

# Complicaciones respiratorias de la tetraplejia: Una mirada a las alternativas terapéuticas actuales

DANIELA GARCÍA P.\*, JORGE CASTILLO M.\*\* y JESSICA CASTILLO C.\*\*\*

## Respiratory complications in tetraplegia: Overview to current therapeutic alternatives

*Respiratory complications are the first cause of death in patients with tetraplegia, including both the acute and chronic stage of the disease. They include a wide variety of respiratory problems, such as repeated pneumonias, atelectasis, unsatisfactory secretions manage, respiratory failure, hypoventilation, and other complex pathologies such as pulmonary embolism and sleep apnea syndrome. It has been postulated that the main cause of all these respiratory complications is weakness of intercostals and abdominal muscles, and partial or complete dysfunction of the diaphragm. Today we have multiple therapeutic alternatives to prevent, manage and specifically treat the multiple types of complications. The main objective of this article is to review the different therapeutical alternatives and encourage the study of this important topic.*

**Key words:** Tetraplegia, physical therapy, phrenic nerve stimulation, aminopiridine, noninvasive mechanical ventilation.

## Resumen

*Las complicaciones respiratorias son la principal causa de muerte en los pacientes con tetraplejia, tanto en el período agudo como crónico. En esta categoría se incluyen diversas alteraciones como neumonías recurrentes, atelectasias, mal manejo de las secreciones, insuficiencia respiratoria e hipoventilación. Además, son frecuentes patologías más complejas como el tromboembolismo pulmonar y la apnea obstructiva del sueño. Se postula que las causas principales de los problemas respiratorios son la debilidad de los músculos intercostales y abdominales, y la disfunción parcial o total del diafragma. Hoy en día existen múltiples alternativas terapéuticas para prevenir, manejar y tratar en forma específica las diversas complicaciones. El propósito de este artículo es revisar las opciones terapéuticas actualmente vigentes y despertar el interés entre los clínicos para profundizar más en este importante tema.*

**Palabras clave:** Tetraplejia, terapia física, estimulación nervio frénico, aminopiridina, ventilación no invasiva.

## Introducción

El primer documento que habla del daño medular data entre los años 3000 y 2500 antes de Cristo<sup>1</sup>. Fue encontrado en Egipto y fue escrito por Imhotep. Este personaje, por muchos considerado como el padre de la Medicina, fue un gran médico, astrólogo y arquitecto<sup>2</sup>. Imhotep describió múltiples patologías, dentro de ellas el

daño medular. En uno de sus escritos, el papiro de *Edwin Smith*, consignó que no había nada que hacer por los pacientes que padecían esta dolencia<sup>3</sup>. Desde ese entonces, gracias al esfuerzo de muchos, se han realizado diversas investigaciones y aportes que permiten hoy en día disponer de múltiples y variadas alternativas terapéuticas para el manejo del daño medular.

El daño medular se define como una lesión

\* Médico General, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

\*\* Kinesiólogo Respiratorio, Hospital del Trabajador de Santiago.

\*\*\* Médico Fisiatra, Servicio de Rehabilitación, Hospital del Trabajador de Santiago.

de la médula espinal, que determina cambios transitorios o permanentes de su función motora, sensitiva o autonómica<sup>4</sup>. Actualmente, se utiliza la clasificación de la Sociedad Americana de Daño Medular (*American Spinal Cord Association Impairment Scale (ASIA)*) para clasificar estos pacientes. La clasificación de ASIA selecciona los pacientes de acuerdo a si tienen o no preservación de la función motora o sensitiva de la región sacra<sup>5</sup>. Así, los pacientes que no tienen función sacra son catalogados con daño completo y los que preservan función con daño incompleto. Esta diferenciación tiene una gran importancia pronóstica, ya que los pacientes con lesión incompleta tienen mayor posibilidad de recuperar funcionalidad.

En Estados Unidos, hay alrededor de 11.000 nuevos casos de daño medular al año, siendo la mayoría de los afectados del sexo masculino<sup>6</sup>. La tasa anual de lesionados medulares varía bastante en los distintos países. Por ejemplo, en España encontramos tasas de 30 por 100.000 habitantes, en Estados Unidos de 17 por 100.000 habitantes, en Japón de 4 por 100.000 habitantes; en los países en desarrollo, se registran tasas más bajas de alrededor de 1,5 por 100.000 habitantes<sup>7</sup>. En Chile, lamentablemente no disponemos de información epidemiológica sistemática, por lo que se desconocen las tasas de lesionados medulares en nuestro país. En el Hospital del Trabajador de Santiago se tiene registro de los pacientes que resultan con daño medular a causa de accidentes del trabajo y que ingresan al establecimiento para su manejo; se estima una tasa de 15 por 100.000 afiliados a esa entidad (Figura 1).

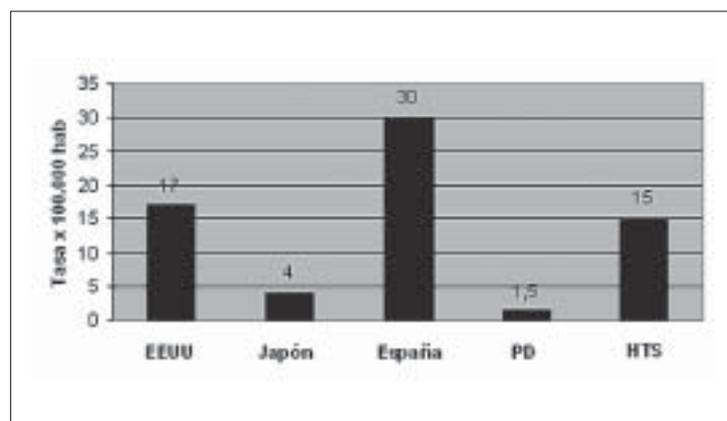
La edad promedio de los afectados es de 32 años y el nivel de lesión más frecuente es a nivel de la quinta vértebra cervical. La causa más frecuente de lesión medular son los acci-

dentos automovilísticos, seguido por los actos de violencia, las caídas y los deportes extremos<sup>6</sup>. Del total de los lesionados medulares, el 31,1% corresponde a tetraplejas incompletas, el 27% a paraplejas completas, el 21,4% a tetraplejas completas y el 20,5% a paraplejas incompletas<sup>8</sup>.

