



Ciencia y Deporte

Volumen 8 número 2; 2023





La función respiratoria en los tenistas con lesión medular

[Respiratory Function of Tennis Players with Spinal Cord Injury]

[Função respiratória em tenistas lesionados na medula espinhal]

Indira Mercedes Sainz Reyes ^{1*}  , Yanelis Aballe Pérez¹  , Esteban Juan Pérez Hernández¹ 

¹Facultad de Cultura Física y Deporte. Universidad de Holguín, Cuba.

*Autor para la correspondencia: yaballe@uho.edu.cu

Recibido:10/01/2023.
Aprobado:20/02/2023.

RESUMEN

Introducción: Los atletas con lesión medular presentan deterioro o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos cervical, torácico, lumbar o sacro de la médula espinal, que provoca en menor o mayor grado disminución en la amplitud de los movimientos y limita el desarrollo de los músculos principales y auxiliares de la respiración. Estos factores contribuyen a que existan dificultades en la función respiratoria, situación que va en detrimento del rendimiento deportivo.
Objetivo: Evaluar la función respiratoria de los atletas con lesión medular que integran la selección nacional de tenis de mesa.



Materiales y métodos: En la investigación se emplean métodos de orden teórico, empírico y matemático-estadístico.

Resultados: se realizó un estudio de corte transversal en la etapa de preparación general, se determinaron en ambos sexos, parámetros respiratorios y cardiovasculares: capacidad vital forzada, tiempo de apnea y frecuencia cardíaca en reposo. A partir de la capacidad vital forzada alcanzada al final de la prueba, del tiempo de apnea en inspiración y el pulso en reposo se determinó las posibilidades generales cardio-respiratoria de los atletas. Los resultados obtenidos, demostraron la necesidad de evaluar periódicamente la función respiratoria de los atletas con lesión medular para lograr la optimización individual del entrenamiento y mejorar los resultados deportivos.

Conclusiones: Las pruebas funcionales aplicadas demostraron que los tenistas con lesión medular presentan disminución de la capacidad vital pulmonar, dificultades en la apnea principalmente en la inspiración, además se evidenció que los tenistas con paraplejia tienen mejores posibilidades generales cardiorrespiratorias que los tenistas con tetraplejia.

Palabras clave: Evaluación, función respiratoria, lesión medular, capacidad vital pulmonar, tenis de mesa.

ABSTRACT

Introduction: Athletes with spinal cord injury experience deterioration or loss of motor and/or sensory function in the cervical, thoracic, lumbar, or sacral areas of the spine, causing a greater or lesser reduction of movement that limits the development of the main and auxiliary muscles involved in breathing. These factors lead to defects in respiratory functions, hampering sports performance.

Aim: To evaluate the respiratory function of national table tennis selection athletes with spinal cord injuries.

Materials and methods: this study relied on theoretical, empirical, and mathematical-statistical methods.

Results: A transversal study done during the general training stage of the two sexes revealed respiratory and cardiovascular parameters, such as forced vital capacity, apnea duration, and heartbeat at rest. The overall cardio-respiratory possibilities of athletes



were determined according to the forced vital capacity observed at the end of the test, apnea duration while inhaling, and pulse at rest. The results demonstrated the need for periodical evaluation of the respiratory function of athletes with spinal cord injury, to customize training optimization and enhance sports performance.

Conclusions: The functional tests demonstrated that tennis players with spinal cord injuries were observed to have limited vital pulmonary capacity and apnea issues, especially while inhaling. The paraplegic athletes showed better cardiorespiratory possibilities than the tetraplegic tennis players.

Keywords: Evaluation, respiratory function, spinal cord injury, vital pulmonary capacity, table tennis.

SÍNTESE

Introdução: Atletas com lesão medular têm comprometimento ou perda da função motora e/ou sensorial nos segmentos cervical, torácico, lombar ou sacral da medula espinhal, o que causa, em menor ou maior grau, diminuição da amplitude de movimento e limita o desenvolvimento da musculatura principal e auxiliar da respiração. Estes fatores contribuem para dificuldades na função respiratória, uma situação que é prejudicial ao desempenho esportivo.

Objetivo: Avaliar a função respiratória de atletas com lesão medular que são membros da equipe nacional de tênis de mesa.

Materiais e métodos: Métodos teóricos, empíricos e matemáticos-estatísticos foram utilizados na pesquisa.

Resultados: Foi realizado um estudo transversal na fase geral de preparação. Os parâmetros respiratórios e cardiovasculares foram determinados em ambos os sexos: capacidade vital forçada, tempo de apneia e frequência cardíaca em repouso. A partir da capacidade vital forçada alcançada no final do teste, do tempo de apneia na inspiração e da frequência de pulso em repouso, foram determinadas as possibilidades cardio-respiratórias gerais dos atletas. Os resultados obtidos demonstraram a necessidade de avaliar periodicamente a função respiratória dos atletas com lesão medular, a fim de obter uma otimização individual do treinamento e melhorar os resultados esportivos.

