

**Universidad San Jorge**  
**Facultad de Ciencias de la Salud**  
**Grado en Fisioterapia**

**Proyecto Final**

**"Eficacia Comparativa de Métodos Manuales,  
Instrumentales y Mixtos para Mejorar el Pico  
de Flujo de Tos y el Drenaje de Secreciones en  
Pacientes con Lesión Medular C5: Protocolo de  
Ensayo Clínico Aleatorizado"**

**Autor del proyecto: Ander Linazasoro Montoya**  
**Director del proyecto: José Lesmes Poveda López**  
**Zaragoza, 16 de mayo de 2025**

---

## **Declaración del alumno**

Este trabajo constituye parte de mi candidatura para la obtención del título de Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge y no ha sido entregado previamente (o simultáneamente) para la obtención de cualquier otro título.

Este documento es el resultado de mi propio trabajo, excepto donde de otra manera esté indicado y referido.

Doy mi consentimiento para que se archive este trabajo en la biblioteca universitaria de Universidad San Jorge, donde se puede facilitar su consulta.

Firma:

Fecha:

Ander Linazasoro Montoya

16 de mayo de 2025



---

## **Dedicatoria y agradecimiento**

En primer lugar, me gustaría agradecer el enorme esfuerzo que han hecho mis padres para que pueda estudiar esta carrera que tanto me apasiona fuera de casa. También quiero agradecer a mis padres y a mi hermano, Aitor los ánimos y el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años.

Quiero agradecer también a mi profesor y tutor del TFG, José Lesmes Póveda, por esa disposición a ayudarme desde el primer momento en octubre hasta el día de la entrega. Siempre ha resuelto mis dudas con rapidez y de una forma muy clara, lo cual es de agradecer.

También quiero agradecer a mi tutora favorita de prácticas, Nausica Vera Blasco, por el apoyo que siempre me ha dado, por sacarme una sonrisa cada vez que iba a prácticas y por haberme transmitido motivación y vocación por la fisioterapia.

Me gustaría agradecer a mis compañeros de clase, por todos los momentos compartidos a lo largo de estos años. Gracias por las risas, el apoyo mutuo y por haber crecido juntos en este camino. Muchas gracias, os llevaré siempre conmigo.

Por último, me gustaría dedicar este trabajo a mis aitonas, especialmente a mi aitona Sebastián.

---

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CFR: Capacidad Residual Funcional

CV: Capacidad Vital

EDIC: Ejercicio de Débito Inspiratorio Controlado

ELTGOL: Espiración Lenta Total con Glotis Abierta en Decúbito Lateral

FEV<sub>1</sub>: Volumen Espiratorio Forzado en el Primer segundo.

FVC: Capacidad Vital Forzada

IEM: Insuflación-Exsuflación Mecánica

INE: Instituto Nacional de Estadística

LMC: Lesión Medular Cervical

LM: Lesión Medular

OMS: Organización Mundial de la Salud

PEF: Pico Flujo Espiratorio

PEP: Presión Espiratoria Positiva

PFT: Pico Flujo de Tos

PIM: Presión Inspiratoria Máxima

PEM: Presión Espiratoria Máxima

SEPAR: Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica

VPI: Ventilación Percusiva Intrapulmonar

VM: Ventilación Mecánica

VR: Volumen residual

VRI: Volumen de Reserva Inspiratorio

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1. MARCO TEÓRICO.....	8
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.3. HIPÓTESIS.....	10
1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	11
<b>2. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
2.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	11
2.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	14
2.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ABANDONO.....	14
2.4. RECLUTAMIENTO.....	15
2.5. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL.....	15
2.6. ALEATORIZACIÓN.....	16
2.7. VARIABLES.....	16
2.7.1. VARIABLE PRIMARIA.....	16
2.7.2. VARIALES SECUNDARIAS.....	17
2.8. PLANIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN.....	18
2.8.1. PROTOCOLO MANUAL.....	19
2.8.2. PROTOCOLO INSTRUMENTAL.....	21
2.8.3. PROTOCOLO MIXTO.....	22
2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	23
<b>3. DISCUSIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>4. LIMITACIONES Y FORTALEZAS.....</b>	<b>26</b>
<b>5. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>7. ANEXOS</b>	
7.1. HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE.....	36
7.2. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	39
7.3. SPANISH ADAPTATION OF THE QUALITY-OF-LIFE INDEX-SPINAL CORD INJURY VERSION.....	42
7.4. FATIGUE SEVERITY SCALE.....	44
7.5. ORGANIZACIÓN SEMANAL DE TÉCNICAS POR GRUPOS DE TRATAMIENTO.....	45

---

## RESUMEN

**Introducción:** Los pacientes con lesión medular cervical sufren disfunciones respiratorias severas. Las principales complicaciones asociadas a estas disfunciones están relacionadas con un incremento en la acumulación de secreciones y una reducción del pico de flujo de tos, lo que impide su adecuada eliminación. Este problema causa un gran impacto negativo en la supervivencia y en su calidad de vida.

**Objetivos:** Descubrir cuál de los 3 protocolos; manual, instrumental y mixto es más eficaz en el aumento del pico de flujo de tos y el drenaje de secreciones bronquiales en pacientes adultos con lesión medular cervical a nivel de C5.

**Metodología:** Se trata de un protocolo de ensayo clínico aleatorizado y estratificado por tipo de lesión medular y nivel de pico flujo de tos. En este protocolo se han creado 3 grupos; manual, instrumental y mixto. El protocolo manual recibirá tratamiento con las técnicas EDIC, ELTGOL y tos asistida manual. El protocolo instrumental recibirá PEP, ventilación percusiva intrapulmonar, insuflación-exsuflación mecánica y aspiración. El protocolo mixto recibirá técnicas manuales e instrumentales como el EDIC, ELTGOL, insuflación-exsuflación mecánica y aspiración. La fase de tratamiento durará 4 semanas. Para el estudio se usa la variable principal pico flujo de tos y como secundarias, la espirometría, la calidad de vida medido con "Quality of life Index-Spinal Cord Injury version" y la fatiga medida con la escala Fatigue Severity Scale (FSS).

**Resultados esperados:** Tras la realización de todos los protocolos, se esperan mejores resultados en el protocolo instrumental que en el mixto y en el manual, respecto a el pico flujo de tos, los volúmenes pulmonares, la calidad de vida y el nivel de fatiga.

**Conclusión:** Se espera que el tratamiento instrumental, que combina la presión espiratoria positiva, ventilación percusiva intrapulmonar, insuflación-exsuflación mecánica y aspiración, es el protocolo más efectivo para mejorar el pico flujo de tos y facilitar el drenaje de secreciones bronquiales. También se espera que sea el protocolo más efectivo para mejorar las variables espirométricas, la calidad de vida y disminuir el nivel de fatiga.

