# Valoración de la función respiratoria en la lesión medular

Estudio observacional descriptivo transversal

Trabajo de final de máster

Andrea Morgado Pérez
Máster de Neurorehabilitación 2020-21
Institut Guttmann
Tutorizado por: Dra. Margarita Vallès y Dra. Cindry Ramírez
07 de junio de 2021

**Índice de contenido**

**Introducción** Página 3

**1. Lesión medular** Página 4
1.1. Fisiopatología de la lesión medular 4
1.2. Incidencia de la lesión medular 4
1.3. Valoración de la lesión medular 5

**2. Sistema respiratorio en la lesión medular** Página 6
2.1. Anatomía básica y funciones principales 6
2.2. Sistema respiratorio y lesión medular 7
2.3. Mecánica ventilatoria y musculatura implicada 8
2.4. Mecanismo de la tos y capacidad tusígena 10
2.5. Influencias del sistema nervioso vegetativo en el sistema respiratorio 11
2.6. Alteraciones de la voz y el habla 11

**3. Objetivos** Página 12

**4. Hipótesis** Página 12

**5. Material y métodos** Página 12
5.1. Diseño del estudio 12
5.2. Población de estudio y muestra 12
5.3. Lugar y período de estudio 13
5.4. Variables de estudio 13
5.4.1. Data set y cuestionarios respiratorios 13
5.4.2. Pruebas respiratorias esfuerzo-dependientes 14
5.4.3. Exploración aerodinámica, fonatoria y evaluación de la disfonía 15

**6. Aspectos éticos** Página 16

**7. Análisis estadístico** Página 16

**8. Resultados** Página 16
8.1. Descripción de la muestra 16
8.2. Resultados obtenidos en el International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form (version 1.0) 18
8.3. Resultados obtenidos en la adaptación del Saint George Respiratory Questionnaire (SGRQ) 19
8.4. Puntuación total obtenida en la adaptación del Voice Handicap Index (VHI-10) 21
8.5. Presiones respiratorias máximas y pico de tos máximo 22
8.6. Resultados obtenidos en las variables de parámetros aerodinámicos y fonatorios 23
8.7. Correlación entre características de la lesión y complicaciones post-lesión 23

8.8. Diferencias en las valoraciones funcionales respiratorias y disfonía según el nivel de la lesión 23
8.9. Correlación en fuerza muscular respiratoria, tos y parámetros aerodinámicos 25
8.10. Relación de parámetros aerodinámicos y disfonía con características de la lesión 26
8.11. Modelo predictivo de PEM 26

**9. Discusión** Página 26

**10. Limitaciones** Página 29

**11. Conclusiones** Página 29

**Bibliografia** Página 30

**Anexos** Página 32
Anexo 1. ASIA Impairment Scale 32
Anexo 2. International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form 33
Anexo 3. Cuestionario respiratorio de Saint George 35
Anexo 4. Voice Handicap Index 10 38
Anexo 5. Modelo predictivo de PEM 39
Anexo 6. Hoja de recogida de datos 40

**Introducción**

La lesión medular (LM) tiene una elevada incidencia a nivel mundial que además está ligada a un gran impacto socioeconómico en los sistemas sanitarios.

En la fase aguda de la LM ocurren múltiples cambios en los sistemas corporales que requieren atención médica, estos pueden ser más o menos complejos, como alteraciones del sistema nervioso autónomo o alteraciones en el habla, pero todos deben ser controlados desde el inicio para evitar posibles complicaciones, en especial los cambios en el sistema respiratorio, puesto que es la principal causa de morbilidad y mortalidad en la fase aguda de la LM.

Múltiples estudios evidencian que el grado de disfunción respiratoria está relacionado directamente con el nivel y las características de la lesión, de tal manera que las lesiones cervicales y torácicas altas son las que tienen mayor riesgo de complicaciones respiratorias.

En este estudio pretende valorar la afectación del sistema respiratorio en la LM y la repercusión que esta tiene en la voz y el habla.

# 1. Lesión medular

## 1.1. Fisiopatología de la lesión medular

La médula espinal tiene una estructura y función relativamente simples en comparación con el cerebro y ocupa aproximadamente el 2% del volumen del sistema nervioso humano total. Sin embargo, una pequeña lesión en la médula espinal puede causar un gran número de síntomas y signos neurológicos del sistema nervioso motor, sensitivo y autónomo ya que las estructuras de la médula espinal se encuentran compactas y concentradas en un espacio muy pequeño y estrecho (1). En cuanto a la etiología de la lesión, esta puede ser traumática o no traumática, pese a que las manifestaciones neurológicas son similares en ambos casos.

En la lesión traumática, se produce un daño axonal del tejido neural debido a un estímulo mecánico. Se producen cambios estructurales, fisiológicos y bioquímicos en la médula espinal desde el momento inmediato de la lesión, además de una importante hemorragia que permanece en el tiempo. Estos cambios se producen en dos fases:

- Lesión primaria: Se trata de la alteración inmediata del tejido y daños de la médula espinal que se produce en el momento del impacto.
- Lesión secundaria: Se trata del daño secundario que ocurre dentro de los días o semanas posteriores a la lesión. Estos incluyen anomalías de la perfusión vascular, edema, inflamación, generación de radicales libres, peroxidación de lípidos, excitotoxicidad y muerte celular.

En la lesión no traumática, como por ejemplo en los procesos neoplásicos, los tumores aparecen y se expanden en un espacio muy pequeño, pudiendo provocar un efecto agresivo sobre la función de la médula espinal y las raíces nerviosas. Además, la destrucción de los huesos por el tumor puede causar inestabilidad de la columna con colapso de las vértebras y compresión de las raíces nerviosas o de la propia médula espinal (1).

## 1.2. Incidencia de la lesión medular

La LM tiene una incidencia mundial de entre 10,4 y 83 casos por millón por año, con un gran impacto económico en los sistemas sanitarios. Según datos del 2010 y la National Spinal Cord Injury Statistical Centerm (NSCISC), se estima una incidencia anual en EE.UU de 40 casos por millón de habitantes con aproximadamente 12.000 nuevos casos cada año donde la edad media se sitúa en los 37,6 años y la proporción hombre:mujer es de 3,8:1.
En Europa, la incidencia media de LM se sitúa entre 16 y 19,4 casos nuevos por millón de habitantes y año, con las notables excepciones de los Países Bajos, España y Dinamarca, donde la incidencia es menor (2,3).
En España se barajan cifras de incidencia para la LM traumática y no traumática entre 12-20 casos por millón de habitantes y año (4). Actualmente, se estima que aproximadamente 38.000 personas viven con LM en España.

### 1.3. Valoración de la lesión medular (ASIA Impairment Scale)

Una vez se ha manifestado el problema clínico, realizar un examen neurológico es imprescindible para evaluar la gravedad y el nivel de la lesión de la médula espinal. La presencia y ausencia de fuerza muscular, reflejos y sensibilidad táctiles deben registrarse. Esto ayudará a establecer un plan de tratamiento adecuado al paciente y a determinar el pronóstico y los resultados de la función neurológica.

El instrumento de medición para la gravedad es la ASIA Impairment Scale (AIS). Se utiliza para clasificar la gravedad de la lesión de la médula espinal según los exámenes sensoriales y motores, el nivel neurológico de la lesión y la clasificación de lesión completa o incompleta. Además, AIS ha demostrado un valor pronóstico importante para determinar el resultado después de una lesión de la médula espinal.
En la AIS se utilizan los términos siguientes importantes para definir las características de la lesión:

- Tetraplejia
  Deterioro o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos cervicales de la médula espinal debido al daño de los elementos neurales dentro del canal espinal.
- Paraplejia
  Deterioro o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos torácico, lumbar o sacro de la médula espinal.
- Función muscular clave
  Se examinan 10 funciones musculares clave y las puntuaciones se documentan en la hoja de evaluación (Anexo 1). Los músculos clave para la valoración de la función son:

| Raíz | Función muscular | Músculos clave |
|---|---|---|
| **C5** | Flexión de codo | Bíceps y braquial |
| **C6** | Extensión de muñeca | Extensor radial del carpo |
| **C7** | Extensión de codo | Tríceps |
| **C8** | Flexión de interfalángicas | Flexor largo de los dedos |
| **T1** | Abducción del 5º dedo (mano) | Abductor del 5º dedo (mano) |
| **L2** | Flexión de cadera | Iliopsoas |
| **L3** | Extensión de rodilla | Cuádriceps |
| **L4** | Flexión dorsal de tobillo | Tibial anterior |
| **L5** | Extensión del primer dedo (pie) | Extensor largo del primer dedo (pie) |
| **S1** | Flexión plantar del tobillo | Tríceps sural |

**Tabla 1.** Músculos clave para la valoración de la función en ASIA Impairment Scale

- Nivel neurológico de la lesión (NNL)
  Se refiere al segmento más caudal de la médula espinal con función sensorial y motora normal en ambos lados del cuerpo.
- Lesión completa
  Se define como la ausencia de función sensorial y motora en los segmentos por debajo del NNL. Incluye la no preservación sacra.

- Lesión incompleta

  Se define como la existencia de preservación de cualquier función sensorial y/o motora por debajo del NNL. Incluye la preservación sacra.
- Nivel sensitivo

  Se refiere al dermatoma más caudal, normalmente inervado, tanto para sensaciones de pinchazo como de tacto ligero. Esto puede ser diferente en los lados derecho e izquierdo del cuerpo.
- Nivel motor

  Se refiere a la función muscular clave preservada más baja con un grado de al menos 3 en la prueba muscular manual. Considerando que las funciones musculares clave de niveles superiores no están afectadas (puntuación de 5). Esto puede ser diferente para el lado derecho e izquierdo del cuerpo.
- Zona de preservación parcial (ZPP)

  Se refiere a aquellos dermatomas y miotomas por debajo del NNL que permanecen parcialmente inervados en lesiones completas.

Para clasificar la gravedad de la lesión de la médula espinal, la AIS utiliza 5 grados (1):

| | | |
|---|---|---|
| **A** | Completa | Ausencia de función sensorial y motora en los segmentos por debajo del NNL. No preservación sacra (S4-S5). |
| **B** | Sensitiva Incompleta | Función motora no conservada por debajo del NNL. Función sensorial conservada. Preservación sacra (S4-S5). |
| **C** | Motora Incompleta | Función motora preservada por debajo del NNL y más de la mitad de los músculos clave por debajo del NNL tienen un grado muscular menor de 3. |
| **D** | Motora Incompleta | Función motora preservada por debajo del NNL y al menos la mitad de los músculos clave por debajo del NNL tienen un grado muscular igual o mayor de 3. |
| **E** | Normal | Si la sensibilidad y la función motora probada con el ISNCSCI se clasifican como normales en todos los segmentos, pero el paciente tiene déficits debido a una LM. |

**ISNCSCI: International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury*

**Tabla 2.** Gravedad de la lesión según ASIA Impairment Scale.

## 2. Sistema respiratorio

### 2.1. Anatomía básica y funciones principales

Las vías respiratorias se dividen en vías respiratorias superiores e inferiores. La vía aérea superior consta de nariz, boca y faringe mientras que la vía aérea inferior consta de laringe, tráquea, bronquios, bronquiolos y alveolos.

El aire fluye a través de la boca o la nariz hacia las vías respiratorias inferiores en la inspiración. Es entre los alveolos y capilares pulmonares (vena y arteria pulmonar) donde se realiza el intercambio gaseoso (5,6). Posteriormente, el aire fluye de alveolos a nariz o boca hacia el exterior.

Una de las funciones importantes de la laringe, aparte de permitir el paso del aire a las vías respiratorias inferiores y de la función esfinteriana del cierre de la glotis durante la deglución,

es la función fonatoria. Debido al paso del aire por las cuerdas vocales y la movilidad de sus cartílagos, se producen diferentes fonemas que unidos entre si permiten el habla.
Podemos definir tres funciones principales de la respiración:

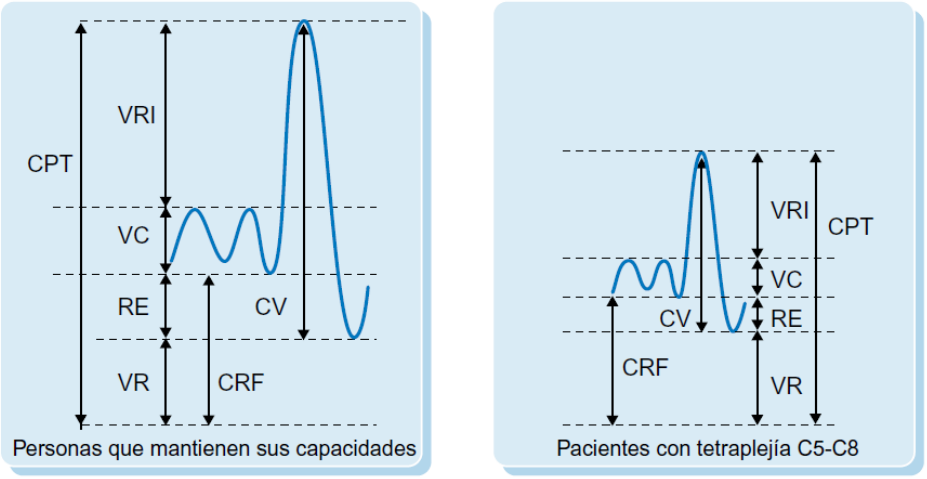
- Ventilación pulmonar
- Intercambio de gases
- Regulación del pH

### 2.2. Sistema respiratorio y lesión medular

Las complicaciones respiratorias son la principal causa de morbilidad y mortalidad en la fase aguda de la LM por lo que la prevención de ellas es muy importante desde los primeros momentos (7–9). Las complicaciones respiratorias más habituales en la LM son la hipoventilación, la atelectasia y la neumonía y normalmente están relacionadas con estos tres factores:

- Deterioro de la capacidad vital (CV): Debido a la reducción de la fuerza de los músculos respiratorios, el aumento de su fatigabilidad y la reducción de la capacidad inspiratoria, la CV resulta afectada.
- Disfunción autonómica: La alteración del sistema nervioso autónomo conlleva un aumento de secreciones que puede llegar a producir broncoespasmos y edema pulmonar.
- Retención de secreciones: Ante el aumento de la producción de secreciones y la presencia de una tos ineficaz para expectorarlas, se produce retención de estas y aumenta el riesgo de sufrir complicaciones.