Las publicaciones nacionales que abordan el tema de la tetrapleja son escasas y, menos aún, los problemas respiratorios que esta conlleva. Los objetivos de este trabajo son revisar y profundizar en la fisiopatología y en la presentación clínica de las complicaciones respiratorias en el paciente tetrapléjico y además, revisar la literatura médica en lo que se refiere a las alternativas terapéuticas actualmente vigentes para el manejo de dichas complicaciones. De esta manera, se pretende despertar el interés de los clínicos por profundizar en esta materia y poder ofrecer a los pacientes que padecen de tetrapleja un manejo integral y actualizado.

### Complicaciones respiratorias de la tetrapleja

Las complicaciones respiratorias son frecuentes en las personas con daño medular, más aún en los pacientes tetrapléjicos. El término abarca una enorme variedad de patologías que incluyen infecciones respiratorias, problemas de ventilación y hasta tromboembolismo pulmonar y apnea del sueño. La importancia de la sospecha y pesquisa de estas complicaciones radica en que este grupo de enfermedades son en conjunto, la principal causa de muerte, tanto en el período agudo como crónico, en los pacientes con lesión medular<sup>9</sup>. De las complicaciones respiratorias, la que ocupa el primer lugar en morbilidad es la neumonía.



**Figura 1.** Tasas de incidencia de daño medular por 100.000 habitantes en Estados Unidos (EE.UU.), Japón, España, países en desarrollo (PD) y el Hospital del Trabajador de Santiago (HTS).

Los pacientes con tetraplejía presentan una disminución progresiva de los volúmenes pulmonares, en especial de la capacidad residual funcional. Es por esto que las principales complicaciones respiratorias que se observan en ellos son la acumulación de secreciones bronquiales, la presencia de atelectasias y la hipoventilación<sup>10</sup>. Estas a su vez favorecen las infecciones respiratorias a repetición y la insuficiencia respiratoria, y por este motivo muchas veces requieren conexión a ventilación mecánica.

Se postula que los pacientes con daño medular están más propensos a presentar este tipo de complicaciones, principalmente por debilidad de los músculos intercostales y abdominales, junto con disfunción parcial o total del diafragma. Por otra parte, los problemas respiratorios se pueden presentar en cualquiera de las fases evolutivas de la lesión medular (Tabla 1). En la etapa de *shock medular* se produce insuficiencia respiratoria, atelectasias y neumonías; en la fase de *automatismo* hay disminución de la respuesta tusígena y del flujo espiratorio máximo, fatiga de la musculatura respiratoria y problemas con el manejo de las secreciones; y, por último, en el período de *cronicidad* pueden estar presentes cualquiera de las patologías antes mencionadas<sup>7</sup>.

Los pacientes tetrapléjicos que desarrollan problemas respiratorios presentan característicamente un patrón respiratorio restrictivo, donde la capacidad vital forzada está disminuida y la capacidad pulmonar total tiende a preservarse hasta bien avanzada la enfermedad<sup>9</sup>. Otra peculiaridad de estos pacientes es que, a diferencia de la mayoría de los pacientes con problemas respiratorios, nunca presentan ortopnea. Es más, la posición supina, al suprimir el efecto de la gravedad, ayuda a disminuir el esfuerzo que debe

realizar el diafragma, de por sí insuficiente en ellos<sup>11</sup>.

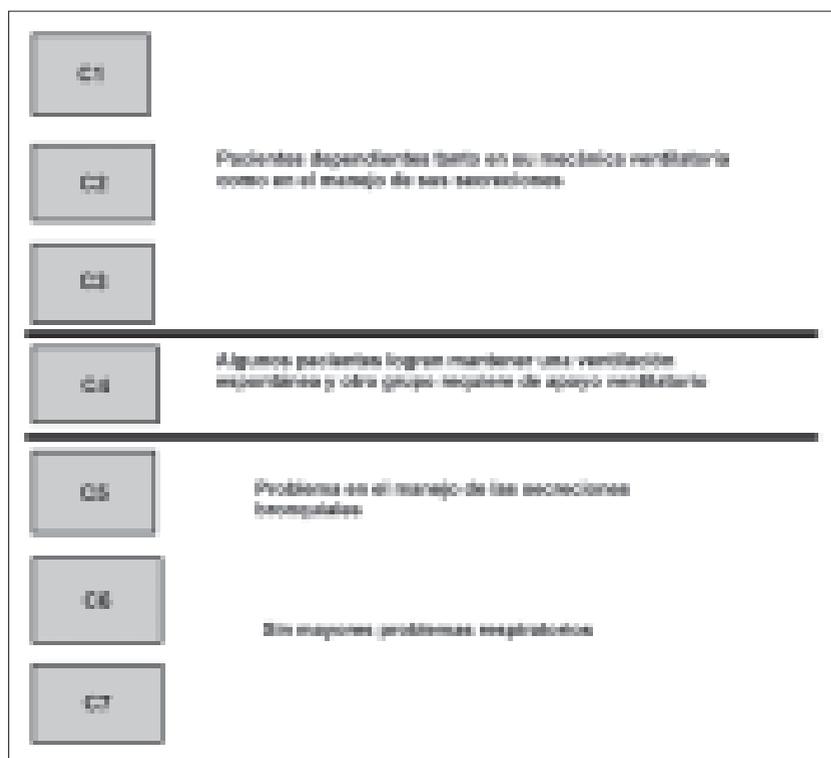
El nivel de la lesión medular es un importante predictor de la función respiratoria del paciente y de las posibles complicaciones que puede presentar<sup>6</sup> (Figura 2). Así, los pacientes que presentan daño a nivel de la sexta vértebra cervical o inferior a ésta, en general, no presentan mayores problemas respiratorios pues preservan una buena función muscular y del diafragma. En cambio, aquellos con lesión a nivel de la quinta vértebra cervical presentan problemas en el manejo de las secreciones, y los que presentan lesión en la cuarta vértebra cervical sólo algunos logran mantener la ventilación espontánea. Los pacientes con lesiones medulares más altas son siempre dependientes, tanto en su mecánica ventilatoria como en el manejo de sus secreciones.