**Palabras clave:** Lesión medular, fisioterapia respiratoria, drenaje secreciones, pico flujo de tos, calidad de vida.

---

## ABSTRACT

**Introduction:** Patients with cervical spinal cord injury experience severe respiratory dysfunctions. The main complications associated with these dysfunctions are related to an increased accumulation of secretions and a reduced peak cough flow, which hinders their effective clearance. This issue has a significant negative impact on both the survival and quality of life of these patients.

**Objectives:** To determine which of the three protocols—manual, instrumental, or combined—is most effective in increasing peak cough flow and promoting bronchial secretion drainage in adult patients with cervical spinal cord injury at the C5 level.

**Methodology:** This is a randomized clinical trial protocol, stratified by type of spinal cord injury and peak cough flow level. Three groups have been created within this protocol: manual, instrumental, and combined. The manual protocol will receive treatment with the EDIC, ELTGOL, and manually assisted cough techniques. The instrumental protocol will receive PEP, intrapulmonary percussive ventilation, mechanical insufflation-exsufflation, and suction. The combined protocol will include both manual and instrumental techniques such as EDIC, ELTGOL, mechanical insufflation-exsufflation, and suction. The treatment phase will last 4 weeks. The primary outcome variable is peak cough flow, and the secondary variables include spirometry, quality of life measured with the "Quality of Life Index–Spinal Cord Injury version," and fatigue assessed using the Fatigue Severity Scale (FSS).

**Expected results:** After completing all the protocols, better outcomes are expected in the instrumental protocol compared to the combined and manual protocols, in terms of peak cough flow, pulmonary volumes, quality of life, and fatigue levels.

**Conclusion:** The instrumental treatment, which combines positive expiratory pressure, intrapulmonary percussive ventilation, mechanical insufflation-exsufflation, and suction, is expected to be the most effective protocol for improving peak cough flow and facilitating bronchial secretion drainage. It is also expected to be the most effective protocol for improving spirometric variables, quality of life, and reducing fatigue levels.

**Key words:** Spinal cord injury, respiratory physiotherapy, secretion drainage, peak cough flow, quality of life.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. MARCO TEÓRICO

La tetraplejía es una LMC que provoca pérdida total o parcial de las funciones motoras y/o sensitivas en extremidades, tronco y órganos pélvicos <sup>1</sup>. Una LM nivel C5 puede conllevar debilidad en el diafragma, aunque generalmente pueden respirar de manera autónoma. La mayoría no requiere VM <sup>2</sup>.

La incidencia global de LM traumáticas varía entre 10.4 y 83 casos/millón de habitantes por año <sup>3</sup>. En EEUU, en 2020, la incidencia anual de LMC era de 32 casos por millón de habitantes <sup>4</sup>. En Europa, entre 16 y 19.4 casos y en España, 8.1 casos por millón al año <sup>3</sup>. Según la OMS, aproximadamente 15,4 millones de personas tenían una LM en 2021 <sup>5</sup>. La prevalencia de Europa es de 250 casos por millón de habitantes <sup>3</sup>. Según el INE, España cuenta con más de 149.000 personas con LM <sup>6</sup>.

Las LM traumáticas pueden producirse por los accidentes de tráfico y caídas. Las no traumáticas pueden originarse por esclerosis múltiple, tumores de la médula espinal y enfermedades degenerativas <sup>7</sup>. Debido a la etiología variada y a los múltiples factores que pueden afectar a cada uno de los tipos de las LM no traumáticas, realizaré las intervenciones en pacientes lesionados medulares traumáticos.

Después de una LMC, en la fase de "shock medular", se produce una parálisis flácida de la musculatura intercostal que provoca inestabilidad en el tórax. Al inhalar, las costillas se hunden hacia adentro. Este fenómeno y la parálisis de la musculatura inspiradora produce una ventilación ineficaz, un mayor esfuerzo respiratorio, disnea y aumenta el riesgo del colapso distal de las vías aéreas produciendo atelectasias. Las secreciones se acumulan debido al aumento en su producción y a la disfunción de los músculos espiratorios, lo que dificulta la tos y su eliminación y favorece la aparición de infecciones <sup>2,8</sup>. Estos pacientes presentan una disminución en la fuerza de la tos, respecto al valor de normalidad (>270L/min) de PFT. Si los valores son inferiores a 160L/min, necesitarán crónicamente técnicas invasivas para el aclaramiento mucociliar con la cánula de traqueostomía <sup>9</sup>. Por ello, resulta fundamental mejorar los niveles de PFT para así, aumentar el drenaje de secreciones. Cuando se produce una lesión a nivel cervical, se acompaña de una denervación de las vías simpáticas, las cuales se denervan. En cambio, las vías parasimpáticas continuarán intactas, y este predominio parasimpático, provoca broncoconstricción, mayor sensibilidad en las vías respiratorias y aumento en la producción de moco <sup>2,3,10</sup>.

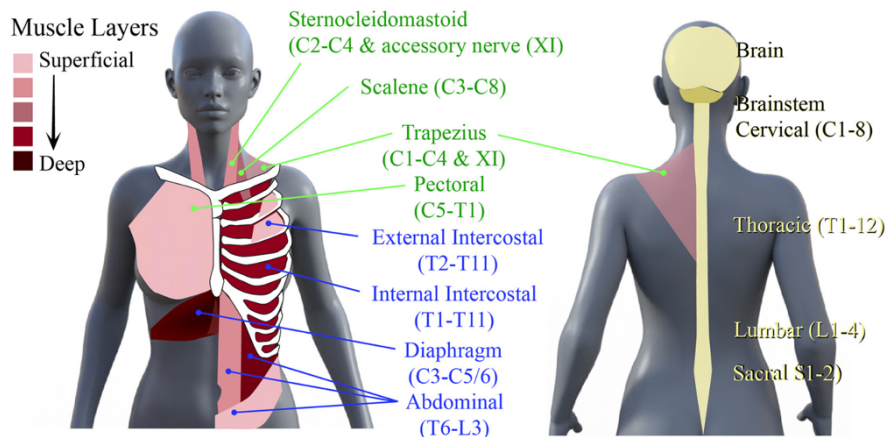


Imagen 1: Principales músculos de la respiración y su circuito neural. Autores: Randelman M, Zholudeva LV, Vinit S, Lane MA. Respiratory Training and Plasticity After Cervical Spinal Cord Injury. Front Cell Neurosci. 2021 Sep 21;15:700821.