Conclusões: os testes funcionais aplicados mostraram que os tenistas com lesão medular



diminuíram a capacidade vital pulmonar, dificuldades na apneia, principalmente na inspiração, e também foi demonstrado que os tenistas com paraplegia têm melhores possibilidades cardiorrespiratórias gerais do que os tenistas com tetraplegia.

Palavras-chave: Avaliação, função respiratória, lesão da medula espinhal, capacidade pulmonar vital, tênis de mesa.

INTRODUCCIÓN

Los excelentes resultados obtenidos en los juegos panamericanos y paraolímpicos en los últimos años por los tenistas cubanos con lesión medular (LM), son el reflejo de la exigencia que han tenido en su preparación deportiva, la cual amerita la integración de diversas especialidades para su desarrollo físico, técnico-táctico, psicológico y funcional.

Debido al deterioro o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos torácico, lumbar o sacro de la médula espinal Brizuela, G. *et al.* (2016), los tenistas que portan esta lesión tienen una disminución en la amplitud de los movimientos que les limita el desarrollo de los músculos principales y auxiliares de la respiración; por esa razón se torna indispensable la evaluación de la función respiratoria para optimizar la individualización de su entrenamiento deportivo.

En la búsqueda de información sobre los antecedentes de esta problemática, se detectó que, tanto en Cuba como a nivel internacional se han realizado escasas investigaciones sobre la evaluación de la función respiratoria en los atletas con LM, debido a las características y particularidades propias de cada limitación que ha provocado que los estudios se hayan realizado con muestras pequeñas y muy heterogéneas. Entre los autores podemos citar: Sainz *et al.* (2015), Núñez *et al.* (2020), sus artículos se dirigen a la evaluación de indicadores físico-fisiológicos, prevaleciendo el estudio de la capacidad cardiovascular como parámetro fisiológico a evaluar; a pesar de que no abordan con profundidad la evaluación de la función respiratoria constituyen criterios referenciales de esta investigación.



Por otro lado, las exigencias del tenis de mesa para los atletas con LM son casi iguales a la de los atletas convencionales, para cumplir con estas y tener un buen rendimiento, los atletas requieren de una buena resistencia física para poder solucionar los requerimientos de O₂ que demandan los músculos esqueléticos y cardíacos durante el ejercicio. Fue esta la razón que motivó la realización de este estudio con el objetivo de evaluar la función respiratoria de los atletas con LM que integran la selección nacional de tenis de mesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los métodos y técnicas empleados durante el desarrollo de la investigación se relacionan a continuación:

Se realizó un estudio de corte transversal en la etapa de preparación general, a tres tenistas que integran la selección nacional de tenis de mesa paralímpico en sillas de ruedas. Este equipo está compuesto por una mujer que pertenece a la clase 3 por tener la lesión medular en la región lumbar y dos hombres que pertenecen a la clase 1 por tener la lesión en las regiones *cervicotorácica*. Se determinaron en ambos sexos, parámetros respiratorios: capacidad vital forzada (ml), tiempo de apnea en inspiración y en espiración (s).

Las pruebas funcionales para evaluar el sistema respiratorio, fueron la apnea voluntaria en inspiración y espiración, la espirometría y la curva espirométrica, estas últimas se realizaron utilizando un espirómetro digital FCS 10000.

Se determinó también la frecuencia cardíaca en reposo y se expresó en lat/min. A partir de la capacidad vital forzada alcanzada al final de la prueba, del tiempo de apnea y el pulso en reposo se determinó el índice de Skibinski que evalúa las posibilidades generales cardiorrespiratoria, se utilizó la siguiente fórmula Ecuación 1:



$$\frac{\frac{\text{Cap.vital(ml)}}{100} \times \text{tiempo de la apnea(seg)}}{\text{pulso en reposo(puls/min)}} \quad (1)$$

Para el sistema respiratorio se determinó la capacidad vital pulmonar, utilizando un espirómetro digital FCS 10000. Los resultados de la espirometría fueron tabulados según los valores establecidos, dónde se plantea que para las mujeres el valor promedio de la capacidad vital es 3500 ml y para los hombres es de 4000 ml.

Procedimiento Metodológico para realizar la espirometría:

- Comunicar al atleta de forma clara y precisa la prueba que se le va a realizar.
- Colocar al atleta sentado en su silla de ruedas de frente al espirómetro digital.
- Colocar la boquilla en la boca y las pinzas en la nariz del atleta (verificar si hay escape de aire).