Los pacientes con LM tienen un patrón respiratorio restrictivo en el que los volúmenes y capacidades pulmonares se encuentran disminuidos. La falta de fuerza de los músculos inspiratorios y espiratorios limita directamente la CV y en general la capacidad pulmonar total (9).




**CPT: Capacidad pulmonar total. VR: Volumen residual. RE: Reserva espiratoria. VC: Volumen corriente. VRI: Volumen de reserva inspiratoria. CRF: Capacidad residual funcional. CV: Capacidad vital.*

**Figura 1**. Representación gráfica de los efectos de la debilidad de músculos respiratorios. *(Tratamiento de las lesiones medulares. Guía para fisioterapeutas)*

En la LM, el grado de insuficiencia respiratoria se asocia al nivel neurológico de la LM. En general, el deterioro funcional empeora a medida que el nivel de la lesión es más craneal, de tal manera que las lesiones cervicales y torácicas altas son las de mayor riesgo (8). Además, una LM completa (puntuación A en la AIS), produce un mayor deterioro funcional respiratorio que las lesiones incompletas (puntuaciones AIS B – D). Otros factores asociados a la probabilidad de tener complicaciones pulmonares son la edad avanzada, las enfermedades médicas preexistentes, los antecedentes de tabaquismo o las lesiones traumáticas importantes asociadas (7).

### 2.3. Mecánica ventilatoria y musculatura implicada

Para lograr la ventilación pulmonar, los pulmones deben aumentar y reducir su volumen y la caja torácica debe permitir y acompañar el movimiento.

En la respiración tranquila, únicamente se requiere la activación del músculo diafragma. Durante la inspiración, este se contrae, se aplana y provoca su desplazamiento hacia caudal. Crea entonces una presión negativa en los pulmones que provoca la entrada de aire. En la inspiración el diámetro transverso y anteroposterior del tórax aumentan junto con el ángulo infraesternal para dejar espacio al aumento de volumen de los pulmones. Durante la espiración los movimientos se invierten: El diámetro transverso y anteroposterior del tórax disminuyen junto con el ángulo infraesternal. La espiración es totalmente pasiva ya que el diafragma se relaja desplazándose hacia craneal y el retroceso elástico de los pulmones, de la pared torácica y de las estructuras abdominales provocan la salida del aire al exterior (8,10).

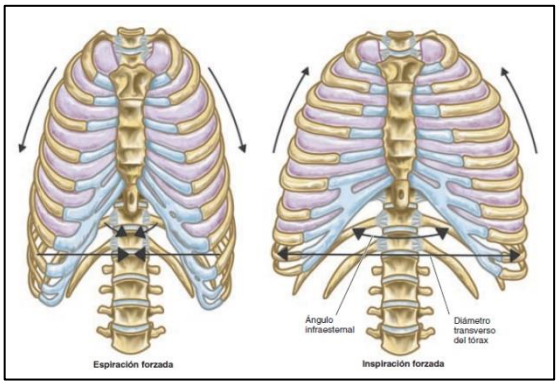



**Figura 2.** Movimiento de la caja torácica en inspiración y espiración forzadas. (*Anatomía clínica. Panamericana 2012)*

Sin embargo, en respiraciones forzadas, las fuerzas elásticas no son suficientes y se requiere de la activación de más musculatura:

- Musculatura principal de la respiración
  - Diafragma (C3-C5)
  - Músculos intercostales internos (T1-T10)
  - Músculos intercostales externos (T1-T10)
  - Músculos de abdomen
    - Recto del abdomen (T7-T12)
    - Transverso del abdomen (T8-L2)
    - Oblicuos internos y externos (T8-L2)
- Musculatura accesoria de la respiración
  - Esternocleidomastoideo (C2-C4)
  - Escalenos (C3-C7)

- Pectoral mayor y menor (C4-T1)
- Serrato anterior (C5-C7)

Por lo tanto, en inspiraciones y espiraciones forzadas, encontramos el reclutamiento muscular que se especifica a continuación:

- En la inspiración forzada: se requiere la contracción del diafragma y los músculos intercostales externos. Permiten que la cavidad torácica se expanda. Músculos accesorios como el esternocleidomastoideo, escalenos, pectorales y serrato anterior pueden asistir.
- En la espiración forzada: se requiere el reclutamiento de intercostales internos y musculatura abdominal (recto del abdomen, transverso y oblicuos), que empujarán el contenido abdominal hacia arriba comprimiendo de esta manera los pulmones y eliminando el aire.

| **Musculatura implicada en la respiración forzada** | |
|---|---|
| **Inspiración forzada** | **Espiración forzada** |
| Diafragma (C3-C5) | Músculos intercostales internos (T1-T10) |
| Músculos intercostales externos (T1-T10) | Recto del abdomen (T7-T12) |
| Esternocleidomastoideo (C2-C4) | Transverso del abdomen (T8-L2) |
| Escalenos (C3-C7) | Oblicuos externos (T8-L2) |
| Pectoral mayor (C4-T1) | Oblicuos internos (T8-L2) |
| Pectoral menor (C4-T1) | |
| Serrato anterior (C5-T7) | |

**Tabla 3**. Musculatura implicada en la respiración forzada

En la LM, dependiendo del nivel y de las características de la lesión, encontraremos más o menos musculatura afectada que influya en la respiración:

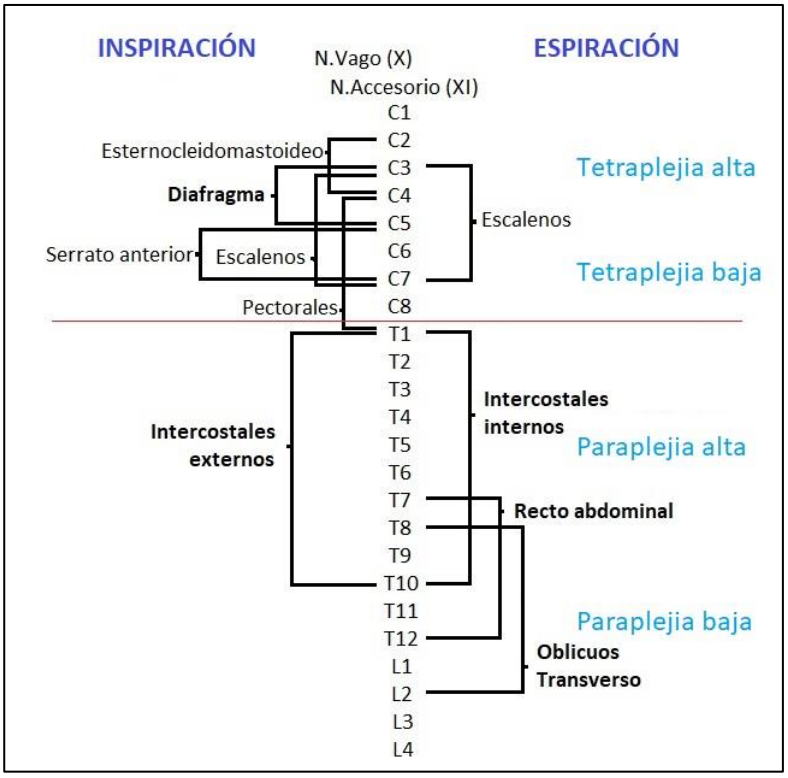



**Figura 3.** Inervación de la musculatura respiratoria según nivel de lesión (Adaptación de *Management and Rehabilitation of Spinal Cord Injuries*)

### 2.4. Mecanismo de la tos y capacidad tusígena

La tos es un acto respiratorio modificado que puede producirse de forma voluntaria pero, en la mayoría de los casos, representa una acción refleja provocada por la activación de los receptores laríngeos y/o traqueobronquiales. La funcion principal de la tos es eliminar los elementos extraños o las secreciones bronquiales existentes (10).

En consecuencia a la parálisis de los músculos espiratorios debido la lesión, se produce déficit de fuerza de los músculos espiratorios y consecuentemente una capacidad de tos débil, lo que resulta en una acumulación de secreciones (8).

Cuando un paciente sin patología realiza una tos, voluntaria o involuntariamente, se siguen tres fases ordenadamente:

1. Fase inspiratoria
   Se produce una contracción de los abductores del cartílago aritenoides y una apertura completa de la glotis para facilitar la inspiración de un volumen de aire variable similar a la CV o incluso mayor. En el caso de algunos LM, la CV es menor a la de una persona sin patología debido a la parálisis de la musculatura.

2. Fase compresiva
   El cierre de la glotis marca el inicio de la fase compresiva de la tos. La contracción de los músculos espiratorios contra una glotis cerrada produce altas presiones abdominales, pleurales, alveolares y subglóticas. Cuando aumenta la presión pleural, el gas alveolar se comprime y el volumen pulmonar disminuye. Encontramos entonces un aumento de presión intraabdominal gracias a la activación de musculatura del abdomen. En el caso de algunos LM, dependiendo del nivel de lesión, tendrán déficit o ausencia de contracción abdominal y, por lo tanto, no podrán crear una óptima presión intraabdominal para realizar una tos eficiente.

3. Fase espiratoria
   Esta fase se inicia por la abducción de los cartílagos aritenoides y la apertura de la glotis al inicio de la espiración. Es la fase del ciclo de la tos en la que las vías respiratorias se limpian de secreciones, desechos y materiales extraños.

La tos implica la activación simultánea y coordinada de varios músculos en cada fase. Los músculos implicados son:

- Músculos laríngeos (abductores y aductores)
- Diafragma
- Intercostales internos y externos
- Abdominal
- Toda la musculatura accesoria inspiratoria
- Toda la musculatura accesoria espiratoria

Por lo tanto, la generación de una tos eficiente se logra tras la inhalación de un gran volumen de aire seguido de una espiración producida por los músculos espiratorios con cierre glótico entre fases. En la mayoría de los niveles de LM, se afectan los músculos abdominales, lo que

compromete gravemente la capacidad de generar una tos efectiva para expulsar secreciones y prevenir infecciones del tracto respiratorio y atelectasias (7,10).

### 2.5. Influencias del Sistema nervioso vegetativo en el sistema respiratorio

En la LM, el mal funcionamiento del sistema nervioso autónomo (SNA) puede afectar sobre todo a los sistemas cardiovascular, termorregulador, sudomotor, gastrointestinal, urinario y reproductivo (11). En el caso del sistema respiratorio, el SNA tiene las siguientes funciones:

- Simpático: Los ganglios simpáticos cervical inferior y torácicos de T1-T5 producen una dilatación de bronquios y pulmones.
- Parasimpático: Mediante el nervio vago (X par craneal) se produce la constricción de bronquios y pulmones.

En fase aguda de la LM por encima de T6, se produce un desequilibrio a favor del sistema parasimpático. Este desequilibrio provoca una alteración de la secreción bronquial produciéndose en exceso y modificando el espesor de la secreción. Además, debido a la inervación parasimpática de los nervios vagos, se produce una constricción de bronquios y pulmones que, ante un aumento de secreciones, aumentaría el riesgo de retención de estas, aparición de neumonías y atelectasias. Además, en enfermedades preexistentes como el asma en las que ya se ha producido un cierto grado de constricción bronquiolar, la LM y la estimulación nerviosa parasimpática adicional puede empeorar la enfermedad (10,12).

### 2.6. Alteraciones de la voz y el habla

La voz patológica o disfónica se define como la alteración o trastorno de la función vocal considerado por la propia persona y/o su entorno que puede conllevar o no alteraciones de uno o varios de los parámetros acústicos: timbre, intensidad y/o flexibilidad tonal.

El sistema respiratorio tiene un papel muy importante en la producción vocal y puede verse afectada su funcionalidad en la LM. Las características descritas de la voz asociadas a la posible insuficiencia respiratoria de la LM dan lugar a la producción de menos sílabas por espiración, así como una duración fonatoria sostenida reducida que, combinada, puede afectar al habla y la comunicación (7,13,14).

Por lo tanto, generalmente en a LM, los cambios en la voz y el habla se deben a los cambios en los volúmenes pulmonares i aerodinámica. Por ejemplo, ante una LM cervical AIS A, encontramos parálisis de la musculatura intercostal y abdominal entre otra. La caja torácica se vuelve rígida y limita la expansión pulmonar. Esto lleva a una disminución de la CV y reducción del volumen pulmonar que junto a la pérdida de la interacción entre la musculatura inspiratoria y espiratoria imposibilitan la generación de una presión espiratoria lo suficientemente larga y consistente para abarcar toda una frase del habla con un tono adecuado (13–15).