En este estudio, utilizaré técnicas manuales, como EDIC, ELTGOL y tos asistida, e instrumentales, PEP, VPI, IEM y aspiración, con el objetivo de mejorar el PFT y facilitar el drenaje de secreciones. Junto a las técnicas EDIC, PEP y tos asistida, se usa el "air stacking" con el ambú. El propósito del ambú, es aumentar la movilidad torácica, la distensibilidad pulmonar<sup>9</sup>, la prevención de atelectasias y el aumento de los niveles de PFT. Consiste en hacer varias insuflaciones hasta alcanzar la capacidad máxima inspiratoria<sup>11,12</sup>. El EDIC ayuda a incrementar la distensibilidad y a insuflar el pulmón<sup>13</sup> a la vez que moviliza las secreciones hacia las vías aéreas proximales<sup>14</sup>. El ELTGOL se basa en la espiración lenta y prolongada<sup>14</sup> para incrementar el volumen residual. Para que los pacientes logren ese volumen, se darán compresiones en el tórax y el abdomen, en la fase de la espiración y los pacientes deberán mantener la glotis abierta<sup>9,15</sup>. La tos asistida manual se podrá combinar con el ambú para aumentar la capacidad inspiratoria, en esta técnica el paciente se colocará en posición sentada<sup>16</sup> y al igual que con el EDIC, el uso del air stacking mejora el PFT<sup>12</sup>. La VPI juega un papel clave en el drenaje de secreciones y en la apertura de alvéolos que se han colapsado. Esto se logra mediante la aplicación de percusiones de alta frecuencia, utilizando un flujo elevado y una presión reducida<sup>16</sup>. Los dispositivos PEP son útiles para evitar que las vías respiratorias se cierren o colapsen mientras se expulsa el aire en la espiración. En este estudio, usaré los dispositivos PEP oscilantes, que han demostrado eficacia en el drenaje de secreciones<sup>17</sup>. Los dispositivos de IEM alternan rápidamente entre presiones positivas, que ayudan a aumentar el volumen corriente, y negativas, facilitan la movilización de secreciones y la tos<sup>9,18</sup>. Cuando se utilizan junto con la fisioterapia respiratoria, estos dispositivos pueden disminuir la necesidad de traqueostomías o intubaciones en comparación con la

---

fisioterapia por sí sola <sup>19</sup>. Previo al uso de la aspiración, se utilizarán técnicas de movilización de secreciones <sup>9</sup>.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Cada nivel de lesión medular cervical tiene unas repercusiones funcionales características. Por ello, el protocolo de tratamiento y sus necesidades serán muy diferentes entre ellos. En consecuencia, me centraré únicamente en estudiar a los pacientes con LM C5. Estos pacientes experimentan dificultades para movilizar y expectorar secreciones, además de una incapacidad para toser de manera efectiva. Esto se debe a la denervación de los músculos intercostales y abdominales, lo que compromete la función espiratoria.

En consecuencia, resulta fundamental investigar las técnicas más eficaces para el drenaje de secreciones y el aumento de la capacidad tusígena, para proporcionar una rehabilitación de la más alta calidad, lo que podría traducirse en un menor tiempo de hospitalización y una mejora significativa en la calidad de vida de los pacientes. En la actualidad no existen y hay un vacío de conocimiento en cuanto a estudios específicos que comparen directamente las técnicas manuales e instrumentales de drenaje de secreciones y la capacidad de tos en pacientes con lesión medular cervical. Este estudio busca determinar si las técnicas instrumentales son más eficientes que las manuales o si la combinación de ambas es lo óptimo. En los estudios publicados actualmente, se utilizan tratamientos que combinan técnicas manuales (*Sharma A, et al*<sup>20</sup>) para ayudar a drenar secreciones y mejorar la tos. También se exploran enfoques que integran métodos manuales con instrumentales (*Torres-Castro R, et al*<sup>11</sup>, *Siddiqui R, et al*<sup>21</sup>, *Lin Y-P, et al*<sup>22</sup>) e incluso se combinan dispositivos instrumentales con el entrenamiento de los músculos respiratorios (*Lee Y, et al*<sup>23</sup>) pero no existe ningún estudio que compare 3 protocolos de tratamiento, uno con técnicas manuales, otro instrumentales y mixto en una población de lesionados medulares cervicales con características similares.

## **1.3. HIPÓTESIS**

Hipótesis nula: No se observan diferencias significativas en la eficacia del aumento del pico de flujo de tos y el drenaje de secreciones bronquiales entre los protocolos manuales, instrumentales y mixtos en pacientes adultos con lesión medular cervical a nivel de C5.

Hipótesis alternativa: Se observan diferencias significativas en la eficacia del aumento del pico de flujo de tos y el drenaje de secreciones bronquiales entre los protocolos manuales, instrumentales y mixtos en pacientes adultos con lesión medular cervical a nivel de C5.

---

## 1.4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

### OBJETIVO GENERAL

- Evaluar cuál de los protocolos (manual, instrumental o mixto) empleados en este ensayo clínico aleatorizado resulta más eficaz para mejorar los niveles de pico de flujo de tos (PFT) en pacientes con lesión medular a nivel C5, medido mediante un medidor de pico flujo <sup>24</sup>, al finalizar el periodo de tratamiento de 4 semanas.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

- Evaluar cuál de los protocolos (manual, instrumental o mixto) empleados en este ensayo clínico aleatorizado resulta más eficaz para mejorar los parámetros espirométricos en pacientes con lesión medular a nivel C5, medido mediante la espirometría <sup>25</sup>, al finalizar el periodo de tratamiento de 4 semanas.
- Evaluar cuál de los protocolos (manual, instrumental o mixto) empleados en este ensayo clínico aleatorizado resulta más eficaz para mejorar la calidad de vida en pacientes con lesión medular a nivel C5, medido mediante el "Quality of life Index-Spinal Cord Injury version", al finalizar el periodo de tratamiento de 4 semanas<sup>26</sup>.
- Evaluar cuál de los protocolos (manual, instrumental o mixto) empleados en este ensayo clínico aleatorizado resulta más eficaz para disminuir el nivel de fatiga basal en pacientes con lesión medular a nivel C5, medido mediante la Fatigue Severity Scale (FSS), al finalizar el periodo de tratamiento de 4 semanas<sup>27</sup>.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Este estudio es un protocolo de Ensayo Clínico Aleatorizado y Controlado, que sigue las directrices SPIRIT. En el que se comparan 3 grupos de intervención de pacientes con lesión medular C5 diagnosticado por neurólogos. El primer grupo de intervención recibirá un tratamiento fisioterápico respiratorio manual, el segundo grupo un tratamiento fisioterápico respiratorio instrumental y el tercero un tratamiento fisioterápico mixto. Los 3 tratamientos estarán dirigidos al drenaje de las secreciones bronquiales y al aumento del nivel del pico flujo de tos.