En el estudio de estos pacientes es muy importante tener una fuerte sospecha clínica, pues las complicaciones respiratorias no siempre son evidentes. En la historia clínica se debe preguntar por la presencia de disnea relacionada a esfuerzos, en especial cuando el paciente efectúa traslados, disminución en el tono de voz, debilidad para toser o para eliminar secreciones, si ha presentado cuadros respiratorios infecciosos a repetición o somnolencia diurna<sup>7</sup>. En el examen físico, es importante auscultar al paciente en distintas posiciones y evaluar su capacidad pulmonar y tusígena. Para la evaluación de la mecánica pulmonar es de gran utilidad realizar mediciones periódicas de la ventilometría y las presiones respiratorias máximas (PIM y PEM). Por último, en lo que respecta a exámenes de laboratorio, la oximetría de pulso es una herramienta sencilla, por su fácil acceso y baja complejidad. Otras alternativas son la capnografía, la espirometría, la fluoroscopia diafragmática y la polisomnografía, entre otras. La decisión de cuál utilizar depende del cuadro sintomático que presenta el paciente en estudio, pues cada caso debe ser analizado en forma particular.

Hoy en día existen múltiples alternativas terapéuticas para manejar las complicaciones respiratorias que presentan los pacientes con tetraplejía. En este artículo examinaremos las principales opciones vigentes. Para esto analizaremos en primer lugar las medidas no farmacológicas que se pueden utilizar en estos pacientes, luego las alternativas medicamentosas, la terapia con estimulación eléctrica y, finalmente, analizaremos dos temas en forma particular, la relación de la tetraplejía con el tromboembolismo pulmonar y con la apnea obstructiva del sueño.

**Tabla 1. Fases del daño medular y las complicaciones respiratorias presentes en cada una de ellas**

<b>Fase de shock medular</b>
Insuficiencia respiratoria
Atelectasias
Neumonías
<b>Fase de automatismo</b>
Disminución capacidad tusígena
Disminución flujo espiratorio máximo
Fatiga musculatura respiratoria
Acumulación de secreciones bronquiales
<b>Fase de cronicidad</b>
Cualquiera de las patologías antes mencionadas



**Figura 2.** Complicaciones respiratorias en relación al sitio anatómico de la lesión medular.

## Terapias no farmacológicas

### Terapia Física

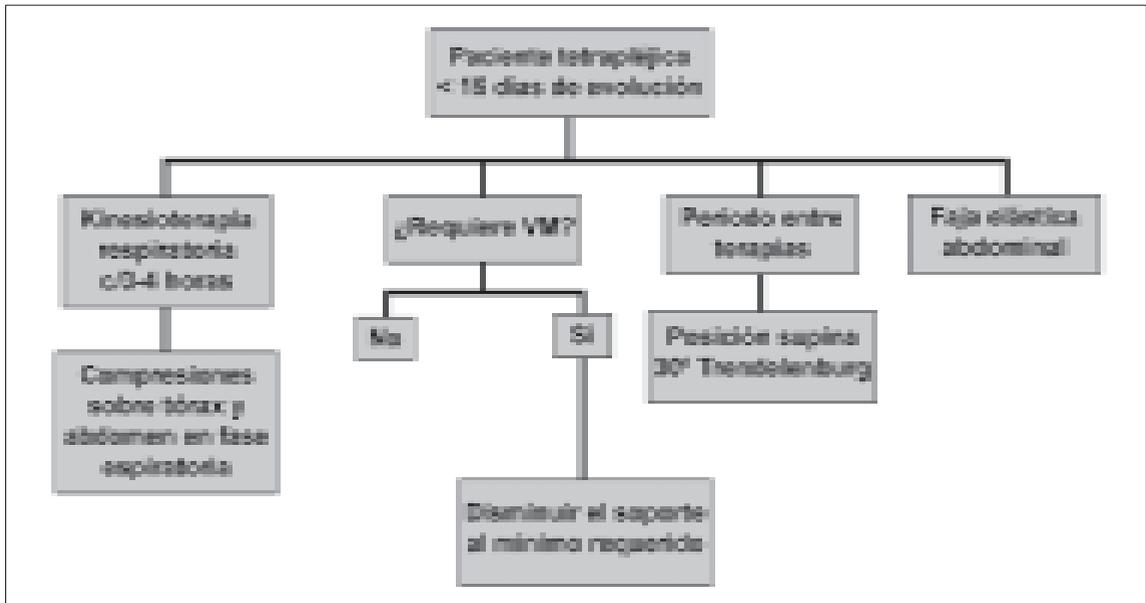
Dentro de las alternativas no farmacológicas encontramos diversas opciones que parecieran ser válidas para el manejo de los pacientes tetraplégicos con complicaciones respiratorias. La más utilizada, por su fácil acceso, es la terapia física respiratoria. Lamentablemente, existe poca información en la literatura que demuestre la efectividad de la terapia física en estos casos. Algunos artículos mencionan la utilidad del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en tetraplégicos para mejorar la calidad de su respiración y disminuir la fatiga muscular<sup>12,25</sup>, pero en el período agudo lo más importante es el adecuado manejo de las secreciones y optimizar la ventilación.

En el 2006, McCool y cols publicaron un meta-análisis donde analizaron las publicaciones de 1960 a 2004 referentes al uso de medidas no farmacológicas en pacientes con tos inefectiva, donde se incluían pacientes con daño medular<sup>13</sup>. Los resultados de este artículo muestran que sólo hay evidencia moderada para justificar el empleo de técnicas clásicas de terapia física respiratoria en pacientes con pobre capacidad tusígena, pero que no había diferencia a largo plazo entre los grupos tratados o no con ellas.

El tratamiento que evaluaron incluía la percusión, el drenaje postural y la vibración. Otra alternativa terapéutica que examinaron fue la tos manualmente asistida que consiste en aplicar presión en el abdomen superior, bajo las costillas, justo después que el paciente inspira. En este estudio, se encontró poca evidencia de la utilidad de esta técnica en el manejo de los pacientes con mala mecánica espiratoria.