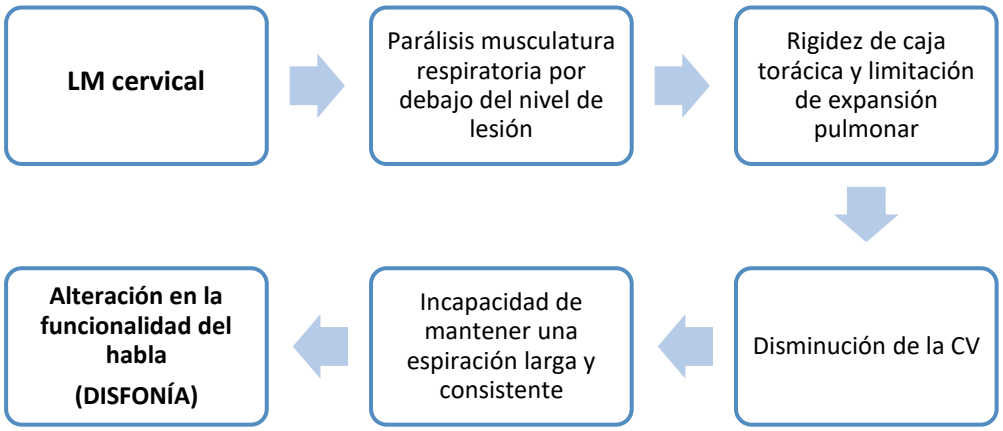



**Figura 4.** Diagrama de alteración en la funcionalidad del habla

## 3. Objetivos

Los objetivos principales del estudio son:

- Describir la clínica respiratoria de los pacientes con lesión medular
- Obtener y analizar los valores de presiones respiratorias máximas en los pacientes con lesión medular
- Obtener y analizar los valores de pico de tos máximo en los pacientes con lesión medular
- Analizar la repercusión de la lesión medular en la voz
- Relacionar las presiones respiratorias máximas, el pico de tos máximo y la afectación de la voz con el nivel neurológico de lesión y las características de la lesión

## 4. Hipótesis

Se espera que los pacientes con lesión medular presenten valores disminuidos de presiones respiratorias máximas y pico flujo de tos máximo, además de afectación de la voz dependiendo del nivel neurológico y características de la lesión.

## 5. Material y métodos

### 5.1. Diseño del estudio

La investigación que se ha llevado a cabo consiste en un estudio observacional descriptivo transversal de un grupo de pacientes con LM.

### 5.2. Población de estudio y muestra

La población de estudio es el paciente lesionado medular agudo o sub-agudo de origen traumático o médico ingresado en Institut Guttmann de forma consecutiva dentro de los meses de estudio. Se han seguido los criterios de inclusión y exclusión descritos en la tabla 4.

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|---|---|
| • Lesión medular aguda o sub-aguda (< 6 meses de evolución)<br>• Lesión medular traumática o de origen médico<br>• Lesión medular superior a L3<br>• Tolerancia a la sedestación en silla o incorporación de cama a 90º<br>• Edad superior a 18 años | • Lesión medular crónica (> 1 año)<br>• Traqueotomía<br>• Dependencia a ventilación mecánica<br>• Alteración cognitiva o no capacidad de colaboración<br>• Realización de entrenamiento de la musculatura respiratoria en la actualidad<br>• Participación en otros estudios con repercusión en la capacidad respiratoria o disfonía<br>• Contraindicaciones médicas existentes |

**Tabla 4.** Criterios de inclusión y exclusión del estudio

### 5.3. Lugar y período de estudio

El estudio se ha llevado a cabo en la unidad de lesión medular del Institut Guttmann (Badalona) dentro del período comprendido entre los meses de febrero a mayo de 2021.

### 5.4. Variables de estudio

Las variables principales del estudio son:

- Presiones respiratorias máximas: Presión inspiratoria máxima (PIM) y presión espiratoria máxima (PEM)
- Pico flujo de tos máximo
- Parámetros aerodinámicos: Tiempo máximo espiratorio (TME), tiempo máximo fonatorio (TMF), coeficiente neumofónico.
- Cuestionarios respiratorios Pulmonary Data Set, Saint George Respiratory Quiestionaire y Voice Handicap Index-10

Se definieron las variables demográficas (sexo y edad), variables antropométricas (talla y peso), etiología de la lesión, mecanismo lesional, nivel neurológico de lesión y puntuación de la escala ASIA Impairment Scale. El tiempo de evolución desde la lesión y la existencia de uso de ventilación mecánica (VM) o intubación orotraqueal (IOT) en la fase aguda de la lesión también se registraron como variables.

#### 5.4.1. Data set y cuestionarios respiratorios

**International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form (version 1.0)**

El Data Set (16) de patología respiratoria en la LM es un cuestionario muy breve que pretende recopilar datos importantes de la función broncopulmonar del paciente como la existencia de condiciones pulmonares antes de la lesión, los hábitos tabáquicos, la existencia de complicaciones y afecciones pulmonares después de la lesión y la utilización de ventilación mecánica. (Anexo 2)

**Adaptación de Saint George Respiratory Questionnaire (SGRQ)**

El SGRQ (17) es un instrumento específico respiratorio que pretende medir el impacto en la salud general del paciente, la vida diaria y el bienestar percibido en pacientes con enfermedad obstructiva de las vías respiratorias. El cuestionario original validado al español consta de 50 ítems. Se ha realizado la adaptación y/u omisión de algunos ítems en función de la población a evaluar y ha resultado un cuestionario de 26 ítems. Respetando la estructura del cuestionario original, la versión final contiene dos partes: una primera de 8 ítems que recoge la sintomatología del paciente y una segunda de 18 ítems que busca evaluar su impacto en las ABVD, sobre la tos y la respiración y sobre las consecuencias que los problemas respiratorios le podrían causar en la vida diaria. (Anexo 3)

### 5.4.2. Pruebas respiratorias esfuerzo-dependientes

**Presiones respiratorias máximas**

Se obtienen valores de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria máxima mediante el manómetro de presiones respiratorias bucal *MicroRPM* de *Carefusion*. Se utilizó material desechable de un solo uso para cada valoración: filtro de partículas desechable y pinzas nasales de un solo uso para cada paciente.

En ambas valoraciones, el paciente se posiciona en sedestación de 90º en silla o cama, sin faja abdominal y con pinzas nasales.

- Procedimiento para la medición de la presión inspiratoria máxima: Se pide al paciente una espiración máxima hasta volumen residual (VR) seguido de una inspiración tan fuerte como sea posible a través del manómetro (con válvula ocluida) de unos 3-4 segundos de duración. Se realizan 3 maniobras reproducibles (diferencia entre valores < 10%) y se seleccionará el valor máximo.

- Procedimiento para la medición de la presión espiratoria máxima: Se pide al paciente una inspiración máxima hasta su volumen pulmonar total (VPT) seguido de una espiración tan fuerte como pueda a través del manómetro (con válvula ocluida) de unos 3-4 segundos de duración. Se realizan 3 maniobras reproducibles (diferencia entre valores < 10%) y se seleccionará el valor máximo.

Para ambas valoraciones, se utilizan los valores de referencia para población general mediterránea reflejados en el estudio de Morales (18).

**Pico flujo de tos máximo**

Se obtienen los valores de pico flujo de tos máximo mediante el medidor de flujo espiratorio *DATOSPIR PEACK-10* de *Sibelmed*. Se utilizó material esterilizado de un solo uso para cada valoración: medidor de flujo espiratorio DATOSPIR y mascarilla de silicona de un solo uso para cada paciente.

El paciente se posiciona en sedestación de 90º en silla o cama y sin faja abdominal.

Procedimiento para la medición: Inicialmente, se pide al paciente que realice 3-4 respiraciones a volumen corriente (VC). Seguidamente, desde una inspiración máxima y VPT, se le pide un esfuerzo máximo de tos dentro de la mascarilla y medidor. Se realizan 5 maniobras reproducibles (diferencia entre valores < 10%) y se registra el valor máximo obtenido.

Para esta valoración, se utilizan los valores de la SEPAR (19) siendo por encima de 350 L/min los valores de normalidad para población adulta. Cifras menores a 270 L/min indican deterioro de la capacidad de tos para expulsar secreciones de las vías aéreas.

### 5.4.3. Exploración aerodinámica, fonatoria y evaluación de la disfonía

En ambas valoraciones, el paciente se posiciona en sedestación de 90º en silla o cama y sin faja abdominal. Los valores de normalidad para la exploración aerodinámica se obtienen de los valores de A. Marsal (20).

**Tiempo máximo espiratorio (TME)**

Se pide al paciente que dosifique su aire espiratorio emitiendo el sonido /s/ a una intensidad cómoda y homogénea durante el máximo tiempo posible tras una inspiración profunda. Se cronometra el tiempo que prolonga la espiración desde su inicio hasta el final y se realiza tres veces. Se registra el valor máximo obtenido.

Los valores normales son de 20-30 segundos. Valores inferiores indican falta de apoyo y de dominio del soplo espiratorio.

**Tiempo máximo fonatorio (TMF)**

Se pide al paciente que mantenga el sonido de la vocal /a/ en un tono e intensidad cómodos y homogéneos el máximo de tiempo posible tras una inspiración profunda. Se cronometra el tiempo que prolonga el sonido de la vocal desde su inicio hasta el final y se realiza tres veces. Se registra el valor máximo obtenido.

Los valores normales deben acercarse al tiempo de espiración, alrededor de 20 segundos. Valores inferiores pueden referir déficit de cierre de cuerdas vocales o tono muscular insuficiente.

**Coeficiente neumofónico (TMF/TME)**

Este índice se calcula mediante la división del TME/TMF. La relación entre el TME y el TMF se interpreta como un indicador de la coordinación fonorespiratoria, es decir cómo dosifica el paciente el flujo aéreo cuando habla. El coeficiente debe ser igual a 1. Valores por debajo o por encima de 1 indican incoordinación fonorespiratoria.

**Adaptación de Voice Handicap Index (VHI-10)**

El VHI-10 (21) es un cuestionario de valoración subjetiva del paciente que se basa en las limitaciones que le produce la patología vocal. El cuestionario original VHI-30 consta de 30 ítems divididas en tres sub-escalas: F – funcional, P – Físico, E – Emocional. La versión más utilizada en la actualidad es la versión reducida a 10 ítems (VHI-10) que respeta la estructura de tres subescalas originales y está validada al español. De los 10 ítems seleccionados, 5

pertenecen a la subescala funcional, 3 ítems a la subescala física y 2 ítems a la subescala emocional.

En el cuestionario utilizado se ha realizado una adaptación del VHI-10 en la que se han omitido 2 ítems y se han sustituido por otros de la misma sub-escala existentes en la VHI-30. Por ejemplo, el ítem original de la VHI-10 "E6 – Mi voz me hace sentir incapacitado" se ha sustituido por "E1 – Estoy tenso en las conversaciones por mi voz". Cada ítem se puntúa de 0 (nunca) a 4 (siempre) y clasifica los resultados en: sin incapacidad o incapacidad leve (0 – 10 puntos), moderada (11 a 20 puntos), severa (21 a 30 puntos) y grave (31 a 40 puntos). Anexo 4

## 6. Aspectos éticos

Durante el estudio se han seguido las directrices del Código Deontológico y Declaración de Helsinki para la Investigación en seres humanos. Previamente a la inclusión, todos los pacientes fueron informados sobre el procedimiento y objetivos del estudio, como también de posibles complicaciones derivadas y su poder de desistir de su participación en este. Se obtuvo el consentimiento informado de cada paciente y se siguió la normativa legal de confidencialidad y Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD).

El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité ético de investigación del Institut Guttmann.

## 7. Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico descriptivo, los datos fueron recogidos en una base de datos en *Microsoft Excel* que posteriormente fue trasladada al software estadístico *PSPP*. Se realizó estadística descriptiva mostrado medias y desviación estándar para las variables cuantitativas y frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas. Se realizaron pruebas T de Student y ANOVA para la comparación de medias y se usó el coeficiente de correlación de Pearson para estudiar la relación entre variables. En todos los análisis se asume $p < 0.05$ como nivel de significancia estadística.

## 8. Resultados

### 8.1. Descripción de la muestra

- <u>Sexo, edad, talla y peso</u>

  Se valoraron un total de 24 pacientes, de los cuales 18 fueron hombres (75%) y 6 mujeres (25%). La edad media de los participantes fue 47.58 años (DE 18.62) siendo la edad mínima 18 y la máxima 76. El tallaje medio fue 170.29 cm (DE 8.62) y el peso medio 69.80 kg (DE 12.32).

- <u>Etiología de la lesión</u>

  De los 24 pacientes, 16 fueron traumáticas (66,7%) y 8 fueron médicas (33.3%). Dentro de las 16 traumáticas, 13 de ellas fueron por caídas y 3 por accidente de tráfico, 54.2% y 12.5% respectivamente del total. Dentro de las médicas, 3 fueron debidas a procesos tumorales y 5 debidas a otras etiologías de origen médico como infarto medular,

estenosis de canal, fracasos de artrodesis, etc. Los porcentajes de etiología médica fueron 12.5% y 20.8% respectivamente.