El estudio comenzará en junio del 2025 y acabará en marzo de 2026. Tendrá una duración total de 9 meses. Se realizará en 3 centros; Hospital Miguel Servet de Zaragoza, Instituto Guttmann Hospital de Neurorrehabilitación y el Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo. Antes de realizar los protocolos, requeriremos la aprobación de los comités de ética. La fase de tratamiento durará 4 semanas para cada paciente. Otros estudios (*Sharma A, et al<sup>20</sup>; Lee Y, et al<sup>23</sup>; Parmar K et al<sup>28</sup>; An SK et al<sup>29</sup>*) han realizado el tratamiento en un periodo de 4 semanas. Por ello, se ha optado por esta duración del periodo de tratamiento.

Se realizarán 2 evaluaciones; la primera, antes de iniciar las intervenciones y la segunda, al finalizar el periodo de tratamiento de 4 semanas.

	1º MES	2º MES	3º MES	4º MES	5º MES	6º MES	7º MES	8º MES	9º MES
Comienzo del estudio (junio del 2025)									
Aprobación comités de ética									
Reclutamiento de los pacientes									
Evaluación inicial									
Fase de tratamiento									
Evaluación final									
Análisis de datos									
Redacción y difusión de resultados.									

Ilustración 1: Cronograma del estudio. Fuente: elaboración propia

Para que el estudio se lleve a cabo, hemos obtenido convenios con los 3 hospitales anteriormente mencionados; Hospital Miguel Servet de Zaragoza, Instituto Guttmann Hospital de Neurorrehabilitación y el Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, con el objetivo de contar con la colaboración de algunos de sus profesionales sanitarios. Contaremos con la ayuda de 6 neurólogos, 2 por hospital, que nos ayudarán a realizar el proceso de selección de los pacientes, en base a los criterios de selección descritos posteriormente. En las evaluaciones, se contará con

el apoyo de un fisioterapeuta por cada centro. Serán expertos en lesión medular y rehabilitación respiratoria. En total 3 fisioterapeutas realizarán las valoraciones. En el periodo de tratamiento, el estudio contará con la implicación de 9 fisioterapeutas expertos en fisioterapia neurológica y respiratoria, un total de 3 fisioterapeutas por centro.

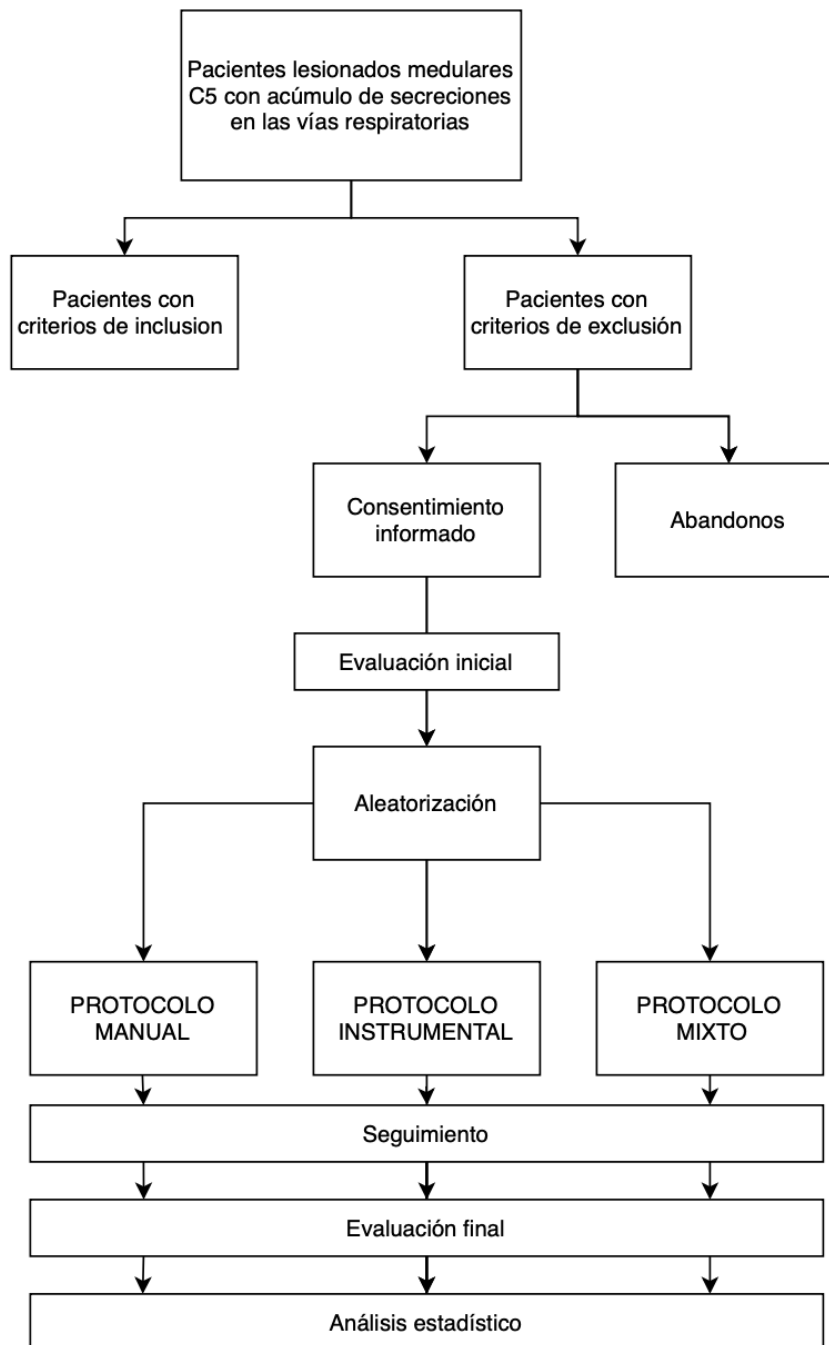


Ilustración 2: Diagrama de flujo del estudio. Fuente: elaboración propia.

## **2.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

El estudio será evaluado por los comités de ética de la Universidad San Jorge (Zaragoza), de Aragón (CEICA), del Comité de Ética e Investigación Clínica del Institut Guttmann y del Comité de Ética Asistencial (CEA) del Hospital Nacional de Parapléjicos, conforme a la declaración de Helsinki, garantizando la validez del estudio y la protección de los derechos de cada participante. Además, el ensayo clínico será registrado en ClinicalTrial.gov. Cualquier modificación en el protocolo de la investigación será informada tanto a los participantes como a ClinicalTrial.gov, para obtener su aprobación.

Para poder participar en el estudio, los pacientes tendrán que leer la hoja de información al paciente (ANEXO 1) y firmar el consentimiento informado (ANEXO 2) el cual además de en Castellano, estará traducido en los idiomas; inglés, francés y alemán para facilitar la comprensión de pacientes extranjeros.