Pedir al atleta que:

- Primero realice una inspiración profunda.
- Segundo que realice una expiración máxima soplando rápido y fuerte todo el aire posible por la boquilla del espirómetro.
- Finalmente, se le indicará al atleta que respire normalmente.

Para la curva espirométrica se realizarán cinco tomas cumpliendo con estos procedimientos metodológicos, con un intervalo entre una toma y otra de 10 a 15 seg. Siempre que las tomas aumenten o se mantengan en los valores iniciales el resultado es correcto, si descienden no lo es.

Se evaluó la apnea voluntaria, contando los segundos (s.) que mantienen los atletas en estado normal, de expiración e inspiración máxima; en esta prueba los valores promedios para las mujeres oscilan entre 50-60 s. y para los hombres entre 70-80 se aproximadamente en inspiración y para la expiración los valores para el sexo femenino son 30 (s) y para el sexo masculino 40(s).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados obtenidos en la espirometría, se evidencia que los tres atletas con LM, presentan disminución de la capacidad vital pulmonar, pues ninguno llega a los valores promedios establecidos, esta disminución se debe a la disfunción de la musculatura respiratoria relacionada con el grado y localización de la lesión neurológica, así como el tiempo de evolución de la lesión, pues todos los atletas presentan esta discapacidad hace más de 15 años.

La curva espirométrica se comportó desfavorablemente para un atleta, en vez de aumentar progresivamente las tomas o mantenerse, disminuyeron, esto puede estar debido independientemente a la lesión a que este sujeto fuma, hábito tóxico que va en detrimento de su sistema respiratorio. Para los otros dos atletas la curva incrementa gradualmente en las tomas, por lo que, en esta prueba a pesar de tener una capacidad vital disminuida, están evaluados de bien.

Para el índice de Skibiniski, el atleta #1 tiene mejores posibilidades generales cardiorrespiratorias que los atletas #2 y #3, según la escala de clasificación declarada por Roig (2010). El atleta #1 pertenece a la clasificación funcional tres por tener la lesión medular en los segmentos torácico y lumbar, presenta una paraplejía que no le imposibilita la función de los brazos, además su frecuencia cardíaca es superior a la de los otros atletas. Los atletas #2 y #3 pertenecen a la clasificación funcional 1 por tener la lesión medular en el segmento cervical, los dos tienen una tetraplejía y su frecuencia cardíaca a pesar de que está en los rangos normales de la frecuencia cardíaca máxima es inferior a la del atleta con paraplejía.

Al valorar los tiempos de apnea voluntaria, se comprueba que los tres atletas, se encuentran evaluados de mal, ninguno llega a los valores referenciados para la población normal, presentando mayores dificultades los atletas tetrapléjicos, principalmente en la apnea en inspiración.



Con estas pruebas se corrobora que existen alteraciones en la función respiratoria de los atletas con LM, que varía en grado de dificultad en dependencia de donde se encuentre localizada la lesión (Tabla 1).

Tabla 1. - Pruebas Funcionales para el sistema respiratorio

Sistema respiratorio			
Pruebas			
Atleta # 1 (Femenino) Clase 3	Espirometría	2075 ml	Malo
	Curvaespirométrica	1210 ml 1825 ml 2027ml	Bueno
	Índice de Skibiniski	11,6	Regular
	Tiempo de apnea	Inspiración	Espiración
		44.68 seg	26.39 seg
	Atleta # 2 (Masculino) Clase 1	Espirometría	2240 ml
	Curvaespirométrica	1625 ml 2240 ml 1965 ml	Malo
	Índice de Skibiniski	10.7	Malo
	Tiempo de apnea	Inspiración	Espiración
		34.90 seg	21.19 seg
	Atleta # 3 (Masculino) Clase 1	Espirometría	2627 ml
	Curvaespirométrica	1760 ml 2245 ml 2627 ml	Bien
	Tiempo de apnea	Inspiración	Espiración
		16	36

La función respiratoria pulmonar necesita la utilización de musculaturas que están ubicadas en diferentes regiones del cuerpo, que abarcan desde el cuello hasta la región abdominal. Dependiendo del nivel de la lesión medular (LM), la función respiratoria puede verse afectada en diferentes grados. Mientras que para las personas con una LM baja (a nivel lumbar o sacro) los parámetros respiratorios son relativamente normales ya



que no suele afectar el control de ningún músculo respiratorio Martínez & López, (2014), en personas con una LM alta (dorsal alta o cervical) la función respiratoria se reduce considerablemente Winslow & Rozovsky, (2003), llegando a provocar la ausencia total de la mecánica respiratoria. Cuando la LM es completa y se sitúa por encima de C3, obliga al uso de un equipo externo de respiración. Entre esos límites extremos, el nivel (y el grado de afectación) de la LM determinará la musculatura respiratoria que la persona podrá emplear para su ventilación pulmonar Brizuela *et al.* (2016).