- Nivel neurológico de lesión

  Según el tipo de discapacidad, 10 fueron tetraplejias (41,7%) y 14 fueron paraplejias (58.3%). En cuanto al el nivel de lesión, dentro de las tetraplejias, 7 fueron altas (de C3-C5) y 3 fueron bajas (de C6 a C8), 29,2% y 12,5% del total respectivamente. Dentro de las paraplejias, 5 fueron altas (de T1 a T6), 5 fueron medias (de T7 – T11) y 4 fueron bajas (de T12 a L3), siendo el 20.8%, 20.8 % y 16.7% del total respectivamente.

- Escala AIS

  Según la clasificación de la escala AIS, 10 fueron A (41.7%), 3 fueron B (12.5%), 9 fueron C (37.5%) y 2 fueron D (8.3%). Por lo tanto, 13 participantes tenían una lesión motora completa (54.2%) y 11 participantes tenían una lesión motora incompleta (45.8%).

- Semanas de evolución

  Las semanas de evolución de la lesión hasta el momento en el que se hizo la valoración, varió de 3 a 22 semanas de evolución, siendo la media 12.63 semanas (DE 6.27) de evolución desde la lesión.

| | **Pacientes con LM (n=24)** |
|---|---|
| **Sexo** | |
| **Hombre**, *n (%)* | 18 (75) |
| **Mujer**, *n (%)* | 6 (25) |
| **Edad (años)**, *media ±DE* | 47.58 ± 18.62 |
| **Talla (cm)**, *media ±DE* | 170.29 ± 8.62 |
| **Peso (kg)**, *media ±DE* | 69.80 ± 12.32 |
| **Etiología** | |
| **Traumáticas**, *n (%)* | 16 (66.7) |
| **Caída**, *n (%)* | 13 (54.2) |
| **Accidente de tráfico**, *n (%)* | 3 (12.5) |
| **Médicas**, *n (%)* | 8 (33.3) |
| **Proceso tumoral**, *n (%)* | 3 (12.5) |
| **Otras etiologías médicas**, *n (%)* | 5 (20.8) |
| **Nivel de lesión** | |
| **Tetraplejia,** *n (%)* | 10 (41.7) |
| **C3 – C5**, *n (%)* | 7 (29.2) |
| **C6 – C8**, *n (%)* | 3 (12.5) |
| **Paraplejia**, *n (%)* | 14 (58.3) |
| **T1 – T6**, *n (%)* | 5 (20.8) |
| **T7 – T11**, *n (%)* | 5 (20.8) |
| **T12 – L3**, *n (%)* | 4 (16.7) |
| **Escala AIS** | |
| **Completa motora**, *n (%)* | 13 (54.2) |
| **A**, *n (%)* | 10 (41.7) |
| **B**, *n (%)* | 3 (12.5) |

| | |
|---|---|
| **Incompleta motora**, *n (%)* | 11 (45.8) |
| **C**, *n (%)* | 9 (37.5) |
| **D**, *n (%)* | 2 (8.3) |
| **Evolución lesión (semanas)**, *media ±DE* | 12.63 ± 6.27 |

**Tabla 5.** Descripción de la muestra

## 8.2. Resultados obtenidos en el International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form (version 1.0)

- Condiciones pulmonares presentes antes de la lesión

  Por lo que respecta a los datos obtenidos del Data Set de los 24 pacientes, vemos que 18 pacientes (el 75%) no presentaban ninguna patología respiratoria previa a la lesión, 2 pacientes (8.3%) presentaban únicamente asma, 3 pacientes (12.5%) presentaban únicamente síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS) y 1 paciente (4.2%) presentaba bronquitis crónica junto con apnea del sueño. En resumen, el 75% de los pacientes no presentaban ninguna patología previa antes de la lesión y el 25% presentaba al menos una.
- Hábitos tabáquicos

  En cuanto a los hábitos de tabaquismo, 10 de los pacientes (41.7%) no había fumado nunca, 13 de los pacientes (54.2%) son exfumadores y 1 paciente (4.2%) es fumador habitual. Dentro de los 13 pacientes exfumadores, 6 pacientes (el 46,1%) han dejado de fumar desde el momento de la lesión y 7 pacientes (53.9%) ya lo habían dejado previamente. Dentro de los fumadores y exfumadores, siguiendo la fórmula [(número promedio fumado al día) / 20] x (número de años fumados), resultó una media de 15.13 años (DE 21.06) siendo el mínimo 0.17 años y máximo 70.0 años.
- Complicaciones y afecciones pulmonares después de la lesión

  Un total de 12 pacientes (50%) tuvieron complicaciones respiratorias o traumáticas y 12 pacientes (50%) no tuvieron complicaciones post-lesión. Dentro de los 12 pacientes que sí tuvieron una o más de una complicación, 5 de ellos (41.7%) tuvieron al menos un episodio de neumonía, 5 pacientes (41.7%) tuvieron un neumotórax unilateral o bilateral, 3 pacientes (25%) tuvieron un derrame pleural y 11 de los pacientes (91.6%) tuvieron fracturas costales y politraumatismos.
- Utilización de VM o IOT

  En cuanto al uso de ventilación mecánica e intubación orotraqueal, 15 de los pacientes (62.5%) no utilizaron y 9 pacientes (37.5%) sí que requirieron su uso al menos en las primeras 24-48 horas de la lesión.
- Utilización de ventilación mecánica

  Únicamente 4 pacientes (16.7%) utilizaban CPAP nocturna debido a las apneas del sueño diagnosticadas antes de la lesión.

| | **Pacientes con LM (n=24)** |
|---|---|
| **Condiciones pulmonares antes de la lesión** | |
| **Ninguna patología**, *n (%)* | 18 (75) |
| **Asma**, *n (%)* | 2 (8.3) |
| **SAOS**, *n (%)* | 3 (12.5) |

| | |
|---|---|
| **Bronquitis crónica + SAOS**, *n (%)* | 1 (4.2) |
| **Hábitos tabáquicos** | |
| **Nunca**, *n (%)* | 10 (41,7) |
| **Exfumador**, *n (%)* | 13 (54.2) |
| **Desde lesión**, *n (%)* | 6 (46.1) |
| **Previo a lesión**, *n (%)* | 7 (53.9) |
| **Fumador habitual**, *n (%)* | 1 (4.2) |
| **Paquetes/año (exfumadores y activos)**, *media ±DE* | 15.13 años ± 21.06 |
| **Complicaciones y afecciones después de la lesión** | |
| **No**, *n (%)* | 12 (50) |
| **Si**, *n (%)* | 12 (50) |
| **Al menos 1 episodio neumonía**, *n (%)* | 5 (41.7) |
| **Neumotórax unilateral o bilateral**, *n (%)* | 5 (41.7) |
| **Derrame pleural**, *n (%)* | 3 (25) |
| **Fracturas costales y politraumatismo**, *n (%)* | 11 (91.6) |
| **Uso VM + IOT en primeras 24-48h**, *n (%)* | 9 (37.5) |
| **Asistencia en la ventilación actualmente**, *n (%)* | 4 (16.7) |

**Tabla 6.** Resultados del International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form

### 8.3. Resultados obtenidos en la adaptación del Saint George Respiratory Questionnaire (SGRQ)

- Presencia de tos durante el ingreso

  En el análisis del SGRQ se evaluó la presencia de tos durante el ingreso. Los resultados muestran que, de los 24 pacientes de la muestra, 14 pacientes (58,3%) no había presentado tos en absoluto, 8 pacientes (33.3%) unos pocos días al mes, 1 paciente (4.2%) varios días a la semana y 1 paciente (4.2%) casi todos los días de la semana.

- Presencia de flemas o gargajos durante el ingreso

  En cuanto a la presencia de flemas o gargajos, 18 pacientes (75%) no habían presentado flemas, 4 pacientes (16.7%) unos pocos días al mes y 2 pacientes (8.3%) casi todos los días de la semana.

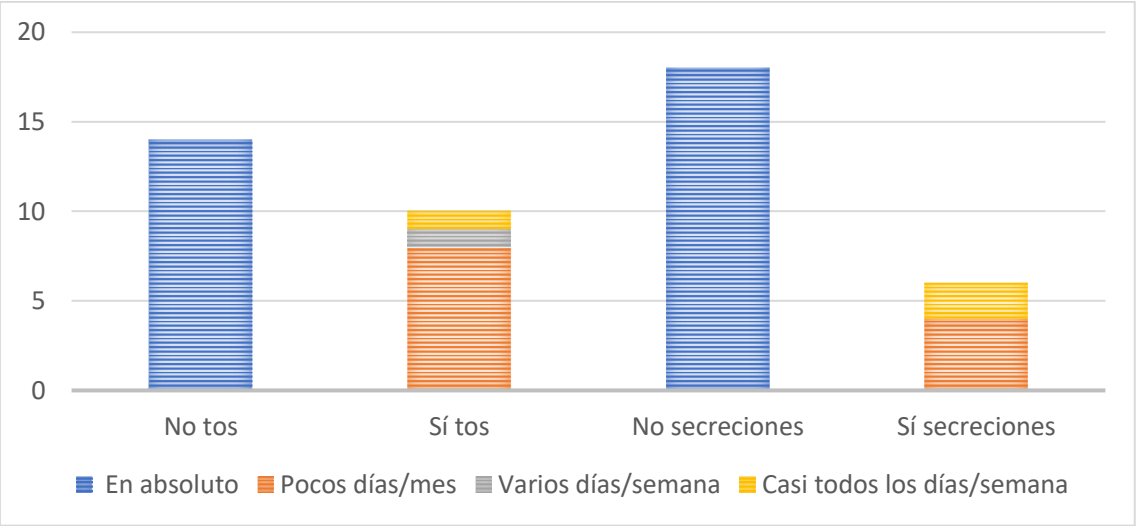



**Diagrama 1**. Presencia de tos y secreciones

- Sensación de falta de aire durante el ingreso

  Por lo que respecta a la sensación de falta de aire o disnea, 20 de los pacientes (83.3%) no han tenido sensación de disnea durante su ingreso, 2 pacientes (8.3%) unos pocos días al mes, 1 paciente (4.2%) varios días a la semana y 1 paciente (4.2%) casi todos los días de la semana.

- Eventos de ataques de pitos o silbidos en los pulmones durante el ingreso

  En cuanto a la presencia de ataques de pitos o ataques graves por problemas respiratorios durante el ingreso, los 24 pacientes (100%) contestaron que no habían tenido.

- Número de días buenos/semana (con pocos problemas respiratorios) antes de la lesión

  Ante la pregunta de "cuántos días fueron buenos (con pocos problemas respiratorios) en una semana habitual antes de la lesión", 20 pacientes (83.3%) manifestaron que todos los días habían sido buenos, 2 pacientes (8.3%) respondieron que casi todos los días, 1 paciente (4.2%) respondió que tres o cuatro días a la semana eran buenos y 1 paciente (4.2%) contestó que ningún día de la semana era bueno.

- Importancia de sus propios problemas respiratorios

  Respecto a la importancia que da el paciente a sus problemas con los pulmones, 15 pacientes (62.5%) contestaron que no les causa ningún problema, 7 pacientes (29.2%) contestaron que les causa algún problema y 2 pacientes (8.3%) contestaron que les causa bastantes problemas. Ningún paciente contestó que es el problema más importante que tienen.

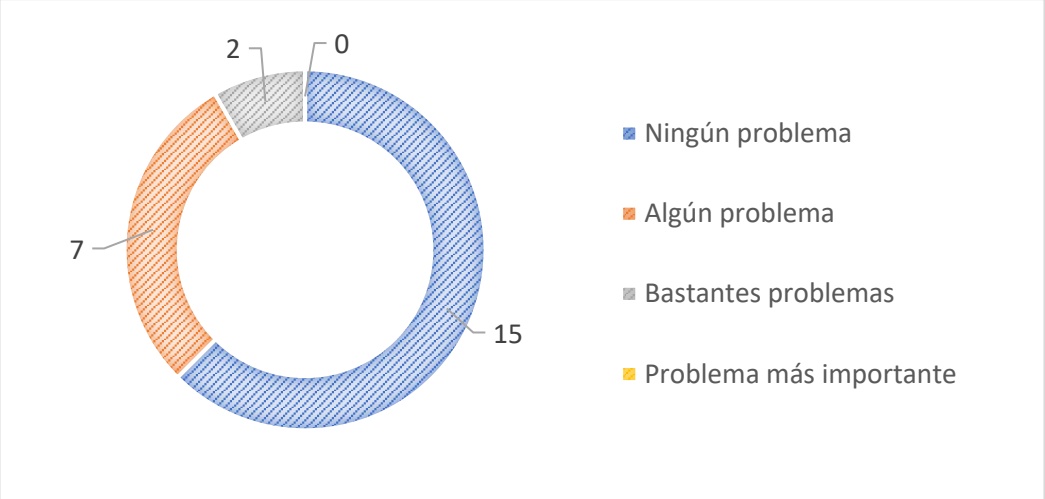



**Diagrama 2.** Percepción subjetiva de afectación respiratoria

- Sensación de falta de respiración durante actividades

  En cuanto a la sensación de disnea durante algunas actividades, 9 pacientes presentaron disnea durante alguna actividad como asearse, vestirse, desplazarse, etc. La sensación de disnea durante el tratamiento en gimnasio ha sido la actividad más nombrada (7 veces), seguida de desplazarse por fuera de la habitación (4 veces). Por otro lado, 15 pacientes no presentaban disnea en ninguna de las actividades propuestas.