Por mucho tiempo se asumió que los pacientes tetraplégicos no podían eliminar sus secreciones bronquiales por presentar tos inefectiva, principalmente por debilidad de su musculatura espiratoria. Sin embargo, algunas publicaciones recientes han sugerido lo contrario. Se han comunicado casos de pacientes tetraplégicos de larga data que logran, a través de maniobras de compresión dinámica de la vía aérea en espiración forzada, una tos suficientemente efectiva<sup>14,15</sup>. Se postula que la porción clavicular del músculo pectoral, que aún funciona en las lesiones altas, actuaría como músculo espiratorio en estos pacientes. Así, con la contracción activa de este músculo los pacientes logran un control bastante satisfactorio de las secreciones<sup>16</sup>. Esta información es trascendental para el manejo de estos pacientes y hacia donde enfocar nuestros esfuerzos en el reacondicionamiento físico.

Actualmente, en el Hospital del Trabajador de



**Figura 3.** Protocolo para el manejo agudo de las complicaciones respiratorias en los pacientes tetrapléjicos utilizado en el Hospital del Trabajador de Santiago. HTS: Hospital del Trabajador de Santiago, VM: Ventilación mecánica.

Santiago, el equipo de kinesiología respiratoria sigue un protocolo estandarizado de manejo para prevenir las posibles complicaciones respiratorias en los pacientes tetrapléjicos (Figura 3). Durante el período agudo, que corresponde aproximadamente a los primeros 15 días posteriores a la lesión, se realiza la kinesioterapia respiratoria cada 3 ó 4 horas. Esto significa que el paciente recibe terapia por lo menos seis veces al día. Las maniobras kinésicas que se utilizan son compresiones sobre el tórax y abdomen durante la fase espiratoria. Una mano debe estar presionando sobre el epigastrio y la otra en el tórax donde se auscultan más secreciones o menor murmullo pulmonar. Si el paciente está en ventilación mecánica se debe intentar llevar a la modalidad ventilatoria que le permita realizar mayor esfuerzo inspiratorio y así disminuir el soporte ventilatorio al mínimo requerido. Una vez finalizada la terapia respiratoria, es conveniente dejar a los pacientes en decúbito lateral hacia el lado que se ausculta menos murmullo pulmonar, ya que así se favorece que el peso del cuerpo establezca el diafragma del lado deficitario. Durante los intervalos entre las sesiones es muy importante mantener al paciente en posición supina, ojalá con 30° de Trendelenburg, pues como ya mencionamos anteriormente, así disminuye el trabajo que debe realizar el diafragma. Otra medida que ha dado excelentes resultados ha sido colocar una faja elástica a nivel abdomi-

nal en los pacientes. Esto les permite mejorar su capacidad inspiratoria, y por ende disminuir el riesgo de atelectasias y mejorar la calidad de la tos espontánea. La experiencia en el Hospital del Trabajador ha demostrado que el uso de estas maniobras en conjunto permite disminuir el riesgo de infecciones respiratorias, la hipoventilación y otras complicaciones respiratorias en el período agudo de evolución de los pacientes tetrapléjicos, aunque estos resultados aun no han sido publicados.

**Hidroterapia**

Otra alternativa no farmacológica para el manejo de las complicaciones respiratorias de los pacientes tetrapléjicos actualmente en evaluación es la hidroterapia. La inmersión disminuye la capacidad pulmonar en individuos normales, pero algunos estudios han sugerido que la inmersión parcial de pacientes con daño medular mejoraría los parámetros clínicos respiratorios<sup>17,18</sup>. En la inmersión parcial se sumerge a los pacientes hasta el nivel de los hombros. En el 2005, Thomaz y cols analizaron 23 pacientes tetrapléjicos que fueron sometidos a inmersión parcial en una piscina a temperatura de 33,5 a 34,5° C<sup>19</sup>. Se les realizó una espirometría antes de la inmersión, a los 5-15 minutos de hidroterapia, y a los 5-10 minutos después de salir del agua. Se demostraron incrementos significativos de los índices espirométricos en los pacientes con te-

rapia de inmersión parcial. Se postula que la eficacia de esta terapia estaría dada por el efecto de la presión hidrostática sobre el abdomen. Al ejercer presión sobre el abdomen, esto ayudaría a aliviar el trabajo del diafragma. Esta nueva medida terapéutica es simple de aplicar y de bajo costo si se dispone de la infraestructura necesaria, por lo que sería una muy buena opción para manejar las complicaciones respiratorias de los pacientes tetraplégicos. Sin embargo, aún faltan publicaciones sobre el tema antes de poder recomendar esta opción en clínica. Especial cautela hay que tener con los pacientes que presentan úlceras de presión, pues se postula que las úlceras podrían contaminarse con la flora bacteriana presente en la piscina, y por otra parte, la colonización de la úlcera podría contaminar el agua y perjudicar a otros pacientes que la utilicen<sup>20</sup>.

### Dispositivos

El empleo de dispositivos para apoyar la ventilación es otra alternativa utilizada en la actualidad. Dentro de estos, la ventilación con presión positiva es una buena opción, ya que ayuda a preservar la capacidad residual pulmonar. Múltiples estudios han demostrado la utilidad de los equipos de C-PAP y Bi-PAP para manejar los problemas ventilatorios de los pacientes con tetraplejia<sup>21-23</sup>. Estos dispositivos ayudan a mejorar la mecánica inspiratoria de los pacientes, permitiéndoles mantener un patrón respiratorio más o menos eficiente<sup>24</sup>. Las ventajas de estas técnicas están dadas principalmente por el hecho de no ser invasivas y por tener menor cos-

to que la ventilación mecánica convencional. Aún no se ha establecido con claridad cuándo el uso de C-PAP o Bi-PAP tiene mayor beneficio en los lesionados medulares. En 2005, Aboussouan examinó las complicaciones respiratorias de varias enfermedades neurológicas, donde se incluía pacientes con daño medular<sup>11</sup>. En este artículo se recomienda el uso de ventilación con presión positiva en los pacientes neurológicos con capacidad vital forzada menor del 50%, desaturación nocturna menor a 88% por más de cinco minutos, presión inspiratoria máxima menor de 60 cm de H<sub>2</sub>O, y PaCO<sub>2</sub> mayor a 45 mm Hg (Tabla 2). Las contraindicaciones sugeridas son la obstrucción de la vía aérea superior, flujo máximo de tos asistida menor de 2,7 L/s, inhabilidad para colocar en forma correcta la máscara, e intolerancia por parte del paciente a la intervención (Tabla 2). A pesar que estas recomendaciones fueron sugeridas para pacientes neurológicos en general, nos parece que son aplicables y debiesen ser tomadas en cuenta en los tetraplégicos.