## **2.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN Y ABANDONO**

Criterios de inclusión:

- Lesión medular traumática en nivel cervical C5 ASIA A, B, C.
- Estables hemo dinámicamente
- Edad 18 años – 60 años<sup>21</sup>
- Habilidad para entender las instrucciones<sup>11,17</sup>
- Individuos hospitalizados para tratamiento de la LMC<sup>30</sup>
- Primera admisión al hospital y función glótica normal<sup>11</sup>
- Tolerancia a la sedestación en silla o cama a 90°<sup>31</sup>
- Habilidad para respirar espontáneamente por 2 minutos sin producir hipoxemia<sup>17</sup>
- Paciente con ventilación y perfusión estables

Criterios de exclusión:

- Lesión medular inestable <sup>21</sup>
- Soporte ventilatorio <sup>11,32</sup>
- Fumadores <sup>11</sup>
- Paciente no cooperativo <sup>31,33</sup>
- Cualquier patología sistémica<sup>33</sup>
- Hemoptisis masivo<sup>17</sup>
- Neumotórax no tratado<sup>17</sup>
- Paciente con traqueostomía <sup>11,31,32,33</sup>

Criterios de abandono:

- Retiro voluntario del paciente
- Falta de adherencia al protocolo (asistir a menos del 80% de las sesiones)
- Participación en otros estudios con influencia en la capacidad respiratoria <sup>31</sup>

## **2.4. RECLUTAMIENTO**

El reclutamiento lo realizarán 6 neurólogos; 2 neurólogos en cada hospital. Todos los neurólogos serán especialistas en lesionados medulares. Los neurólogos son externos al estudio y estarán cegados. Su labor será el de reclutadores. Nos ayudarán a reclutar a los pacientes susceptibles de participar en el estudio, según los criterios de inclusión y exclusión anteriormente definidos. Los pacientes que cumplen los criterios de inclusión y que quieran participar en el estudio, leerán la hoja de información al paciente (ANEXO 1) y firmarán la hoja del consentimiento informado (ANEXO 2). Obtener el trabajo de 2 neurólogos nos garantizará disminuir errores, ya que se produce un doble control de los criterios de inclusión y exclusión.

El reclutamiento tendrá la duración de un mes. Se reclutarán a pacientes aptos para este estudio en el Hospital Miguel Servet de Zaragoza, en el Institut Guttmann de Catalunya y en el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo.

## **2.5. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL**

El cálculo del tamaño de la muestra para este estudio se llevó a cabo utilizando ciertos parámetros clave: una diferencia clínica mínima importante (MCID) de 69.8 L/min <sup>34</sup> y una desviación estándar (SD) de 63 <sup>35</sup>. Se estableció un intervalo de confianza (CI) del 95%, con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05 y un poder estadístico ( $1-\beta$ ) de 0.8. También se tuvo en cuenta una tasa de abandono anticipada del 20%. Con estos datos, se concluyó que el estudio necesita un tamaño de muestra de 28 pacientes sin considerar el abandono, y de 34 pacientes si se toma en cuenta la posible tasa de abandono del 20%. Para que los 3 grupos de intervención tengan la misma cantidad de personas, el estudio lo compondrán 36 participantes ( $n=12$  por grupo). Este cálculo asegura que el estudio tenga la potencia necesaria para detectar la diferencia clínica mínima esperada, lo que garantiza resultados estadísticamente significativos.

## **2.6. ALEATORIZACIÓN**

Los pacientes serán asignados a los grupos de tratamiento mediante aleatorización por bloques estratificada mediante el uso del programa [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org). Las variables de estratificación serán: el nivel de ASIA; A, B o C y el nivel del pico de flujo de tos, clasificado en tres rangos: más de 160 L/min, entre 80 y 160 L/min, y menos de 80 L/min. Esto facilitará una mejor distribución y equidad entre los grupos de tratamiento.

## **2.7. VARIABLES**

Las medidas de las variables descritas a continuación serán tomadas por un fisioterapeuta experto en lesionados medulares y rehabilitación respiratoria en cada uno de los centros; en total, 3 fisioterapeutas expertos, que no formarán parte del grupo de investigación y estarán cegados. Los evaluadores tendrán experiencia previa y serán formados en cómo tomar las medidas de las variables. Todos los pacientes serán evaluados de una forma protocolizada y fiable independientemente al grupo al que pertenezcan. Tanto las medidas de la variable principal como del resto de variables se tomarán al inicio y al final de los protocolos. Primero se recogerá la información del PFT, luego de la espirometría, seguido de la calidad de vida y finalizando con la escala de fatiga.

### **2.7.1. VARIABLE PRIMARIA**

El PFT mide la máxima velocidad del flujo espiratorio de aire generado durante un esfuerzo de tos <sup>24</sup>. El valor de MCID de esta variable es de 69.8 L/min<sup>34</sup>. Esta variable resulta vital para la evaluación y tratamiento de estos pacientes, ya que, si este valor se encuentra disminuido como en el caso de nuestros pacientes, impedirá que se drenen las secreciones de las vías respiratorias y está relacionado con mayor incidencia de complicaciones <sup>11</sup>. Para evaluar el PCF, se medirá usando el aparato Mini Wright flow meter; (Clement Clarke International Ltd., Essex, UK). El aparato será previamente calibrado <sup>30</sup> en litros por minuto (1 min<sup>-1</sup>) <sup>11</sup> y se usará material esterilizado de un solo uso para cada uno de los pacientes en sus valoraciones <sup>31</sup>. Los pacientes se posicionarán en sedestación en cama a 90° <sup>33</sup> sin faja abdominal <sup>31</sup>. El evaluador colocará el medidor dentro de la mascarilla nasobucal la cual se le colocará en la cara sin dejar ningún espacio. Se solicitará al paciente que realice cuatro respiraciones con volumen corriente, seguidas de una inspiración máxima hasta alcanzar su volumen pulmonar total, y luego se le pedirá que realice un esfuerzo máximo de tos <sup>36</sup> dentro de la mascarilla y el medidor <sup>31</sup>. Se realizarán 5 maniobras reproducibles con menos de 10% de diferencia <sup>31</sup> con descansos de 30 segundos entre maniobras<sup>34</sup>. El intento con mayor puntuación es el que se tendrá en cuenta <sup>34</sup>.

### 2.7.2. VARIABLES SECUNDARIAS

La primera variable secundaria que vamos a valorar, serán las variables espirométricas; capacidad vital, capacidad vital forzada, volumen espiratorio forzado en el primer segundo, la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima. Una de sus principales limitaciones en estos pacientes es que no pueden expandir sus pulmones más allá de su capacidad vital, la cual está reducida. Según *Mateus et al*, la FVC y el FEV<sub>1</sub>, fueron más restrictivos en los niveles C4-C5 comparando con los inferiores y el PIM y el PEM fueron más bajos en estos grupos también<sup>37</sup>. Por ello, resulta muy importante valorar estos parámetros en nuestra población. Las variables CV, FVC, FEV<sub>1</sub>, PIM y PEM se medirán mediante el espirómetro Pony FX MIP/MEP; COSMED Inc., Rome, Italy <sup>30</sup>. El dispositivo será previamente calibrado en flujo bajo, medio y alto<sup>38</sup>. La espirometría es esencial para evaluar la severidad de la alteración ventilatoria de tipo restrictivo<sup>25</sup>. Para realizar la maniobra, se colocará la máscara nasobucal. Se realizará una inspiración completa seguida de una espiración máxima hasta vaciar los pulmones. Se repetirá 3 veces y se tomará la mejor medida<sup>30,38</sup>.