- Sensaciones de tos, falta de respiración y otras consecuencias

  Por lo que respecta a los ítems de tos, respiración y otras consecuencias:

| Pacientes con LM (n=24) | NO | SI | N.V. |
|---|---|---|---|
| **Presencia de dolor al toser**, *n (%)* | 21 (87.5) | 3 (12.5) | - |
| **Presencia de cansancio al toser**, *n (%)* | 20 (83.3) | 4 (16.7) | - |
| **Falta de respiración al hablar**, *n (%)* | 18 (75.0) | 6 (25.0) | - |
| **La tos o respiración interrumpen el sueño**, *n (%)* | 24 (100) | - | - |
| **Sensación de agotamiento fácilmente**, *n (%)* | 13 (54.2) | 11 (45.8) | - |
| **La tos o respiración dan vergüenza en público**, *n (%)* | 21 (87.5) | 3 (12.3) | - |
| **Los problemas respiratorios son una molestia para familiares/amigos/vecinos**, *n (%)* | 23 (95.8) | 1 (4.2) | - |
| **Miedo o alarma ante situación de no poder respirar**, *n (%)* | 13 (54.2) | 3 (12.5) | 8 (33.3) |
| **Sensación de poder controlar los problemas respiratorios**, *n (%)* | 3 (12.5) | 21 (87.5) | - |
| **Expectativa de mejora de sus problemas respiratorios**, *n (%)* | 1 (4.2) | 22 (91.7) | 1 (4.2) |
| **Sensación de esfuerzo excesivo ante cualquier cosa**, *n (%)* | 18 (75.0) | 6 (25.0) | - |

**Tabla 7.** Resultados de la muestra en ítems de tos, respiración y otras consecuencias del SGRQ.

### 8.4. Puntuación total obtenida en la adaptación del Voice Handicap Index (VHI-10)

Los resultados totales obtenidos mediante el análisis de la percepción subjetiva del paciente en cuanto a sus limitaciones de patología vocal, la puntuación media obtenida de los 24 pacientes es 3.46 (DE 7.24) siendo la puntuación mínima obtenida 0 y la máxima 32. De los 24 pacientes de la muestra, 22 pacientes obtuvieron una puntuación igual o menor a 10 (sin incapacidad o incapacidad leve), 1 paciente obtuvo una puntuación de 14 (incapacidad moderada) y 1 paciente obtuvo una puntuación de 32 (incapacidad grave). El paciente con puntuación de incapacidad moderada fue una LM T3 AIS A. El paciente con puntuación de incapacidad grave fue una LM C4 AIS B.

El ítem más veces puntuado dentro de la muestra, por 9 pacientes, fue “La gente no me entiende en sitios ruidosos”, seguido de “La calidad de mi voz es impredecible” puntuado por 7 pacientes y “La gente me pregunta, ¿Qué te pasa en la voz?” por 5 pacientes.

| Pacientes con LM (n=24) | VHI-10 |
|---|---|
| **Rango de puntuaciones** | 0 - 32 |
| **Puntuación media**, *media ±DE* | 3.46 ± 7.24 |
| **Sin incapacidad o leve (≤ 10 puntos)**, *n (%)* | 22 (91.66) |
| **Incapacidad moderada (11 – 20 puntos)**, *n (%)* | 1 (4.16) |
| **Incapacidad severa (21 – 30 puntos)**, *n (%)* | 0 (0) |
| **Incapacidad grave (31 – 40 puntos)**, *n (%)* | 1 (4.16) |

**Tabla 8.** Puntuaciones obtenidas en la VHI-10

### 8.5. Presiones respiratorias máximas y pico de tos máximo

- Presión inspiratoria máxima (PIM)

  En la prueba de PIM se obtuvieron valores de 23 a 131 $cmH_2O$ con una media de 68.38 $cmH_2O$ (DE 27.87). La media de porcentajes del valor predictivo fue 58.08% (DE 21.99). De los 24 pacientes de la muestra, 21 pacientes (87.5%) obtuvieron valores por debajo del 80% del valor predictivo, lo que indica fuerza muscular inspiratoria disminuida. Únicamente 3 pacientes (12.5%) obtuvieron más del 80% del valor predictivo.

- Presión espiratoria máxima (PEM)

  En la prueba de PEM se obtuvieron valores de 25 a 207 $cmH_2O$ con una media de 65.25 $cmH_2O$ (DE 39.96). La media de porcentajes del valor predictivo fue 35.50 $cmH_2O$ (DE 20.03). De los 24 pacientes de la muestra, 23 pacientes (95.8%) obtuvieron valores por debajo del 80% del valor su valor predictivo, lo que indica fuerza muscular espiratoria disminuida. Únicamente 1 paciente (4.2%) obtuvo más del 80% de su valor predictivo.

| **Pacientes con LM (n=24)** | **PIM** *($cmH_2O$)* | **PEM** *($cmH_2O$)* |
|---|---|---|
| **Rango valores obtenidos** | 23 – 131 | 25 – 207 |
| **Valores reales**, *media ±DE* | 68.38 ± 27.87 | 65.25 ± 39.96 |
| **Valores predictivos**, *media ±DE* | 58.08 ± 21.99 | 35.50 ± 20.03 |
| **> 80%**, *n (%)* | 3 (12.5) | 1 (4.2) |
| **< 80%**, *n (%)* | 21 (87.5) | 23 (95.8) |

**Tabla 9**. Valores registrados en PIM y PEM

- Pico flujo de tos máximo

  En cuanto a pico flujo de tos máximo los valores registrados fueron de 130 a 540 L/min con una media de 290.83 L/min (DE 116.84). De los 24 pacientes de la muestra, únicamente 7 pacientes (29.16%) obtuvieron valores de normalidad superiores a 350 L/min y 4 pacientes (16.66%) valores entre el 271 – 349 L/min. Por el contrario, 13 pacientes (54.16%) obtuvieron valores inferiores a 270 L/min, lo que indicaría deterioro de la capacidad para eliminar secreciones.

| **Pacientes con LM (n=24)** | **Pico de tos** *($L/min^{-1}$)* |
|---|---|
| **Rango de valores obtenidos** | 130 – 540 |
| **Media ± DE** | 290.83 ± 116.84 |
| **Normalidad (> 350 $L/min^{-1}$)**, *n (%)* | 7 (29.16) |
| **Rango intermedio (271 – 349 $L/min^{-1}$)**, *n (%)* | 4 (16.66) |
| **Deterioro de capacidad (< 270 $L/min^{-1}$)**, *n (%)* | 13 (54.16) |

**Tabla 10.** Valores registrados en el pico de tos máximo

- Escala visual analógica del dolor (EVA)

  En el análisis de la puntuación EVA para el dolor antes y después de la prueba, únicamente 4 pacientes de la muestra (16.66%) manifestaron un valor superior a 0 antes y/o después de realizar las pruebas respiratorias. En el EVA inicial los valores estuvieron entre 0 – 3. En el EVA final los valores estuvieron entre 0 – 4. Durante las pruebas, en la tetraplejia el dolor no varió del 0 siendo siempre este el máximo. En cambio, en la paraplejia, la escala EVA del dolor varió de 0 a un máximo de 4 durante las pruebas en algunos pacientes.

### 8.6. Resultados obtenidos en las variables de parámetros aerodinámicos y fonatorios

- TME /s/ y TMF /a/

  Los valores obtenidos en el registro del TME /s/ variaron entre 2.73 – 25.39 segundos, situando la media en 10.63 segundos (DE 5.78). El 91.66% de los pacientes tienen un TME disminuido y por lo tanto un déficit en el control espiratorio.

  En cuanto a los TMF /a/ variaron entre 6.11 – 30.28 segundos, situándose la media en 14.84 segundos (DE 6.52) y, por lo tanto, el 75% de los pacientes presentaron presentando déficit de tonismo glótico.

- Coeficiente neumofónico TME/TMF

  Los valores del coeficiente neumofónico (TME/TMF) variaron entre 0.30 – 1.43, situando la media en 0.75 (DE 0.32). El 41.6% (14 pacientes) obtuvieron un coeficiente menor a 0.80 y, el 12.5% (3 pacientes), han obtenido un valor superior a 1.20. Por lo tanto, el 54.1% de los pacientes presentan incoordinación fonorespiratoria.

| Pacientes con LM (n=24) | Media ± DE | Rango | < 20 seg. | < 10 seg. |
|---|---|---|---|---|
| **TME /s/ (s)** | 10.63 ± 5.78 | 2.73 – 25.39 | N = 22 (91.66%) | N = 14 (62.5%) |
| **TMF /a/ (s)** | 14.84 ± 6.52 | 6.11 – 30.28 | N = 18 (75%) | N = 7 (29.1%) |
| **Coef. neumofónico** | 0.75 ± 0.32 | 0.30 – 1.43 | - | - |

**Tabla 11.** Parámetros aerodinámicos y fonatorios

### 8.7. Correlación entre características de la lesión y complicaciones post-lesión

En la muestra encontramos correlaciones positivas en cuanto lesiones completas y la existencia de complicaciones. En concreto, encontramos correlación con neumonías y fracturas costales. En las lesiones traumáticas encontramos correlación en especial con fracturas costales.

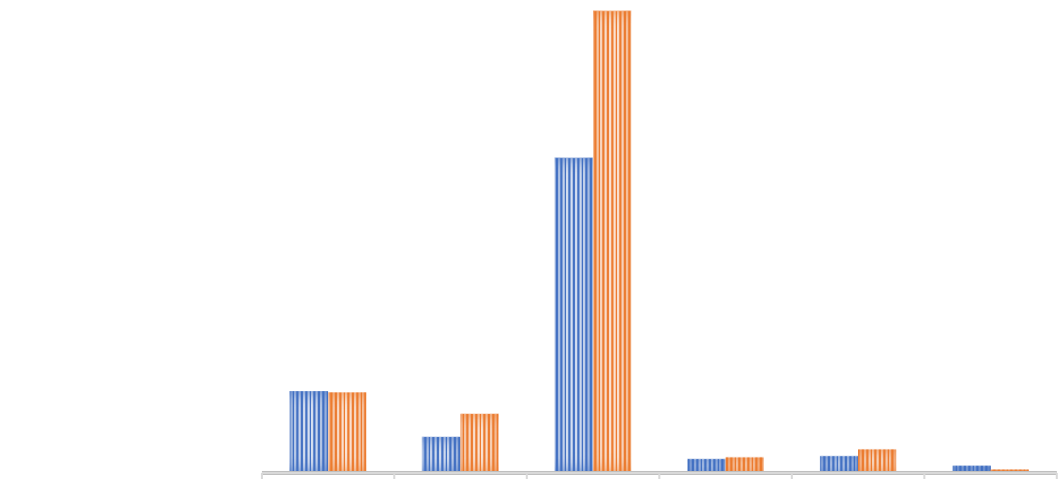
Además, encontramos correlación p=0.044 entre lesiones de origen traumático y completas.

| Pacientes con LM (n=24) | Lesión Completa, *p* | Lesión Traumática, *p* |
|---|---|---|
| **Existencia de complicaciones** | 0.003* | 0.008* |
| **Neumonía** | 0.020* | 0.499 |
| **Neumotórax** | 0.209 | 0.081 |
| **Fracturas costales** | 0.011* | 0.001* |
| **Derrame pleural** | 0.096 | 0.207 |
| **VM o IOT** | 0.217 | 0.461 |

**Tabla 12.** Correlación entre complicaciones post-lesión y características de la lesión

### 8.8. Diferencias en las valoraciones funcionales respiratorias y disfonía según el nivel de la lesión

Observando las diferencias en las valoraciones funcionales respiratorias y de disfonía respecto a los grupos de tetraplejia o paraplejia, la media obtenida de PEM, pico de tos, TME y TMF es relativamente menor en tetraplejia, pero únicamente significativa en PEM (p=0.042) y pico de tos (p=0.022). Además, la puntuación VHI-10 es mayor en tetraplejia que en paraplejia, aunque no significativa, nos indica más discapacidad en la voz.



| | PIM | PEM | Pico de tos | TME | TMF | VHI-10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tetraplejia C3 - C8 | 58.6 | 25.8 | 226 | 10 | 12.01 | 5.1 |
| Paraplejia T1 - L3 | 57.71 | 42.43 | 331.43 | 11.08 | 16.86 | 2.29 |