La ventilación mecánica es otra herramienta muy utilizada. Se estima que aproximadamente el 20% de los pacientes tetraplégicos requerirán de apoyo con ventilación mecánica en algún momento de su evolución y el 5% de ellos permanecerán con ella en forma indefinida<sup>26</sup>. Siempre que un paciente permanezca con ventilación mecánica por más de dos semanas debería plantearse la implementación de una traqueotomía. El uso prolongado de ventilación mecánica tiene múltiples efectos adversos, tales como el mayor riesgo de infecciones, la interferencia con la comunicación verbal, la mayor dependencia con el equipo de enfermería y sus altos costos de mantención<sup>26</sup>. También, los pacientes tetraplégicos que usan ventilación mecánica tienen una mortalidad significativamente mayor comparado con los tetraplégicos que no la requieren<sup>12</sup>. Es por esto que se intenta postergar su uso hasta no disponer de otras opciones. Otro motivo importante para retrasar lo más posible el uso del ventilador es el impacto que tiene en la calidad de vida del paciente. Es por esto que nos parece interesante describir los hallazgos de Nelson y cols que analizaron las repercusiones del uso de ventilación artificial permanente en una población infantil<sup>27</sup>. Estudió niños, edad promedio de 16 años, tetraplégicos que usaban ventilación mecánica y los comparó con niños tetraplégicos que no requerían ventilador. Sus resultados mostraron que los niños que usaban ventilación mecánica no consideraban que ésta interfería con sus actividades diarias, con sus proyectos de

**Tabla 2. Indicaciones y contraindicaciones para el uso de ventilación con presión positiva en pacientes neurológicos<sup>11</sup>**

#### Indicaciones

Capacidad vital forzada < 50% del teórico  
Desaturación nocturna ≤ 88% por más de 5 min durante el sueño  
Presión inspiratoria máxima < 60 cm H<sub>2</sub>O  
PaCO<sub>2</sub> despierto ≥ 45 mm Hg

#### Contraindicaciones

Obstrucción de la vía aérea superior  
Flujo máximo de tos asistida < 2,7 L/s con falla en la eliminación de secreciones  
Inhabilidad para colocar la máscara en posición correcta  
Intolerancia por parte del paciente a la intervención

vida, ni en la percepción de su calidad de vida. A pesar que este estudio fue realizado en población infantil y no en adultos, nos parece digno de recordar al enfrentarnos nuevamente a la decisión de conectar a ventilador a un paciente con daño medular.

### **Tabaco**

Para terminar con las medidas no farmacológicas mencionaremos la relación entre el hábito tabáquico y los pacientes tetraplégicos. Es de vital importancia incentivar y convencer a los lesionados medulares de dejar de fumar porque está comprobado que los tetraplégicos fumadores tienen un VEF<sub>1</sub> y un flujo espiratorio máximo significativamente menor que los tetraplégicos no fumadores<sup>28</sup>.

### **Terapias farmacológicas**

Son escasas las publicaciones que examinan los medicamentos que pudiesen tener alguna utilidad en el manejo de las complicaciones respiratorias de los pacientes tetraplégicos. Los fármacos más mencionados en las publicaciones son las metilxantinas, aunque sus resultados son aún controversiales<sup>12</sup>. La teofilina ha sido la más estudiada de ellas. Se postula que podría mejorar la fuerza de la musculatura respiratoria y algunos estudios han demostrado que podría incrementar la contractibilidad diafragmática<sup>12,29</sup>. En 1999, se publicó un caso clínico que mostraba mejoría de la musculatura respiratoria en un paciente tetraplégico con el uso de teofilina<sup>30</sup>. También existen estudios que no muestran ningún tipo de beneficio con su empleo para mejorar la función diafragmática<sup>31</sup>. Y si analizamos la aminofilina, existe aún menos información. En un caso clínico publicado en 2005, se demostró mejoría de la actividad diafragmática, medida por electromiografía, y en la habilidad de mantener ventilación espontánea, en los pacientes tetraplégicos que usaron aminofilina<sup>32</sup>.

Otra droga en investigación es la aminopiridina, la cual es un bloqueador del canal de potasio, y de esta manera ayuda a prolongar el potencial de acción. Este fármaco aún es usado con cautela y prudencia, pues no se vislumbra completamente su mecanismo de acción y aún no están claros sus alcances terapéuticos ni efectos adversos. Ha sido empleada con buenos resultados en el manejo de algunos síntomas de la esclerosis múltiple<sup>33</sup>. Estudios con esta droga en tetraplégicos han mostrado beneficios para el manejo de la espasticidad, mejorar la función mo-

tora, sensitiva, y pulmonar<sup>34</sup>. Se postula que mejoraría la capacidad respiratoria a través de la estimulación de la conducción nerviosa por fibras desmielinizadas<sup>9</sup>. A pesar de estos resultados favorables, aún queda un largo camino por recorrer antes de poder utilizar la aminopiridina en la práctica clínica.

### **Terapia con estimulación eléctrica**

En las últimas décadas se han estudiado numerosas alternativas para poder otorgar a los pacientes tetraplégicos una ventilación independiente de la ventilación mecánica. La estimulación eléctrica del nervio frénico ha sido una de las opciones más estudiadas con resultados promisorios. Consiste en colocar un electrodo a nivel de este nervio que se programa para que active la contracción del diafragma, imitando la curva de la respiración normal. Así, muchos pacientes que dependen del ventilador logran respirar en forma independiente. Se han utilizado diversos métodos para estimular el nervio frénico, pero el *gold estándar* por más de 20 años ha sido la técnica elaborada por Glenn<sup>35</sup>, que implanta un electrodo directamente en el nervio frénico mediante una toracotomía. Las ventajas de esta técnica comparadas con la ventilación mecánica son que los pacientes tienen mayor movilidad, menor dificultad para hablar, necesitan menos apoyo de enfermería, tienen un volumen más reducido de secreciones y menor riesgo de infecciones respiratorias<sup>26</sup>. Las desventajas de este método están dadas principalmente por el riesgo inherente de la toracotomía y la posibilidad de lesionar el nervio frénico con el procedimiento.