Las lesiones medulares traumáticas, son un evento inesperado y el cual cambia dramáticamente el estilo de vida de estos pacientes<sup>26</sup>. En nuestro caso y como hemos visto anteriormente, las lesiones medulares cervicales afectan a numerosos sistemas y muchas complicaciones. Por ello, es importante valorar la calidad de vida de estos pacientes. Vamos a medir la Calidad de vida con la escala "Quality of life Index-Spinal Cord Injury version" <sup>26</sup> y que está validado al castellano<sup>39</sup> (ANEXO 3). El cuestionario se compone de 2 partes y ambas tienen 37 ítems. La primera parte consiste en valorar en una escala del 1 al 6, donde el 1 significa muy insatisfecho y el 6 significa muy satisfecho, diferentes situaciones que se proponen en el cuestionario. La segunda parte consiste en valorar en una escala del 1 al 6 el nivel de importancia que se le da a las diferentes situaciones que se proponen, donde el 1 significa sin ninguna importancia y el 6 significa muy importante.

Los pacientes con lesión medular cervical experimentan fatiga al realizar actividades y en reposo. Mejorar esta variable nos permitirá aumentar su participación en el tratamiento y a que tenga mayor satisfacción personal con la vida<sup>34</sup>. Vamos a medir la fatiga con la escala Fatigue Severity Scale (FSS) (Anexo 4). El valor de MCID de esta variable es de 1.1<sup>34</sup>. El cuestionario lo componen 8 frases y los pacientes tendrán que indicar si están muy de acuerdo (puntuación de 7) o muy en desacuerdo (puntuación de 1). Una puntuación mayor en este cuestionario indica mayores niveles

de fatiga. Este cuestionario tiene una consistencia interna de .88 y una fiabilidad de re-test de .84<sup>27</sup>.

Antes del programa de intervención - Evaluación inicial (5º mes)	Después del programa de intervención - Evaluación final (7º mes)
1.Medición PFT	1.Medición PFT
2.Medición Espirometría	2.Medición Espirometría
3.Medición Calidad de Vida	3.Medición Calidad de Vida
4.Medición Fatiga	4.Medición Fatiga

Tabla 1: Planificación de la medición de las variables. Fuente: elaboración propia.

## 2.8. PLANIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Vamos a disponer a los pacientes aleatoriamente en 3 grupos. Todos los grupos recibirán un tratamiento respiratorio enfocado en el drenaje de secreciones y en el aumento del nivel del pico-flujo de tos. Después de cada intervención, los pacientes mejorarán en las características mencionadas anteriormente y en ningún protocolo existe ninguna técnica que vulnere la seguridad sanitaria de los pacientes que participarán en el estudio. El primer grupo recibirá el tratamiento a base de técnicas manuales, el segundo grupo recibirá el tratamiento usando técnicas instrumentales y el tercer grupo recibirá el tratamiento con una mezcla entre técnicas manuales e instrumentales. El protocolo mixto nos permite un abordaje de los tratamientos más accesible y realista en entornos hospitalarios, donde no siempre están disponibles las máquinas de fisioterapia respiratoria. Con estos protocolos, vamos a mejorar el transporte mucociliar y ayudaremos a disminuir la obstrucción causada por el acúmulo de secreciones. El periodo de tratamiento comenzará después de las evaluaciones iniciales y tendrá una duración de 4 semanas. Los 3 grupos de tratamiento comenzarán el tratamiento el mismo día y lo acabarán el mismo día. Se realizarán 5 intervenciones a la semana, todos los lunes, martes, miércoles, jueves y viernes del periodo de tratamiento. Cada intervención tendrá una duración aproximada de 1 hora. En total 5 horas semanales durante las 4 semanas de tratamiento.

Los fisioterapeutas a cargo del tratamiento serán expertos en fisioterapia neurológica y respiratoria. No estarán cegados y formarán parte del proyecto en calidad de colaboradores. El grupo de tratamiento de fisioterapia lo formarán 3 especialistas en cada uno de los centros. Se le asignará un protocolo de tratamiento (manual, instrumental o mixto) a cada uno de ellos en cada centro. De esta manera, cada profesional podrá realizar el mismo protocolo con los mismos pacientes durante todo el transcurso de la investigación. Los pacientes no estarán cegados y no sabrán a que grupo de tratamiento pertenecen. Los fisioterapeutas llevarán mascarillas FFP3, guantes estériles. Los pacientes llevarán puesto un pulsioxímetro (Pulsioxímetro NONIN Onyx Vantage 9590) con el fin de controlar el SpO<sub>2</sub> y la frecuencia cardiaca durante la terapia.

En la siguiente tabla se indican los protocolos que se llevarán a cabo en los 3 grupo.

### Protocolos de fisioterapia respiratoria

<b>PROTOCOLO MANUAL</b>	<b>PROTOCOLO INSTRUMENTAL</b>	<b>PROTOCOLO MIXTO</b>
1º EDIC	1º PEP	1º EDIC
2º ELTGOL	2º VPI	2º ELTGOL
3º TOS ASISTIDA MANUAL	3º IEM	3º IEM
	4º ASPIRACIÓN	4º ASPIRACIÓN

Tabla 2: Planificación de protocolos de fisioterapia. Fuente: elaboración propia.

#### 2.8.1. PROTOCOLO MANUAL

Para realizar el EDIC, vamos a posicionar al paciente en decúbito lateral derecho. El fisioterapeuta se situará a un lado del paciente. Con un brazo ajustará el ambú en la boca del paciente sin que haya fugas y con el otro cogerá el brazo del lado supra lateral del paciente. Cada vez que el paciente inspire, vamos a introducir aire a través del ambú hacia las vías respiratorias de paciente (3-4 veces hasta notar resistencia) con el fin de aumentar sus volúmenes pulmonares y la capacidad tusígena<sup>12</sup>. Es importante coordinarnos para insuflar cuando el paciente realice la inspiración. El paciente tendrá que retener el aire cerrando la glotis para prevenir fugas de aire. Cuando el paciente esté completamente insuflado hasta la capacidad pulmonar total, tendrá que realizar una apnea tele inspiratoria de 3 segundos y posteriormente realizará una espiración con los labios fruncidos mientras nosotros vamos a acompañar la espiración cerrando la caja torácica<sup>40</sup>.