**Valores: PIM ($cmH_2O$); PEM ($cmH_2O$), Pico de tos ($L/min^{-1}$); TME (s); TMF (s)*

**Diagrama 3.** Valoraciones funcionales respiratorias y disfonía según el nivel de lesión

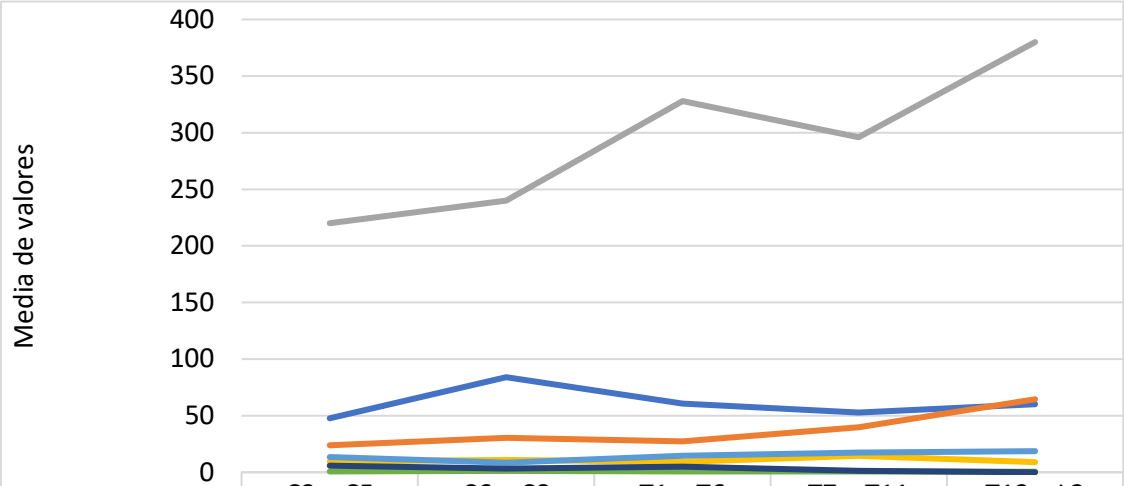
| Tetraplejia/paraplejia | t | p |
|---|---|---|
| **PIM** | 0.10 | .925 |
| **PEM** | -2.16 | .042* |
| **Pico de tos máximo** | -2.47 | .022* |
| **TME** | -0.44 | .662 |
| **TMF** | -1.90 | .071 |
| **TME/TMF** | 1.70 | .104 |
| **VHI-10** | 0.94 | .359 |

**Tabla 13.** Correlación entre valoraciones funcionales y disfonía según el nivel de lesión.

Según el NNL agrupado en C3 – C5, C6 – C8, T1 – T5, T6 – T11 y T12 – L3, también observamos diferencias en las medias de todas las valoraciones funcionales respiratorias y de disfonía aunque unicamente son estadísticamente significativas entre los NNL C3 – C5 (p=0.003) y T1 – T5 (p=0.014) respecto al grupo T12 – L3 en la PEM como se muestra en la tabla 14.

| Diferencias entre grupos PEM | | Error Estándar | p |
|---|---|---|---|
| **T12 – L3** | C3 – C5 | 9.55 | .003* |
| | C6 – C8 | 11.64 | .058 |
| | T1 – T6 | 10.23 | .014* |
| | T7 – T11 | 10.23 | .154 |

**Tabla 14.** Diferencias significativas entre los grupos C3-C5 y T1-T6 respecto al T12-L3 con un valor de p=0.003 y p=0.014 respectivamente.




| | C3 – C5 (n=7) | C6 – C8 (n=3) | T1 – T6 (n=5) | T7 – T11 (n=5) | T12 – L3 (n=4) |
|---|---|---|---|---|---|
| PIM | 47.71 | 84 | 60.8 | 52.8 | 60 |
| PEM | 23.86 | 30.33 | 27.4 | 39.8 | 64.5 |
| Pico d tos | 220 | 240 | 328 | 296 | 380 |
| TME | 9.63 | 10.85 | 9.29 | 14.55 | 8.97 |
| TMF | 13.51 | 8.5 | 14.7 | 17.56 | 18.68 |
| TME/TMF | 0.72 | 1.24 | 0.65 | 0.81 | 0.5 |
| VHI-10 | 5.86 | 3.33 | 5 | 1.4 | 0 |

**Valores: PIM ($cmH_2O$); PEM ($cmH_2O$), Pico de tos ($L/min^{-1}$); TME (s); TMF (s)*

**Diagrama 4.** Valores de capacidades respiratorias y disfonía en la muestra según nivel de lesión.

### 8.9. Correlación en fuerza muscular respiratoria, tos y parámetros aerodinámicos

Encontramos correlación positiva en varios de los datos cuantitativos obtenidos, sobre todo en la correlación de Pico de tos y PEM (p=0.001), pico de tos y TME (p=0.001), pico de tos y TMF (p=0.001), TME y TMF (p=0.001) con significancia de 2 colas. También encontramos correlación, en PIM y TME (p=0.042) o PIM y TME/TMF (p=0.034), TMF y PEM (p=0.033), TME/TMF y TME (p=0.013).

| | PIM | PEM | Pico de tos | TME | TMF | TME/TMF |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **PIM** | - | .377 | .132 | .042* | .247 | .034* |
| **PEM** | .377 | - | .001* | .678 | .033* | .235 |
| **Pico de tos** | .132 | .001* | - | .010* | .001* | .964 |
| **TME** | .042* | .678 | .010* | - | .001* | .013* |
| **TMF** | .247 | .033* | .001* | .001* | - | .177 |
| **TME/TMF** | .034* | .235 | .964 | .013* | .177 | - |

**Tabla 15.** Correlación en fuerza muscular respiratoria, tos y parámetros aerodinámicos (expresado con valores p)

### 8.10. Relación de parámetros aerodinámicos y disfonía con características de la lesión

No se han encontrado correlaciones entre los valores obtenidos de TME, TMF, coeficiente neumofónico y puntuaciones del VHI-10 respecto a la asistencia de VM o IOT durante las primeras 24h, existencia de complicaciones post-lesión ni otras características de la lesión.

| | TME | TMF | TME/TMF | Puntuación VHI |
|---|---|---|---|---|
| **Uso VM o IOT** | .366 | .213 | .350 | .366 |
| **Tetra/paraplejia** | .662 | .071 | .104 | .359 |
| **Compl./incompl.** | .839 | .323 | .089 | .219 |
| **Complic. Post-lesión** | .955 | .604 | .240 | .363 |

**Tabla 16.** Correlación entre parámetros aerodinámicos y disfonía con características de la lesión (expresado en valores p)

### 8.11. Modelo predictivo de PEM

Finalmente, se ha creado un modelo predictivo para explicar la variable respuesta PEM. El modelo que se ajusta muy bien (R cuadrada 0.68), y muestra que variables de nivel de lesión, características de la lesión y etiología, explican muy bien tener un PEM alto o bajo siendo estadísticamente significativas (anexo 5).

## 9. Discusión

Las complicaciones respiratorias son la principal causa de morbilidad y mortalidad en la fase aguda de la LM y sabemos que el nivel neurológico y características de la lesión están estrechamente relacionados con la afectación de la función pulmonar. El propósito de este estudio ha sido evaluar la función respiratoria de la muestra de pacientes con LM para evidenciar la afectación de las capacidades respiratorias y alteración de la voz que presentan.

Según la literatura, la edad media de lesión se sitúa en los 37,6 años y la proporción hombre:mujer es de 3,8:1. En la muestra de 24 pacientes encontramos 18 hombres y 6 mujeres siguiendo una regla de 3:1 con una edad media de 47,58 años, un poco más elevada de lo que refleja la literatura (2). Respecto a la etiología de la lesión, el 66.7% de lesiones de la muestra son traumáticas, en su mayoría por caídas, como así indica la literatura.

En las LM traumáticas, existe una gran prevalencia de lesiones asociadas de la caja torácica, sobre todo en las LM cervicales y torácicas. En la muestra, el 66.66% de las lesiones fueron de etiología traumática, presentando el 43.75% de estas complicaciones post-lesión como fracturas costales, politraumatismos, neumotórax, derrame pleural o hemotórax y el 50% de las traumáticas requirieron de VM o IOT durante las primeras 24h. Estas lesiones asociadas, aumentan el riesgo de morbilidad y mortalidad en la población de pacientes con LM, por lo que las lesiones cervicales altas de origen traumático tienen más riesgo de conllevar complicaciones respiratorias que el resto de LM (22).

En cuanto al hábito tabáquico, en la población general, es la principal causa prevenible de enfermedad cardiorrespiratoria. (23) En nuestra muestra, el 41.7% de los pacientes nunca ha fumado y el 25% eran fumadores hasta el momento de lesión, en cambio 1 paciente sigue siendo

fumador habitual, pese a ser uno de los pacientes con lesión cervical alta. Los pacientes con LM, principalmente cervical y torácica, tienen un patrón respiratorio restrictivo con pérdida de CV debido a la parálisis de los músculos respiratorios. Esta patología restrictiva sumada a la patología obstructiva crónica que puede provocar el hábito tabáquico a largo plazo es contraproducente para estos pacientes con LM cervical-torácica.

Varios estudios muestran que las complicaciones respiratorias están muy presentes en las lesiones medulares, en especial en las torácicas altas y las cervicales, y que las lesiones completas de origen traumático tienen valor pronóstico (24). Los resultados del estudio han mostrado seguir la misma línea que estudios anteriores, demostrando correlación significativa entre las lesiones completas de origen traumático con complicaciones como neumonías, fracturas costales y politraumatismos. Los resultados de la muestra revelan que un 50% de los pacientes mostraron complicaciones después de la lesión y que el 41.7% tuvieron al menos un episodio de neumonía.

**Discusión de capacidades respiratorias**

La debilidad de los músculos respiratorios y la disminución de la capacidad para toser son las principales causas de complicaciones respiratorias que provocan morbilidad y mortalidad en pacientes LM, especialmente en lesiones medulares altas (25). En la muestra del estudio el 41.7% de los pacientes ha presentado tos durante el ingreso y el 25% ha mostrado secreciones. Los valores en las pruebas funcionales muestran debilidad de fuerza máxima inspiratoria en el 87.5% de los casos, debilidad de fuerza máxima espiratoria en el 95.8% y valores por debajo de la normalidad en el pico de tos máximo en el 70.82% de los pacientes refiriendo deterioro de la capacidad de tos para expulsar secreciones de las vías aéreas. El deterioro de la fuerza máxima inspiratoria afecta principalmente a la correcta ventilación y volúmenes pulmonares y sumado a una tos no efectiva, los pacientes son muy propensos a retener las secreciones. La acumulación de estas y los taponamientos que pueden generar, conllevan en muchos casos atelectasias y neumonías (9,25,26).

En la muestra, la fuerza máxima espiratoria y pico de tos están disminuidos como se ha mencionado anteriormente y tienen correlación con el nivel de lesión. Encontramos más afectación en lesiones cervicales (tetraplejia) respecto a lesiones torácicas-lumbares (paraplejia). Debido a la parálisis de la musculatura abdominal y torácica, en mayor o menor medida, no se logra el aumento de presión intraabdominal e intratorácica necesarias para producir una tos efectiva o unos valores de PEM dentro de la normalidad. Sin embargo, encontramos en la muestra algunos valores de normalidad en LM baja hasta L1 y niveles de ASIA C-D en las que no hay afectación de la musculatura respiratoria. Por otra parte, la PEM está restringida, además, por la escasa inspiración. La imposibilidad de generar grandes volúmenes de aire en los pulmones en la inspiración previa a la tos, la capacidad para generar altas tasas de flujo espiratorio se ve aún más reducida (9,25,27).

Por otro lado, en los valores de fuerza inspiratoria máxima no se ha encontrado correlación con el nivel de lesión pese a que la literatura en muchos casos apoya que sí que hay diferencias (25,27). Esto puede ser debido a muchos factores: el principal, es que la muestra de pacientes es pequeña y la mayoría de los pacientes en el grupo de lesión más alta (C3 - C5) son AIS C, por

lo que tienen una LM incompleta motora que, por lo general, tendrá poca afectación del diafragma como musculatura principal en la inspiración. Otra de las explicaciones a la no correlación entre nivel de lesión y PIM, es que en las LM torácicas altas también tienen afectación en mayor o menor grado de la musculatura intercostal externa (inervación de T1 a T10) que participa activamente en la inspiración forzada. Además, el tiempo medio desde la lesión en el grupo de lesiones torácicas-lumbares es menor al tiempo del grupo de lesión cervical (10 respecto a 15 semanas) por lo que se encuentran en fase más aguda. Por último, como explicación a la no correlación de PIM y nivel de lesión, observamos que en el registro de escala EVA del dolor durante las valoraciones de la muestra, las tetraplejias reflejaron un máximo de EVA 0, mientras que las paraplejias manifestaron un EVA máximo de 4. La presencia de dolor disminuye la capacidad y la disposición del paciente para realizar pruebas esfuerzo-dependientes como en este caso la valoración de la PIM y, por lo tanto, el esfuerzo realizado en la espiración es inferior a la máxima real que el paciente podría hacer sin dolor (9).

**Discusión de la valoración aerodinámica y evaluación de la disfonía**

Después de una LM, las personas pueden presentar deficiencias en aspectos del habla debido a la función respiratoria deteriorada (14,15). Varios estudios han encontrado que las personas con LM, especialmente cervical, tienen volúmenes disminuidos de CV y ello tiene un impacto negativo en el control fonorespiratorio que requiere el habla. En el estudio que se ha llevado a cabo, se ha observado déficit del control espiratorio (TME) en el 91% de pacientes y déficit en el tono glótico (TMF) en el 75% de los casos. El 75% de los pacientes ha obtenido valores disminuidos tanto en TME como en TMF, lo que podría ser debido al deterioro de la CV característica de la LM.

Además, en el estudio se ha visto correlación significativa entre el TME, TMF y el pico de tos. En las tres capacidades, es imprescindible la obtención de una buena CV. Un TMF disminuido puede deberse a déficits en el cierre de las cuerdas vocales o déficit de tonismo glótico. El uso prolongado de IOT y VM puede estar relacionado, pero en el estudio no se ha visto correlación con su utilización durante mínimo 24-48h.

