (Tabla 2)

En nuestro criterio, estos resultados apoyan la idea de que el uso de la EE puede potenciar el efecto del PRL. La corriente de media frecuencia o interferencial de Nemeo consiste en corrientes alternas sinusoidales de media frecuencia, entre 1000 y 10,000 Hz;<sup>19</sup> se plantea que la estimulación interferencial puede producir una contracción más fuerte y significativamente más tolerable que el estímulo de las corrientes de baja frecuencia. El efecto obtenido se logró con una EE de media frecuencia de solo 2500 Hz.

Es necesario destacar que estos resultados no pueden ser concluyentes, pues una limitación importante del estudio es el pequeño número de personas que conformó cada grupo y otra, el no seguimiento en el tiempo. Por tanto, sería necesario incrementar la muestra del estudio y evaluar a estas personas en diferentes tiempos, con la finalidad de valorar la estabilidad de la mejoría en las variables clínicas, constatada en este trabajo.

La importancia del estudio radica en que significa un paso de avance en la búsqueda de nuevas estrategias de intervención, teniendo en consideración que hasta donde se conoce en el país no se ha reportado el uso de la EE en músculos abdominales para el mejoramiento de la función respiratoria en el lesionado medular cervical de causa traumática, como antes se ha señalado. A nivel internacional se han reportado series de casos tratados con EE, pero sin la combinación de PRL+EE.<sup>14,15,16,17,18,23</sup>

Aunque se considera importante mantener el seguimiento de estos pacientes en el tiempo, con vistas a evaluar si el efecto de la combinación de tratamientos se mantiene o si es necesario realizar más de una intervención con la EE, se considera que la aplicación de electroestimulación en los músculos abdominales durante el

PRL resultó beneficiosa para el mejoramiento de la función respiratoria proporcional para el habla en las personas tratadas. Hasta donde se conoce, esta es la primera experiencia de rehabilitación de este tipo realizada en Cuba.

## CONCLUSIONES

La electroterapia en músculos rectos abdominales como procedimiento acompañante de la rehabilitación logopédica resulta beneficiosa para el mejoramiento de la capacidad respiratoria proporcional al habla en personas con LMC de causa traumática.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Das S, Datta PP, Das M, De S, Firdoush KA, Sardar T, et al. Epidemiology of cervical spinal cord injury in eastern India: an autopsy-based study. *NZ Med J.* 2013;126(1377):30-40.
2. Vafa Rahimi-Movaghar, Mohammad Kazem Sayyah, HesamAkbari, Reza Khorramirouz, Mohammad R. Rasouli, MaziarMoradi-Lakeh, et al. epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiol* 2013;41:65-85
3. Torres-Delis D. Fisioterapia respiratoria en el lesionado medular. *Rev Cubana OrtopTraumatol.* 2001;15:1-2.
4. Schilero GJ, Spungen AM, Bauman WA, Radulovic M, Lesser M. Pulmonary function and spinal cord injury. *Respir Physiol Neurobiol.* 2009;166(3):129-41.
5. Aurora S, Flower O, Murray NP, Lee BB. Respiratory care of patients with cervical spinal cord injury: a review. *Crit Care Resusc.* 2012;14(1):64-73.
6. Tamplin J, Brazzale DJ, Pretto JJ, Ruehland WR, Buttifant M, Brown DJ, et al. Assessment of breathing patterns and respiratory muscle recruitment during singing and speech in quadriplegia. *Arch Phys Med Rehab.* 2011;92(2):250-6.
7. Tamplin Jeanette PhD, Baker Felicity PhD, Grocke D, Brazzale D, Pretto J, Ruehland, et al. Effect of singing on respiratory function, voice, and mood after quadriplegia: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2013;94(3):426-34
8. Morrison M, Rammage L. Tratamiento de los trastornos de la voz. Barcelona: Masson, SA; 1996:16-20.
9. López Hernández M, Padín Hernández MC. Repercusión de la rehabilitación respiratoria en pacientes con lesiones medulares altas. *Rev Mex Neurociencias.* 2002;3(2):93-5.

10. Kendall FP, McCreary EK. Músculos: pruebas y funciones. 2.ed. Barcelona: Editorial JIMS; 1985.
11. Weismer G. Speech production. In: Handbook of Speech, Language and Hearing Pathology (eds N. Lass, L. McReynolds, J. Northern and D. Yoder). St Louis, Mosby Year Books; 1988.
12. Rodríguez-Mutuberría L, Álvarez-González L, López M, Bender-del Busto Juan E, Fernández-Martínez E, Martínez-Segón S, et al. Efficacy and tolerance of a neurological restoration program in stroke patients. *Neuro Rehabilitation*. 2011;29:381-9.
13. Real-González Y, López-Hernández M, Cabrera-Gómez JA, González-Murgado M, Díaz-Márquez R, Armenteros-Herrera N. Eficacia del programa de rehabilitación respiratoria para personas con lesiones medulares cervicales. *Rev Mex Neurociencias*. 2008;9(3):184-8
14. Onders RP. Functional electrical stimulation: restoration of respiratory function. *HandbClin Neurol*. 2012;109:275-82
15. Renata Jarosz, Meagan M. Littlepage, Graham Creasey and Stephen L. McKenna. Functional electrical stimulation in spinal cord injury respiratory care. *Spinal Cord Inj Rehabil*. 2012 Fall; 18(4): 315-21.
16. Jarosz R, Littlepage MM, Creasey G, McKenna SL. Functional electrical stimulation in spinal cord injury respiratory care. *Spinal Cord Inj Rehabil*. 2012;18(4):315-21.
17. McLachlan AJ, McLean AN, Allan DB, Gollee H. Changes in pulmonary function measures following a passive abdominal functional electrical stimulation training program. *J Spinal Cord Med*. 2013;36(2):97-103.
18. Lee BB, Boswell-Ruys C, Butler JE, Gandevia SC. Surface functional electrical stimulation of the abdominal muscles to enhance cough and assist tracheostomy decannulation after high-level spinal cord injury. *J Spinal Cord Med*. 2008;31(1):78-82
19. Martín Cordero JE. Agentes Físicos Terapéuticos. Electroterapia de media frecuencia. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2008:323-35.
20. Sentmanat Belisón A. Sistema de neurorrehabilitación multifactorial intensiva: de vuelta a la vida. La Habana: Sangova; 2003.
21. Barnés JA, Bender JE, Araujo F, Zamora F, Hernández E, Rodríguez ML. Lesión medular traumática. *Rev.Mex. Neurociencias*. 2003;4(1):21-5.
22. Santiago P, Fessler RG. Traumatismos de la médula espinal. Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento. 4 ed. Madrid: Elsevier; 2004. p. 1141-70.

23. Di Marco AF, Kowalski KE, Geertman RT, Hromyak DR. Spinal Cord Stimulation. A New Method to Produce an Effective Cough in Patients with Spinal Cord Injury. J RespirCritCareMed. 2006;173:1386-9.

Recibido: 11 agosto 2015

Aceptado: 15 diciembre 2015

Lic. Yanely Real González. Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN).Playa. La Habana. Cuba. e mail: yanely@neuro.ciren.cu