Actualmente, se han desarrollado nuevas técnicas para estimular el nervio frénico. Una de ellas consiste en reemplazar la toracotomía por una laparoscopia y se implanta los electrodos no directamente en el nervio sino que dentro del músculo del diafragma<sup>36</sup>. Los resultados preliminares de esta técnica muestran que sería comparable con el método convencional, y sus ventajas estarían dadas por ser una técnica menos invasiva y de menor costo.

Otra alternativa para lograr la ventilación independiente de los pacientes tetraplégicos es la estimulación eléctrica de los músculos intercostales. Los músculos intercostales por sí solos no son lo suficientemente fuertes para mantener una respiración efectiva, pero esta alternativa cobra validez cuando sólo hay un nervio frénico funcionando, pues se puede combinar la estimu-

lación de ese nervio con la de los músculos intercostales. Estudios en animales han demostrado la eficacia de esta modalidad y se han realizado algunos ensayos clínicos en tetrapléjicos que sugieren beneficio<sup>26</sup>. Un dato importante que arrojaron los estudios clínicos es que para que la técnica sea efectiva debe acompañarse de un adecuado entrenamiento de los músculos intercostales, de por sí muy atroficados en los pacientes tetrapléjicos.

La terapia con estimulación eléctrica también ha sido utilizada para mejorar la capacidad tusígena y el manejo de las secreciones bronquiales en los lesionados medulares. Resultados prometedores han mostrado la estimulación de los músculos abdominales y del pectoral mayor, también la estimulación directa de la médula espinal a nivel torácico bajo y lumbar alto<sup>10,24,37</sup>.

### **Tetraplejía y tromboembolismo pulmonar**

El tromboembolismo pulmonar (TEP) es una enfermedad grave con mortalidad elevada y expresión clínica muy variable<sup>38</sup>. Por esto muchas veces es subdiagnosticado y requiere de un enfrentamiento multidisciplinario. La trombosis venosa profunda (TVP) de extremidades inferiores y el TEP son complicaciones comunes en los pacientes con daño medular y están presentes en el período agudo y crónico de la enfermedad<sup>39</sup>. Se han comunicado incidencias que van desde el 67% al 100% de TVP en los pacientes con daño medular que no reciben profilaxis tromboembólica<sup>40</sup>. A pesar de estos datos, sólo el 38,6% de los pacientes con daño medular admitidos en los hospitales reciben este tipo de profilaxis<sup>41</sup>.

Se postula que la mayor incidencia de TVP y TEP en los lesionados medulares estaría dado principalmente por la estasia venosa producida por la inmovilidad de la musculatura de las piernas y por un estado de hipercoagulabilidad asociado a la liberación de factores protrombóticos luego de la lesión medular<sup>42</sup>.

En el manejo de este tipo de complicaciones, la prevención es una medida fundamental pues, aún con el tratamiento adecuado, el TEP es la tercera causa de muerte en los pacientes tetrapléjicos<sup>40</sup>. Dentro de las medidas preventivas existen varias alternativas como los dispositivos de compresión neumática, los anticoagulantes orales, la heparina no fraccionada y la heparina de bajo peso molecular. Aún no está completamente dilucidado cuáles de estas medidas son de mayor beneficio en los pacientes con daño medular.

En 2003, el Comité Investigador de Tromboprofilaxis en Trauma Raquímedular (*Spinal Cord Injury Thromboprophylaxis Investigators*) publicó un estudio clínico, prospectivo, randomizado y multicéntrico que comparaba el uso de heparina no fraccionada más compresión neumática con la heparina de bajo peso molecular por sí sola, en la fase aguda de pacientes con daño medular<sup>43</sup>. Los resultados de este estudio no mostraron diferencias significativas en las incidencias de TVP y TEP entre el grupo que usaba la heparina no fraccionada asociado a la compresión y el grupo con la heparina de bajo peso molecular. Otros datos interesantes que arrojó este estudio fueron que los pacientes con tetraplejía tenían el doble de riesgo de presentar este tipo de complicaciones comparados con los parapléjicos; también que la mayoría de los pacientes son asintomáticos por lo que la sospecha clínica es fundamental; y que los factores de riesgo más importantes son la edad mayor, la obesidad y el retardo en el inicio de la tromboprofilaxis. Otros estudios han demostrado que durante el período de rehabilitación la heparina de bajo peso molecular sería más beneficiosa que la heparina no fraccionada en los lesionados medulares<sup>44</sup>.

### **Tetraplejía y apneas obstructivas del sueño**

Las apneas obstructivas del sueño constituyen un importante problema de salud pública por su alta prevalencia, morbimortalidad, e impacto social laboral<sup>45</sup>. La población tetrapléjica tiene el doble de riesgo de presentar apneas del sueño que la población normal y se cree que los factores predisponentes más importantes son la parálisis de los músculos intercostales y abdominales, la disfunción diafragmática, la obstrucción de la vía aérea alta, y la tendencia a mantener una posición en supino que tienen estos pacientes<sup>46</sup>.

Las complicaciones a las que se enfrentan los pacientes tetrapléjicos que padecen de apneas del sueño son muy similares a las de la población general. Dentro de ellas se encuentran la hipertensión arterial, hipertensión pulmonar, insuficiencia cardíaca congestiva, deterioro de la función mental, somnolencia diurna, cambios cognitivos, y disfunción sexual en los pacientes que aún la preservaban<sup>9</sup>.

Aún no se ha determinado cuáles son los factores que pudiesen tener algún papel en la patología. Tampoco queda claro si son aplicables en los lesionados medulares los factores de riesgo que afectan a la población general. Así,

no se sabe si la obesidad, la circunferencia cervical, el nivel de la lesión medular, la capacidad vital de base, o los medicamentos de uso habitual en estos pacientes juegan algún papel en el desarrollo de las apneas del sueño. Muchos autores han intentado describir las características y factores predisponentes que rodean a las apneas del sueño en los pacientes con daño medular. Se ha demostrado asociación entre las apneas del sueño y la circunferencia cervical, el nivel de la lesión medular, la obesidad y la posición en supino<sup>46-48</sup>.