Las características específicas de la voz y el habla asociadas con la insuficiencia respiratoria conllevan la producción de menos sílabas por respiración, así como una duración fonatoria sostenida reducida (14). La mitad de los pacientes en la muestra presenta déficits en la capacidad de dosificar el flujo de aire durante el habla, es decir, incoordinación fonorespiratoria.

Frecuentemente, la disfonía debida a cambios en las características de la voz del paciente después de la LM tiene repercusión en la actividad, participación y calidad de vida del paciente. Sin embargo, en el estudio que se ha llevado a cabo, únicamente 2 pacientes han presentado incapacidad de la voz, siendo una incapacidad moderada y la otra incapacidad grave en cuanto a aspectos funcionales, emocionales y físicos del deterioro de la voz en sus actividades de la vida diaria.

## 10. Limitaciones

La principal limitación en el estudio que se ha llevado a cabo ha sido el escaso tamaño de la muestra. Este ha sido condicionado por el escaso tiempo disponible para el reclutamiento de participantes. A su vez, el pequeño tamaño de la muestra ha conllevado que no se observen grandes diferencias estadísticas ni correlaciones debido a la variabilidad en algunas mediciones como informan las DE.

El horario en el que se han realizado las pruebas ha sido, en la mayoría de los casos, entre las 5 – 7 p.m., cuando los pacientes han finalizado su tratamiento de neurorrehabilitación intensiva. En este momento, los pacientes se encuentran fatigados en mayor o menor medida y esto puede influir en las mediciones pudiendo no resultar comparable a otros estudios.

En cuanto a las variables utilizadas, no se han medido los parámetros respiratorios que se obtienen mediante la espirometría, como la CV o el volumen espiratorio forzado en el primer segundo, y que nos darían mucha información en cuanto a la función respiratoria de paciente con LM.

Por lo que respecta a los cuestionarios utilizados, se han tenido que modificar y/o eliminar ítems de cuestionarios respiratorios y de discapacidad de la voz para adaptarlos a la población con LM, por lo que se ha alterado su reproducibilidad y validez.

## 11. Conclusiones

- Las personas con LM presentan afectación de las capacidades respiratorias en mayor o menor medida dependiendo del nivel de lesión.
- Las lesiones completas de origen traumático tienen valor pronóstico en la aparición de complicaciones post lesión.
- Observándose que la complicación más prevalente después de la lesión es la neumonía, sobre todo en lesiones completas, debería realizarse educación al paciente sobre los riesgos que ello conlleva e instruirle desde fisioterapia respiratoria técnicas para el manejo de secreciones.
- Las personas con LM y afectación de las presiones respiratorias máximas y capacidad de tos deberían realizar entrenamiento diario de la musculatura inspiratoria y espiratoria utilizando una válvula dual, especialmente si presentan patologías respiratorias.
- Las personas que manifiesten afectación de la voz después de la LM deberían realizar una valoración completa desde logopedia.

**Bibliografía**

1. Ko H-Y. Management and Rehabilitation of Spinal Cord Injuries. Springer. 2019.

2. James SL, Bannick MS, Montjoy-Venning WC, Lucchesi LR, Dandona L, Dandona R, et al. Global, regional, and national burden of traumatic brain injury and spinal cord injury, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet Neurol. 2019;18(1):56–87.

3. Avellanet M, Gonzalez-Viejo MA. People with Spinal Cord Injury in Spain. Am J Phys Med Rehabil. 2017;96(2):S112–5.

4. Giorgio Scivoletto, Massimo Miscusi, Stefano Forcato, Luca Ricciardi, Mariano Serrao, Roberto Bellitti and AR. The rehabilitation of Spinal Cord injury Patients in Europe. Springer [Internet]. 2017;124. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-39546-3

5. Guyton. Tratado de Fisiología médica. Elsevier. Vol. 100, Gaceta Medica de Mexico. 1996. 565–585 p.

6. Cloutier MM. Respiratory physiology. ELSEVIER. 2019.

7. Sheel AW, Welch JF, Townson A. Respiratory Management Following Spinal Cord Injury - Spinal cord injury Rehabilitation Evicence. Vol. Version 6., Www.Scienceproject.Com. SCIRE; 2019. 1–72 p.

8. Al. RV et. Respiratory Management in the Patient with Spinal Cord Injury. Biomed Res Int. 2013;8(1):38–44.

9. Harvey L. Tratamiento de la lesión medular. Guía para fisioterapeutas. Elsevie. N. 2010. 316 p.

10. Chung KF. Cough: Causes, Mechanisms and Therapy. Blackwell Publishing Ltd; 2003.

11. Izadyar S. Autonomic nervous system. Neurology Secrets: Sixth Edition. 2017.

12. Netter FH. Neuroanatomia Esencial. Vol. 53, Journal of Chemical Information and Modeling. 2013. 1689–1699 p.

13. Rodrigues F de O, Frois C de A, Mello MSMS, Mangilli LD. Vocal Parameters in Individuals with Traumatic Spinal Cord Injury: A Systematic Review. J Voice. 2020;

14. Ward EC, Jarman L, Cornwell PL, Amsters DI. Impact of voice and communication deficits for individuals with cervical spinal cord injury living in the community. Int J Lang Commun Disord. 2016;51(5):568–80.

15. Johansson K, Seiger Å, Forsén M, Holmgren Nilsson J, Hartelius L, Schalling E. Assessment of voice, speech and communication changes associated with cervical spinal cord injury. Int J Lang Commun Disord. 2018;53(4):761–75.

16. Gómez Garrido A, León Espitia AM, Montesinos Magraner L, Ramirez Galceran L, Soler Canudes E, González Viejo MA. Validación española del cuestionario International Spinal Cord Injury Pulmonary Function Basic Data Set para valorar la repercusión de la lesión medular en el sistema respiratorio. Med Clin (Barc) [Internet]. 2015;145(11):477–81. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.medcli.2015.04.013

17. Guadalupe M, Estrada A, Sotelo C, Gabriela A, Rivas L. Reproducibilidad del cuestionario respiratorio Saint George en la versión al español, en pacientes mexicanos con

enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Rev Inst Nal Enf Resp Mex. 2000;13(2):85–95.

18. Morales P, Cordero PJ, Sanchis J, Díez JL. Presiones respiratorias estáticas máximas en adultos. Valores de referencia de una población caucasiana mediterránea. Arch Bronconeumol. 1997;33(5):213–9.

19. Felip Burgos Rincón PCC. Manual SEPAR de procedimientos. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar (II). Novartis. Barcelona; 2004.

20. Arias Marsal C. Examen funcional de la fonación de la exploración foniátrica. Bases para la aplicación en logopedia. "Revista Logop Foniatr y Audiol [Internet]. 1992;12(2):111–8. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/S0214-4603(92)75540-5

21. Núñez-Batalla F, Corte-Santos P, Señaris-González B, Llorente-Pendás JL, Górriz-Gil C, Suárez-Nieto C. Adaptación y validación del índice de incapacidad vocal (VHI-30) y su versión abreviada (VHI-10) al español. Acta Otorrinolaringol Esp. 2007;58(9):386–92.

22. Cotton BA, Pryor JP, Chinwalla I, Wiebe DJ, Reilly PM, Schwab CW, et al. Respiratory complications and mortality risk associated with thoracic spine injury. J Trauma - Inj Infect Crit Care. 2005;59(6):1400–9.

23. Linn WS, Spungen AM, Gong H, Bauman WA, Adkins RH, Waters RL. Smoking and obstructive lung dysfunction in persons with chronic spinal cord injury. J Spinal Cord Med. 2003;26(1):28–35.

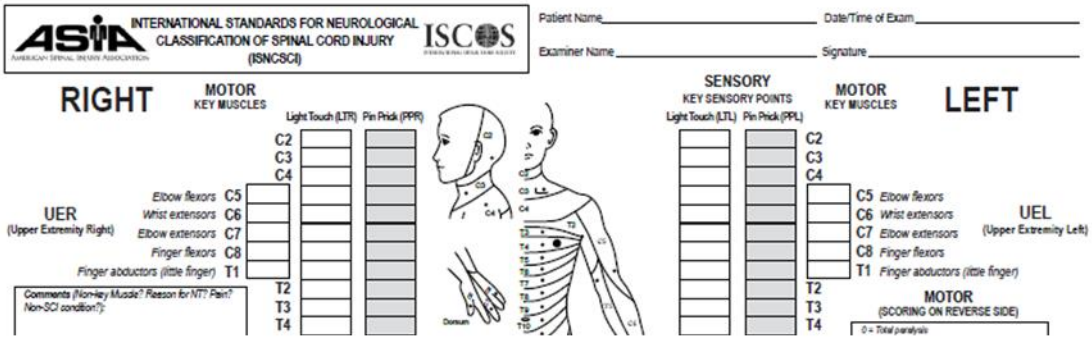
24. Sampol J, González-Viejo MÁ, Gómez A, Martí S, Pallero M, Rodríguez E, et al. Predictors of respiratory complications in patients with C5–T5 spinal cord injuries. Spinal Cord [Internet]. 2020;58(12):1249–54. Available from: http://dx.doi.org/10.1038/s41393-020-0506-7

25. Park JH, Kang SW, Lee SC, Choi WA, Kim DH. How respiratory muscle strength correlates with cough capacity in patients with respiratory muscle weakness. Yonsei Med J. 2010;51(3):392–7.

26. Boswell-Ruys CL, Lewis CRH, Wijeysuriya NS, McBain RA, Lee BB, McKenzie DK, et al. Impact of respiratory muscle training on respiratory muscle strength, respiratory function and quality of life in individuals with tetraplegia: A randomised clinical trial. Thorax. 2020;75(3):279–88.

27. Schilero GJ, Spungen AM, Bauman WA, Radulovic M, Lesser M. Pulmonary function and spinal cord injury. Respir Physiol Neurobiol. 2009;166(3):129–41.

**Anexo 1**. Clasificación AIS




## Muscle Function Grading

0 = Total paralysis

1 = Palpable or visible contraction

2 = Active movement, full range of motion (ROM) with gravity eliminated

3 = Active movement, full ROM against gravity

4 = Active movement, full ROM against gravity and moderate resistance in a muscle specific position

5 = (Normal) active movement, full ROM against gravity and full resistance in a functional muscle position expected from an otherwise unimpaired person

NT = Not testable (i.e. due to immobilization, severe pain such that the patient cannot be graded, amputation of limb, or contracture of > 50% of the normal ROM)

0*, 1*, 2*, 3*, 4*, NT* = Non-SCI condition present *

## Sensory Grading

0 = Absent 1 = Altered, either decreased/impaired sensation or hypersensitivity

2 = Normal NT = Not testable

0*, 1*, NT* = Non-SCI condition present *

*Note: Abnormal motor and sensory scores should be tagged with a '*' to indicate an impairment due to a non-SCI condition. The non-SCI condition should be explained in the comments box together with information about how the score is rated for classification purposes (at least normal / not normal for classification).

## When to Test Non-Key Muscles:

In a patient with an apparent AIS B classification, non-key muscle functions more than 3 levels below the motor level on each side should be tested to most accurately classify the injury (differentiate between AIS B and C).

| Movement | Root level |
|---|---|
| **Shoulder:** Flexion, extension, adbuction, adduction, internal and external rotation<br>**Elbow:** Supination | C5 |
| **Elbow:** Pronation<br>**Wrist:** Flexion | C6 |
| **Finger:** Flexion at proximal joint, extension<br>**Thumb:** Flexion, extension and abduction in plane of thumb | C7 |
| **Finger:** Flexion at MCP joint<br>**Thumb:** Opposition, adduction and abduction perpendicular to palm | C8 |
| **Finger:** Abduction of the index finger | T1 |
| **Hip:** Adduction | L2 |
| **Hip:** External rotation | L3 |
| **Hip:** Extension, abduction, internal rotation<br>**Knee:** Flexion<br>**Ankle:** Inversion and eversion<br>**Toe:** MP and IP extension | L4 |
| **Hallux and Toe:** DIP and PIP flexion and abduction | L5 |
| **Hallux:** Adduction | S1 |

## ASIA Impairment Scale (AIS)

**A = Complete.** No sensory or motor function is preserved in the sacral segments S4-5.

**B = Sensory Incomplete.** Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-5 (light touch or pin prick at S4-5 or deep anal pressure) AND no motor function is preserved more than three levels below the motor level on either side of the body.

**C = Motor Incomplete.** Motor function is preserved at the most caudal sacral segments for voluntary anal contraction (VAC) OR the patient meets the criteria for sensory incomplete status (sensory function preserved at the most caudal sacral segments S4-5 by LT, PP or DAP), and has some sparing of motor function more than three levels below the ipsilateral motor level on either side of the body. (This includes key or non-key muscle functions to determine motor incomplete status.) For AIS C – less than half of key muscle functions below the single NLI have a muscle grade ≥ 3.

**D = Motor Incomplete.** Motor incomplete status as defined above, with at least half (half or more) of key muscle functions below the single NLI having a muscle grade ≥ 3.

**E = Normal.** If sensation and motor function as tested with the ISNCSCI are graded as normal in all segments, and the patient had prior deficits, then the AIS grade is E. Someone without an initial SCI does not receive an AIS grade.