---

Se realizarán 6 series; 3 en decúbito lateral derecho y 3 en decúbito lateral izquierdo. Por cada serie se realizarán 10 maniobras de EDIC. Se realizará un descanso de 2 minutos entre cada serie.

La técnica ELTGOL, es una técnica adecuada para asegurar un adecuado drenaje bronquial sin causar efectos secundarios en el paciente<sup>41</sup>. En este ejercicio a diferencia del EDIC, colocaremos el pulmón a tratar en decúbito infra lateral para que la luz de los bronquios se estreche lo máximo posible<sup>41</sup>. Comenzaremos tratando el pulmón derecho. Posicionaremos al paciente en decúbito lateral con las rodillas y la cadera ligeramente flexionadas. Nos colocaremos detrás con la toma craneal a nivel de la parrilla costal superior del paciente a la altura de la 4-5<sup>o</sup> costilla y colocaremos nuestro antebrazo del otro brazo en el abdomen. Comenzaremos con la fase espiratoria. Para garantizar que la glotis esté abierta durante la fase espiratoria, le colocaremos un tubo cilíndrico en la boca. La espiración iniciará en la zona de la CFR y concluirá cerca del VR. Realizaremos una presión hacia craneal y una pronosupinación con el antebrazo del abdomen para realizar una movilización indirecta del diafragma junto a presiones en el tórax con la mano superior para reducir el diámetro transversal del tórax<sup>14,41</sup>. Cuando estemos cerca del volumen residual, para ayudar a aumentar la capacidad insufladora del paciente, usaremos el ambú, al igual que en el EDIC, nos coordinaremos con el paciente para insuflar. Insuflaremos lentamente sin intentar pasar al VRI. Se realizarán 6 series; 3 en decúbito lateral derecho y 3 en decúbito lateral izquierdo. Por cada serie se realizarán 10 maniobras de ELTGOL. Se realizará un descanso de 2 minutos entre cada serie.

Después de haber trabajado la vía aérea media a través de la técnica ELTGOL, intervendremos en la vía aérea proximal mediante la técnica de la tos asistida manual. Esta técnica constará de 2 partes. Situaremos al paciente en una posición reclinada o en supino semi incorporadamente. Ayudaremos al paciente a que expulse todo el aire que se encuentre en sus pulmones mediante una compresión abdominal. Inmediatamente después y con la ayuda del ambú, insuflaremos al paciente 3-4 veces hasta notar resistencia o hasta llegar a la capacidad máxima inspiratoria del paciente<sup>11</sup>, coordinándonos con su respiración. Al igual que en las anteriores técnicas, el paciente deberá tener un control glótico para prevenir fugas de aire. A continuación, realizaremos la fase espiratoria. Le quitaremos el ambú, y le realizaremos una compresión o thrust abdominal en dirección craneal para simular la actividad de los abdominales<sup>11,42</sup> coordinándonos con el momento de espiración del paciente. Se realizarán 4 maniobras, con 2 minutos de descanso entre cada una de ellas.

## 2.8.2. PROTOCOLO INSTRUMENTAL

Empezaremos trabajando la vía aérea periférica mediante los dispositivos PEP oscilantes. Estos dispositivos son un tipo de terapia de percusión<sup>43</sup>. Todos los pacientes usarán el mismo Flutter (Aptalis Pharma Canada Inc.). Los flutters tienen una forma de pipa y dentro contienen una bola de acero inoxidable el cual produce la resistencia y la oscilación de entre 6-26 Hz dentro de la vía aérea. Se usará un dispositivo por paciente, el cual se desinfectará previamente y después de realizar la terapia. Se colocará a los pacientes en una inclinación de 30° para realizar los ejercicios. Se les pedirá que inspiren lentamente y a medio volumen, realizarán una pausa de 1 segundo y se les colocará el dispositivo PEP en la boca y realizarán una espiración dentro del aparato, el cual producirá una resistencia a la espiración y una vibración dentro de las vías respiratorias del paciente reducirá la viscosidad de las secreciones y facilitará la ventilación colateral y el reclutamiento alveolar<sup>16</sup>. Se realizarán 3 series de 4 repeticiones en este ejercicio con 2 minutos de descanso entre series.

Después, trabajaremos la vía aérea media mediante la ventilación percusiva intrapulmonar. Los tratamientos pasivos como la ventilación percusiva intrapulmonar han demostrado mejorar el drenaje de secreciones<sup>17,44</sup>, la fuerza espiratoria abriendo los alveolos que se encuentran colapsados<sup>45</sup> y previene atelectasias<sup>46</sup>. Consiste en una ventilación a alta frecuencia, en la que un aparato emite impulsos de aire rápidos, por debajo del volumen corriente del paciente, en pequeños volúmenes. El paciente lo recibirá a través de un accesorio llamado Phasitron<sup>16,45</sup> conectado a una máscara, que oscilan entre 60 y 600 ciclos por minuto, superponiéndose al ritmo respiratorio espontáneo del paciente<sup>47</sup>. El nebulizador estará conectado al Phasitron y nebulizará suero salino fisiológico<sup>16</sup>. Se usará el VPI hospitalario IPV-2 para todos los pacientes. Se colocará al paciente en sedestación para poder aplicar la técnica<sup>16</sup>. Se seleccionarán los parámetros según las recomendaciones de la SEPAR<sup>16</sup> para los pacientes restrictivos con autonomía respiratoria. Frecuencia: 10 primeros minutos 150 ciclos/minuto y 10 últimos minutos 220 ciclos/minuto; Presión de trabajo: 2 bares; Relación I/E (relación entre el tiempo de incremento y tiempo de descenso de cada percusión administrada): 1/1; Pva (presión de vía aérea proximal): 10 cm H<sub>2</sub>O. El tiempo de tratamiento será de 20 minutos. En los primeros 10 minutos, se aplicarán frecuencias bajas para que el efecto esté centrado en el reclutamiento alveolar y en los últimos 10 minutos, se subirá la frecuencia para que se aumente la eliminación de secreciones<sup>16,48</sup>.

Para realizar la IEM, es necesario que el paciente mantenga la glotis abierta<sup>16</sup>. El dispositivo que usaremos para todos los pacientes será el "CoughAssist E70 (Phillips Respironics, Murrysville, Pennsylvania)"<sup>49</sup>. Cada paciente tendrá su propio material; filtro antibacteriano, tubo de

---

conducción, conexión a la interfase y mascarilla nasobucal<sup>19,50</sup> y no serán reutilizados<sup>16</sup>. La técnica se realizará con el paciente en una posición de 60° de inclinación<sup>23</sup>.