En 2002 se publicó un artículo que también intentó caracterizar la patología, pero que incluía un número mayor de pacientes<sup>49</sup>. Este estudio incluyó 50 pacientes tetraplégicos con función cardiopulmonar estable que se les realizó un polisomnograma para determinar si padecían de apneas del sueño y se analizaron las características que acompañaban a la enfermedad. Sus resultados mostraron una incidencia de 48% de la patología, con una claro predominio en hombres. No se encontró diferencia entre las apneas centrales, obstructivas o mixtas. La mayoría de los pacientes no presentaban somnolencia diurna, y la presencia de síntomas se asociaba a los cuadros graves. No encontraron correlación entre la presencia de apneas del sueño y la obesidad, la circunferencia cervical, la clasificación de ASIA y la capacidad pulmonar. Tampoco hubo relación con los medicamentos prescritos a los pacientes, donde se incluyeron los antiépásticos y las benzodiazepinas. Estos hallazgos sugieren que en los pacientes con daño medular, las apneas del sueño presentan características propias y distintas de las que manifiestan la población general. En cuanto a tratamiento, lo más utilizado es el C-PAP. A pesar que algunos pacientes no toleran la intervención, su uso ha demostrado un claro beneficio en los lesionados medulares que padecen de apneas del sueño<sup>50</sup>.

## Conclusiones

La tetraplejía es una condición secuelar compleja con importantes repercusiones en la calidad de vida de quienes la padecen y de su entorno social y familiar. Fue descrita por primera vez hace más de 5000 años, pero tuvieron que pasar varios milenios antes de que se reconociera que se podía hacer algo para ayudar a estos pacientes. Hoy en día existen múltiples alternativas terapéuticas que permiten manejar la patología y sus complicaciones. Es por eso que está en nuestras manos otorgarles a los pacientes

tetraplégicos las herramientas para que puedan desarrollarse y lograr una buena calidad de vida.

Son muchos los sistemas que son afectados por el daño medular, por lo que es muy frecuente que presenten complicaciones de diversa índole. Las complicaciones respiratorias ocupan un sitio importante y cobran importancia por ser la primera causa de mortalidad en este tipo de pacientes. El término "complicaciones respiratorias" engloba un gran abanico de diversas patologías y síntomas, por lo que la sospecha clínica es esencial en su pesquisa. También ha sido de gran ayuda la formación de equipos multidisciplinarios para mantener una visión global frente a esta condición neurológica.

Actualmente, existen múltiples alternativas terapéuticas para manejar las complicaciones respiratorias en los pacientes tetraplégicos. Cada día surgen nuevas ideas y aún queda mucho por determinar. En esta revisión hemos querido dar una mirada a las diversas opciones vigentes para así, despertar el interés de los lectores por profundizar en este interesante tema.

## Bibliografía

- 1.- LATHAM R. Lesión de la médula espinal: Se abre una esperanza con la investigación. National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2005. [www.ninds.nih.gov](http://www.ninds.nih.gov), consultado el 16 de julio de 2006.
- 2.- Hombres Ilustres: Imhotep. Historia de la Medicina: Personajes Ilustres de la Medicina. Instituto Químico Biológico. [www.iqb.es](http://www.iqb.es), consultado el 18 de julio de 2006.
- 3.- Imhotep. Wikipedia, the Free Encyclopedia. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), consultado el 18 de julio de 2006.
- 4.- DAWODU S. Spinal cord injury: definition, epidemiology, pathophysiology. Physical Medicine and Rehabilitation: Spinal Cord Injury. E-Medicine, 2005. [www.emedicine.com](http://www.emedicine.com), consultado el 7 de agosto de 2006.
- 5.- ASIA Impairment Scale. American Spinal Cord Association Publications, 2001.
- 6.- CHOI H, SUGAR R, FISH D. Spinal Cord Injury. En Hurley R, Wolberg E, Sahl C, eds. Physical Medicine and Rehabilitation Philadelphia. Lippincott Williams and Wilkins, 2003: 97-102.
- 7.- TORRES Y, VERGARA P, HURTADOS O. Fisioterapia respiratoria en el lesionado medular. Rev Cubana Ortop Traumatolog 2001; 15: 43-5.
- 8.- NOBUNADA A. Recent demographic and injury trends in people served by the MSCICS. Arch Physical Medicine and Rehab 1999; 80: 1372-82.
- 9.- KIRSHBLUM S. Respiratory complications after spinal cord injury. Innovations 2002; 2 (3): 7.
- 10.- CHENG P, CHEN C, WANG C. Effect of neuromuscular electrical stimulation on cough capacity and pulmonary function in patients with acute cervical cord injury. J Rehabil Med 2006; 38: 32-6.
- 11.- ABOUSSOUAN L. Respiratory disorders in neurologic