**Using ND:** To document the sensory, motor and NLI levels, the ASIA Impairment Scale grade, and/or the zone of partial preservation (ZPP) when they are unable to be determined based on the examination results.

AMERICAN SPINAL INJURY ASSOCIATION

INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY

ISCOS

Page 2/2

## Steps in Classification

The following order is recommended for determining the classification of individuals with SCI.

**1. Determine sensory levels for right and left sides.**
*The sensory level is the most caudal, intact dermatome for both pin prick and light touch sensation.*

**2. Determine motor levels for right and left sides.**
*Defined by the lowest key muscle function that has a grade of at least 3 (on supine testing), providing the key muscle functions represented by segments above that level are judged to be intact (graded as a 5).*
*Note: in regions where there is no myotome to test, the motor level is presumed to be the same as the sensory level, if testable motor function above that level is also normal.*

**3. Determine the neurological level of injury (NLI).**
*This refers to the most caudal segment of the cord with intact sensation and antigravity (3 or more) muscle function strength, provided that there is normal (intact) sensory and motor function rostrally respectively.*
*The NLI is the most cephalad of the sensory and motor levels determined in steps 1 and 2.*

**4. Determine whether the injury is Complete or Incomplete.**
*(i.e. absence or presence of sacral sparing)*
*If voluntary anal contraction = No AND all S4-5 sensory scores = 0 AND deep anal pressure = No, then injury is Complete.*
*Otherwise, injury is Incomplete.*

**5. Determine ASIA Impairment Scale (AIS) Grade.**
Is injury Complete? If YES, AIS=A
NO ↓
Is injury Motor Complete? If YES, AIS=B
NO ↓ (No=voluntary anal contraction OR motor function more than three levels below the motor level on a given side, if the patient has sensory incomplete classification)

Are at least half (half or more) of the key muscles below the neurological level of injury graded 3 or better?
NO ↓ AIS=C
YES ↓ AIS=D

If sensation and motor function is normal in all segments, AIS=E
*Note: AIS E is used in follow-up testing when an individual with a documented SCI has recovered normal function. If at initial testing no deficits are found, the individual is neurologically intact and the ASIA Impairment Scale does not apply.*

**6. Determine the zone of partial preservation (ZPP).**
*The ZPP is used only in injuries with absent motor (no VAC) OR sensory function (no DAP, no LT and no PP sensation) in the lowest sacral segments S4-5, and refers to those dermatomes and myotomes caudal to the sensory and motor levels that remain partially innervated. With sacral sparing of sensory function, the sensory ZPP is not applicable and therefore 'NA' is recorded in the block of the worksheet. Accordingly, if VAC is present, the motor ZPP is not applicable and is noted as 'NA'.*

**Anexo 2.** International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form

# INTERNATIONAL SPINAL CORD INJURY PULMONARY BASIC DATA SET FORM (Version 1.0)

**Condiciones pulmonares presentes ANTES de la lesión de la medula espinal:**

- ☐ Ninguna
- ☐ Asma
- ☐ Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (incluye enfisema pulmonar y bronquitis crónica)
- ☐ Apnea del sueño
- ☐ Otros, especificar _____
- ☐ Desconocido

**Hábitos de tabaquismo**

- ☐ Nunca ha fumado
- ☐ Ex - fumador
- ☐ Fumador habitual
- ☐ Desconocido

¿Si es ex - fumador, en qué año dejó de fumar?

¿Si es ex - fumador o fumador habitual, durante cuantos años ha fumado? _____ años

Si es fumador habitual, de media, cuántos (cigarrillos / puros / pipas) fuma o fumaba diariamente (responda todas): _____ cigarrillos _____ puros ____ pipas ___ desconocidos

Solo para ex - fumadores o habituales de cigarrillos, el número de paquetes - año consumidos: [(número promedio fumado al día) / 20] x (número de años fumados):

[ _____ / 20 x _____ = _____ paquetes-año ]

**Complicaciones y afecciones pulmonares DESPUÉS de la lesión de la médula espinal en el último año:**

- ☐ Ninguna
- ☐ Neumonía: Número de episodios de neumonía tratada con antibióticos: _____
  Número de episodios que han requerido hospitalización: _____
- ☐ Asma
- ☐ Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (incluye enfisema pulmonar y bronquitis crónica)
- ☐ Apnea del sueño
- ☐ Otras condiciones respiratorias, especificar _____
- ☐ Desconocidas

**Utilización actual de la asistencia en la ventilación**

- ☐ Ninguna
- ☐ Ventilación mecánica:
- ☐ Sí, menos de 24 horas al día
- ☐ Sí, las 24 horas del día
- ☐ Sí, un número desconocido de hores al día
- ☐ Marcapasos diafragmático. Fecha de instalación: ___ / ___ / _____
- ☐ Estimulación de nervio frénico. Fecha de instalación: ___ / ___ / _____
- ☐ Dispositivo de presión positiva en dos niveles (BiPAP). Fecha de inicio de uso: ___ / ___ / _____
- ☐ Otro, especificar _____
- ☐ Desconocido

Spinal Cord (2012) 50, 418–421
2012 International Spinal Cord Society. All rights reserved 1362-4393/12

**Anexo 3.** Cuestionario respiratorio de Saint George

# CUESTIONARIO RESPIRATORIO DE SAINT GEORGE (CRSG)

Instrucciones:
Este cuestionario ha sido diseñado para ayudarnos a saber mucho más sobre sus problemas respiratorios y cómo le afectan a su vida.
No use demasiado tiempo para decidir las respuestas. Recuerde que necesitamos que responda a las frases solamente cuando este seguro/a que le describen y que se deba a su estado de salud.

**Parte 1**

1. Durante su ingreso en Guttmann, ¿ha tenido tos?
   - ☐ Casi todos los días de la semana
   - ☐ Varios días a la semana
   - ☐ Unos pocos días al mes
   - ☐ Sólo cuando tuve infección en los pulmones
   - ☐ Nada en absoluto

2. Durante su ingreso en Guttmann, ¿ha sacado flemas o gargajos?
   - ☐ Casi todos los días de la semana
   - ☐ Varios días a la semana
   - ☐ Unos pocos días al mes
   - ☐ Sólo cuando tuve infección en los pulmones
   - ☐ Nada en absoluto

3. Durante su ingreso en Guttmann, ¿ha tenido falta aire?
   - ☐ Casi todos los días de la semana
   - ☐ Varios días a la semana
   - ☐ Unos pocos días al mes
   - ☐ Sólo cuando tuve infección en los pulmones
   - ☐ Nada en absoluto

4. Durante su ingreso en Guttmann, ¿ha tenido ataques de pitos o silbidos en los pulmones?
   - ☐ Casi todos los días de la semana
   - ☐ Varios días a la semana
   - ☐ Unos pocos días al mes
   - ☐ Sólo cuando tuve infección en los pulmones
   - ☐ Nada en absoluto

5. Durante su ingreso en Guttmann, ¿cuántos ataques tuvo por problemas respiratorios que fueran graves o muy desagradables?
   - ☐ Más de 3 ataques
   - ☐ 3 ataques
   - ☐ 2 ataques
   - ☐ 1 ataque
   - ☐ Ningún ataque

6. ¿Cuánto le duró el peor de los ataques que tuvo por problemas respiratorios? (SI NO TUVO **NINGÚN ATAQUE SERIO** VAYA DIRECTAMENTE A LA PREGUNTA **Nº7**)

- ☐ Una semana o más
- ☐ De 3 a 6 días
- ☐ 1 ó 2 días
- ☐ Menos de 1 día

7. Durante el último año, ¿cuántos días buenos (con pocos problemas respiratorios) pasaba en una semana habitual?

- ☐ Ninguno
- ☐ Uno o dos días
- ☐ Tres o cuatro días
- ☐ Casi todos los días
- ☐ Todos los días han sido buenos

8. Si tiene pitos o silbidos en los pulmones, ¿son peores por la mañana? (SI NO TIENE **PITOS O SILBIDOS** EN LOS PULMONES VAYA DIRECTAMENTE A LA PREGUNTA **Nº. 9**)

- ☐ No
- ☐ Sí

**Parte 2**

9. ¿Cómo diría usted que está de los pulmones? Por favor, marque una sola de las siguientes frases:

- ☐ Es el problema más importante que tengo
- ☐ Me causa bastantes problemas
- ☐ Me causa algún problema
- ☐ No me causa ningún problema

10. A continuación algunas preguntas sobre las actividades que normalmente le pueden hacer sentir que le falta la respiración Por favor, marque todas las respuestas que correspondan a cómo está usted últimamente:

| | SÍ | NO | NV |
|---|---|---|---|
| 11.1. Me falta la respiración estando sentado o incluso estirado | | | |
| 11.2. Me falta la respiración cuando me lavo o me visto | | | |
| 11.3. Me falta la respiración al desplazarme por dentro de la habitación | | | |
| 11.4. Me falta la respiración al desplazarme por fuera de la habitación | | | |
| 11.5. Me falta la respiración al subir un tramo de escaleras (si lo hace) | | | |
| 11.6. Me falta la respiración durante el tratamiento en el gimnasio | | | |

11. Algunas preguntas más sobre la tos y la falta de respiración. Por favor, marque todas las respuestas que correspondan a cómo está usted últimamente:

| | SÍ | NO | NV |
|---|---|---|---|
| 12.1. Tengo dolor cuando toso | | | |
| 12.2. Me canso cuando toso | | | |
| 12.3. Me falta la respiración cuando hablo | | | |
| 12.4. La tos o la respiración interrumpen mi sueño | | | |
| 12.5. Fácilmente me agoto | | | |

12. A continuación algunas preguntas sobre otras consecuencias que sus problemas respiratorios le pueden causar. Por favor, marque todas las respuestas que correspondan a cómo está usted últimamente:

| | SÍ | NO | NV |
|---|---|---|---|
| 13.1. La tos o la respiración me dan vergüenza en público | | | |
| 13.2. Mis problemas respiratorios son una molestia para mi familia, mis amigos o mis vecinos | | | |
| 13.3. Me asusto o me alarmo cuando no puedo respirar | | | |
| 13.4. Siento que puedo controlar mis problemas respiratorios | | | |
| 13.5. Creo que mis problemas respiratorios van a mejorar | | | |
| 13.6. Cualquier cosa me parece que es un esfuerzo excesivo | | | |

**Anexo 4.** Voice Handicap Index 10

**ÍNDICE DE DISCAPACIDAD DE LA VOZ (VHI-10)**

| | Nunca | Casi nunca | A veces | Casi siempre | Siempre |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| F1. La gente me oye con dificultad debido a mi voz | | | | | |
| F2. La gente no me entiende en sitios ruidosos | | | | | |
| F8. Mis problemas con la voz alteran mi vida personal y social | | | | | |
| F9. Me siento desplazado de las conversaciones por mi voz | | | | | |
| F5. Tiendo a evitar las tertulias debido a mi voz | | | | | |
| P5. Siento que necesito tensar la garganta para producir la voz | | | | | |
| P6. La calidad de mi voz es impredecible | | | | | |
| E6. Mi voz me hace sentir cierta incomodidad | | | | | |
| E1. Estoy tenso en las conversaciones por mi voz | | | | | |
| P3. La gente me pregunta: ¿qué te pasa con la voz? | | | | | |

**Anexo 5**. Modelo predictivo de PEM

**Resumen del modelo (PEM)**

| R | R cuadrada | R cuadrada ajustada | Error estándar del estimador |
|---|---|---|---|
| **0.82** | 0.67 | 0.60 | 12.72 |

**Coeficientes (PEM)**

| | Coeficientes no estandarizados | | Coeficientes estandarizados | |
|---|---|---|---|---|
| | B | Error estándar | Beta | Sign. |
| **Nivel neurológico de lesión (grupos de lesión C3-C5, C6-C8, T1-T6, T7-T11, T12-L3)** | 17.37 | 3.87 | 1.30 | 0.000 |
| **Integridad de la lesión (completa/incompleta)** | 16.37 | 5.86 | 0.42 | 0.012 |
| **Etiología (traumática/médica)** | -17.29 | 6.34 | -0.42 | 0.013 |
| **Discapacidad (tetra/paraplejia)** | .23.92 | 11.47 | -0.60 | 0.051 |

**Anexo 6**. Hoja de recogida de datos

# HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

- Valoración de la función respiratoria en la LM -

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **NHC** | | **Iniciales** | | **Nº paciente** | |
| **Sexo** | | **Edad** | | **Talla y peso** | |
| **Nivel lesión y AIS** | | **AIS** | | **Etiología lesión** | |
| **Fecha lesión** | | **Fecha ingreso** | | **Fecha valoración** | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Máx. | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PIM** ($cmH_2O$) | | | | | | | |
| **PEM** ($cmH_2O$) | | | | | | | |
| **Pico de tos** (L/min) | | | | | | | |

Check-list

- ☐ PIM
- ☐ PEM
- ☐ DataSet
- ☐ SGRQ
- ☐ Pico de TOS
- ☐ Escala disfonía
- ☐ VHI-10

| | | | | Tº máx. |
|---|---|---|---|---|
| **TME** /s/ (seg.) | | | | |
| **TMF** /a/ (seg.) | | | | |
| **TME / TMF** (seg.) = | | | | |

EVA inicial: _____ / 10

EVA final: _____ / 10