Los estudios realizados por Haisma *et al.* (2006), Slater & Meade, (2004) demostraron la diferencia que existe en la potencia aeróbica medida entre personas con LM alta y baja, alcanzando a doblar, las personas con paraplejía, los valores de VO₂MAX (consumo máximo de oxígeno o potencia aeróbica) de las personas con tetraplejía, lo mismo ocurre cuando se compara una LM completa frente a una LM incompleta, la disminución de la masa muscular respiratoria, trae consigo alteraciones en la respuesta cardiovascular.

Teniendo en consideración que las enfermedades del sistema respiratorio y sus complicaciones tienen una repercusión sumamente importante en la salud de las personas con LM, su prevención, así como la búsqueda de una mejor función respiratoria, debería ser un objetivo claro en cualquier programa tanto de rehabilitación como de entrenamiento deportivo Brizuela, *et al.* (2016).

En este sentido, diferentes autores Bhambhani, (2002); Slater y Meade, (2004); Price & Campbell, (1999); Bar-On & Nene, (1990) citados por Brizuela, *et al.* (2016), destacan la gran diferencia entre personas con LM que practican deporte de forma regular y quienes no lo hacen, revelando para los primeros una mayor potencia aeróbica y otros índices relacionados con la capacidad de realizar un esfuerzo de forma sostenida.

Paralelamente, numerosos autores Brizuela *et al.* (2010); Jacobs & Nash, (2004); Spooren *et al.* (2009); Le Foll-de Moro *et al.* 2005; Van Houtte *et al.* (2006); Roth *et al.* (2010) citados por Martínez & López, (2014) destacan los efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre los parámetros respiratorios en personas con LM a diferentes niveles e incluso recomiendan el entrenamiento en el medio acuático.



Sin embargo, a pesar de que hoy se conoce la importancia que genera los ejercicios y el deporte para mejorar la función respiratoria en los atletas con LM, los estudios realizados sobre la evaluación de la capacidad pulmonar en estos deportistas son insuficientes; el volumen ventilatorio en ellos se reduce principalmente para los que tiene una LM alta, para cumplir con la demanda del oxígeno los atletas incrementan la frecuencia respiratoria, lo cual reduce la eficiencia y aumenta el gasto energético durante la actividad Física.

CONCLUSIONES

Los resultados de las pruebas realizadas, evidenció la necesidad de evaluar la función respiratoria de los atletas con LM, que integran la selección nacional de tenis de mesa, a partir de las alteraciones que presentan como consecuencia de la lesión y de la importancia que tiene valorar periódicamente este sistema para la optimización individual del entrenamiento deportivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brizuela, G. *et al.* (2016). Lesión medular y ejercicio físico: revisión desde una perspectiva deportiva. *Revista Española de Discapacidad*, 4 (2), pp. 163-185.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5765597.pdf>
- Haisma, J. A. *et al.* (2006). Physical capacity in wheelchair-dependent persons with a spinal cord injury: a critical review of the literature. *Spinal Cord*, 44 (11), pp. 642-652.
https://www.researchgate.net/publication/7243069_Physical_capacity_in_wheelchair-dependent_persons_with_a_spinal_cord_injury_A_critical_review_of_the_literature



Martínez, P. Y. O., & López, J. A. H. (2014). Importancia del ejercicio físico en la capacidad pulmonar de personas con lesión medular, una propuesta pedagógica a través del medio acuático. *Revista Iberoamericana de las Ciencias de la Salud*, 3 (5), pp. 1-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5045737>

Núñez, E., O'Reilly, A.M., & Palacios, D.M. (2020). Estudio de indicadores antropométricos que inciden en el modo de combatir del equipo social de esgrima en sillas de ruedas de Villa Clara. *Revista Conecta Libertad*, 4 (2), pp. 75-78.
<https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/150/344>

Sainz, I. M. (2015) Evaluación de las capacidades físicas condicionales en atletas con limitación físico motoras. *Podium Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 10 (2), pp. 160-170.
<https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/627>

Slater, D., & Meade, M. A. (2004). Participation in recreation and sports for persons with spinal cord injury: review and recommendations. *Revista Neuro Rehabilitation*, 19 (2), pp. 121-129. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15201471/>

Winslow, C., & Rozovsky, J. (2003). Effect of spinal cord injury on the respiratory system". *Revista American journal of physical medicine & rehabilitation*, 82 (10), pp. 803-814. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2031930/>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial
Compartir igual 4.0 Internacional
Copyright (c) 2023 Indira Mercedes Sainz Reyes, Yanelis Aballe Pérez, Esteban Juan
Pérez Hernández