- diseases. *Cleveland Clinic J Medicine* 2005; 72: 511-20.
- 12.- KEITH J, NORMAN J. Respiratory complications and management of spinal cord injuries. *Chest* 1990; 97: 1446-52.
  - 13.- MCCOOL F, ROSEN M. Nonpharmacologic airway clearance therapies: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*, 2006; 129: 250-9.
  - 14.- ESTENNE M, DE TROYER A. Cough in tetraplegic subjects: an active process. *Ann Intern Med* 1990; 112: 22-8.
  - 15.- ESTENNE M, VAN MUYLEM A, GORINI M. Evidence of dynamic airway compression during cough in tetraplegic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1081-5.
  - 16.- VAN DER SCHANDS C, PIERS A, MULDER G. Efficacy of coughing in tetraplegic patients. *Spine* 2000; 25: 2200-3.
  - 17.- BOSCH P, WELLS C. Effect of immersion on residual volume of able-bodied and spinal cord injured males. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23: 384-8.
  - 18.- JAEGER-DENAVIT O, LEROY M, LIOT F. Changes in the spirometry of paraplegics related to different postures in the air and water. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1982; 18: 693-704.
  - 19.- THOMAZ S, BERALDO P, MATEUS S. Effects of partial isothermic immersion on the spirometry parameters of tetraplegic patients. *Chest* 2005; 128: 184-9.
  - 20.- BIERING-SORENSEN F, SCHRODER A, WILHELMSEN M. Bacterial contamination of bath-water from spinal cord lesioned patients with pressure ulcers exercising in the water. *Spinal Cord* 2000; 38: 100-5.
  - 21.- ONDERS R, DIMARCO A, IGNAGNI A. Mapping the phrenic nerve motor point: the key to a successful laparoscopic diaphragm pacing system in the first human series. *Surgery* 2004; 136: 819-26.
  - 22.- TROMANS A, MECCI M, BARRETT F. The use of the Bi-PAP biphasic positive airway pressure system in acute spinal cord injury. *Spinal Cord* 1998; 36: 481-4.
  - 23.- HARVEY L, ELLIS E. The effect of continuous positive airway pressures on lung volumes in tetraplegic patients. *Paraplegia* 1996; 34: 54-8.
  - 24.- TAYLOR P, TROMANS A, HARRIS K. Electrical stimulation of abdominal muscles for control of blood pressure and augmentation of cough in a C3/4 level tetraplegic. *Spinal Cord* 2002; 40: 34-6.
  - 25.- KANG S, SHIN J, PARK C. Relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injured patients. *Spinal Cord* 2006; 44:242-8.
  - 26.- DIMARCO A. Neural prostheses in the respiratory system. *J Rehabil Research Develop* 2001; 38: 601-7.
  - 27.- NELSON V, DIXON P, WARSCHAUSKY S. Long-term outcome of children with high tetraplegia and ventilator dependence. *J Spinal Cord Med* 2004; 27 (Supplement 1): S93-7.
  - 28.- ALMENOFF P, SPUNGEN A, LESSER M. Pulmonary function survey in spinal cord injury: influences of smoking and level and completeness of injury. *Lung* 1995; 173: 297-306.
  - 29.- NANTWI K, GOSHGARIAN H. Theophylline-induced recovery in a hemidiaphragm paralyzed by hemisection in rats: contribution of adenosine receptors. *Neuropharmacology* 1998; 37: 113-21.
  - 30.- FERGUSON G, LATTIN C, GOSHGARIAN H. Clinical effects of theophylline on inspiratory muscle drive in tetraplegia. *Neurorehabil Neural Repair* 1999; 13: 191-7.
  - 31.- FOXWORTH J, REISZ G, KNUDSON S. Theophylline and diaphragmatic contractility. *Am Rev Respir Dis* 1988; 138: 1532-4.
  - 32.- BASCOM A, LATTIN C, ABOUSSOUAN L. Effect of acute aminophylline administration on diaphragm function in high cervical tetraplegia. *Chest* 2005; 127: 658-61.
  - 33.- CASANOVA B. Utilidad de la 4-aminopiridina en la esclerosis múltiple. *Cuadernos de Esclerosis Múltiple* 1999; número 5. <http://www.fedem.org/revistan5/>, visitada el 20/07/06.
  - 34.- SEGAL J, PATHAK M, HERNÁNDEZ J. Safety and efficacy of 4-aminopyridine in humans with spinal cord injury: a long-term, controlled trial. *Pharmacotherapy* 1999; 19: 713-23.
  - 35.- DIMARCO A, ONDERS R, IGNAGNI A. Phrenic nerve pacing via intramuscular diaphragm in tetraplegic subjects. *Chest* 2005; 127: 671-8.
  - 36.- DIMARCO A, ONDERS R, KOWALSKI K. Phrenic nerve pacing in a tetraplegic patient via intramuscular diaphragm electrodes. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166: 1604-6.
  - 37.- DIMARCO A, KOWALSKI K, GEERTMAN R. Spinal cord stimulation: a new method to produce an effective cough in patients with spinal cord injury. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1386-9.
  - 38.- ANDRESEN M. Embolía Pulmonar. *Apuntes de Medicina Intensiva, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.*
  - 39.- FRISBIE J, SHARMA G, BRAMA P. Recurrent pulmonary embolism and pulmonary hypertension in chronic tetraplegia. *Spinal Cord* 2005; 43: 625-30.
  - 40.- SONNEBORN R. Profilaxis tromboembólica en el trauma radicular agudo: estudio multicéntrico. *Comité Investigador de Tromboprofilaxis en Trauma Raquiomédular. Rev Chilena de Cirugía* 2006; 58: 67-8.
  - 41.- MCKINNEY D. Prevention of thromboembolism in spinal cord injury. *Physical Medicine and Rehabilitation: Spinal Cord Injury. E-medicine, 2006. www.emedicine.com*, consultado el 5 de agosto de 2006.
  - 42.- GREEN D, RUSSELLT D, HULT M. Deep vein thrombosis in spinal cord injury: summary and recommendations. *Chest* 1992; 102 (6 Suppl) 663S-5S.
  - 43.- SPINAL CORD INJURY THROMBOPROPHYLAXIS INVESTIGATORS. Prevention of venous thromboembolism in the acute treatment phase after spinal cord injury: a randomized, multicenter trial comparing low-dose heparin plus intermittent pneumatic compression with enoxaparin. *J Trauma* 2003; 54: 1116-24.
  - 44.- SPINAL CORD INJURY THROMBOPROPHYLAXIS INVESTIGATORS. Prevention of venous thromboembolism in the rehabilitation phase after spinal cord injury: prophylaxis with low-dose heparin or enoxaparin. *J Trauma* 2003; 54: 1111-5.
  - 45.- BERDEJO L, JORQUERA J. Síndrome de apnea-hipopnea obstructiva del sueño. *Temas de Medicina Interna. Escuela de Medicina, Pontificia Universidad*

- Católica de Chile.
- 46.- MCEVOY R, MYKYTYN I, SAJOV D. Sleep apnea in patients with quadriplegia. *Thorax* 1995; 50: 613-9.
- 47.- BURNS S, KAPUR V, YIN K. Factors associated with sleep apnea in men with spinal cord injury: a population-based case-control study. *Spinal Cord* 2001; 39: 15-22.
- 48.- BURNS S, LITTLE J, HUSSEY J. Sleep apnea syndrome in chronic spinal cord injury: associated factors and treatment. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 1334-9.
- 49.- STOCKHAMMER E, TOBON A, MICHEL F. Characteristics of sleep apnea syndrome in tetraplegic patients. *Spinal Cord* 2002; 40: 286-94.
- 50.- BURNS S, RAD M, BRYANT S. Long-term treatment of sleep apnea in persons with spinal cord injury. *Am J Phys Med Rehabil* 2005; 84: 620-6.

---

Correspondencia a:  
Dra. Daniela García P.  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
E-mail: mdgarcia@puc.cl

Dra. Jessica Castillo C.  
Hospital del Trabajador Santiago  
E-mail: jcastilloc@hts.cl