Primero programaremos el dispositivo con presiones bajas de 15 cmH<sub>2</sub>O de inspiración (2 segundos) y -16 cmH<sub>2</sub>O (3 segundos) de espiración con un tiempo de pausa de 0,5s entre ambos<sup>51</sup>. Realizaremos 4 insuflaciones y exsuflaciones para que el paciente se adapte a la sensación. Después empezará la terapia; Programaremos el dispositivo en modo automático y estos serán los parámetros; presión inspiratoria de 31 cmH<sub>2</sub>O y -32 cmH<sub>2</sub>O de presión espiratoria<sup>19,52</sup> con un tiempo de pausa de 0,5s entre ambos<sup>51</sup>. La inspiración durará 2 segundos y la espiración durará 3 segundos<sup>51</sup>. Se realizarán 4 ciclos de inspiración-espiración y se realizará una pausa de 3 minutos. Se realizarán 5 series sin contar la de adaptación.

Para trabajar la vía aérea superior, usaremos la técnica de la aspiración. Esta técnica consiste en la eliminación de secreciones nasofaríngeas, bucofaríngeas y bronquiales que previamente hemos trasladado a superior con las anteriores técnicas, usando una cánula conectada a una sonda. Previamente se tiene que esterilizar la cánula para evitar infecciones<sup>11</sup> y el fisioterapeuta encargado de realizar la técnica deberá llevar guantes, gafas y mascarilla. Colocará el catéter a una profundidad aproximada de 2 a 3 cm por debajo de la primera división de los bronquios antes de iniciar la aspiración de secreciones<sup>16</sup>. Se usará una solución isotónica salina para favorecer el drenaje<sup>44</sup>. La presión de la succión será de 100mmHg<sup>44</sup>. En el caso de no encontrar muchas secreciones, se puede realizar la técnica más superficialmente. Debe realizarse en el menor tiempo posible para evitar complicaciones como daño a la mucosa de los bronquios, disminución de oxígeno en sangre (hipoxemia) o el colapso parcial del pulmón (atelectasia)<sup>16</sup>. Aunque la sonda de aspiración está diseñada para un solo uso, al terminar el procedimiento es necesario enjuagar tanto el interior del catéter como el del tubo de conexión para asegurar su limpieza<sup>16</sup>.

### **2.8.3. PROTOCOLO MIXTO**

Incluiremos 2 técnicas manuales y 2 instrumentales. Primero realizaremos el EDIC, seguido del ELTGOL y IEM y finalizando con la aspiración. El EDIC y el ELTGOL tendrán una duración de 20 minutos, la I-EM tendrá una duración de 15 y la aspiración de 5 minutos. En el EDIC, se realizarán 4 series; 2 en DLD y 2 en DLI. Cada serie contendrá 10 repeticiones y se realizará una pausa de 2 minutos entre series. En cuanto al ELTGOL, se realizarán también se realizarán 4 series; 2 en DLD y 2 en DLI. Cada serie contendrá 10 repeticiones y se realizará una pausa de 2 minutos entre series.

---

En cuanto a la I-EM, se realizarán las repeticiones de adaptación y en la terapia se realizarán 4 series de 4 ciclos de I-EM. Los parámetros serán los mismo que en el protocolo instrumental. La aspiración se realizará de la misma manera que en el protocolo instrumental.

Se seguirán todas las indicaciones mencionadas anteriormente para realizar el protocolo mixto.

La organización semanal de las técnicas por grupos de tratamiento se encuentra en el Anexo 5.

## **2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Un profesional cegado y externo al estudio realizará el análisis estadístico y los resultados serán analizados por intención de tratar (ITT). Vamos a llevar a cabo este protocolo con 3 grupos de intervención. El análisis estadístico se realizará mediante el software IBM SPSS Statistics versión 29.0. Como contraste de normalidad, para variables cuantitativas, se realizará el test Shapiro-Wilik, el cual funciona bien con muestras pequeñas de <50 participantes, en nuestro caso 34 sujetos. Esta prueba estadística evalúa si un conjunto de datos sigue una distribución normal. Después de haber realizado el contraste de normalidad, en el caso de que las variables sigan una distribución normal (paramétrica), se realizará ANOVA de medidas repetidas y si no siguen una distribución normal (no paramétrica) se realizará la prueba de Friedman. Para que exista una diferencia significativa se requerirá un nivel de significancia de  $\alpha=0.05$  y un valor p menor de 0.05. En el caso de encontrar diferencias significativas entre los grupos y para controlar el efecto de covariables, se llevará a cabo un análisis ANCOVA.

## **3. DISCUSIÓN**

El objetivo de este estudio es comparar 3 diferentes protocolos de tratamiento para ver cuál de los 3 protocolos obtiene mejores resultados en el pico flujo de tos y por lo tanto mejores resultados en el drenaje de secreciones.

Los pacientes con lesión medular cervical tienen numerosos problemas respiratorios derivados de la parálisis de la musculatura inspiratoria y espiratoria. Esta parálisis causa un descenso en los volúmenes pulmonares, una disminución muy notable de la capacidad de toser, lo que causa el no poder drenar las secreciones y favorece la aparición de atelectasias y neumonías<sup>23</sup>. Por ello, es muy necesario recalcar la importancia de estudios que comparan técnicas y protocolos para mejorar el drenaje de secreciones y poder brindar la mejor atención a estos pacientes<sup>17,44</sup>.

	MANUAL	INSTRUMENTAL	MIXTO
PICO FLUJO TOS	+	+++	++
VOLUMENES PULMONARES	+	+++	++
CALIDAD DE VIDA	+	++	++
FATIGA	+	++	+

Tabla 3: Posibles resultados de las variables por grupos de trabajo. Fuente: elaboración propia.

En nuestro estudio, se espera que la variable principal, pico flujo de tos, mejore en todos los grupos, más significativamente en el grupo instrumental. Respecto a las técnicas manuales, *Torres-Castro et al*<sup>11</sup>, concluyó que la combinación de la tos asistida, insuflación con ambú y compresión abdominal obtenía mejoras significativas en los valores de pico flujo. Los estudios de *Jeong J et al*<sup>12</sup> y *An SK et al*<sup>29</sup>, encontraron diferencias significativas en el nivel de PFT en lesionados medulares cervicales a los cuales se les aplicaba el "air stacking" mediante un ambú, comparado con el grupo control que usaban un inspirómetro incentivo. Sin embargo, la revisión sistemática de *Freitas Dos Santos S et al*<sup>53</sup>, mostró que, en un estudio<sup>54</sup>, el uso de la insuflación-exsuflación mecánica representó un pico flujo de tos de 107% más, que en pacientes que utilizaban air stacking y un 67% más que en comparación con la tos asistida manualmente. Por esta razón creemos que el grupo experimental y mixto mejorarán más en el PFT que el grupo manual. Otros estudios como el de *Lee CH et al*<sup>55</sup>, confirmaron la importancia de combinar la IEM con la tos asistida manual para obtener una tos efectiva.

En nuestro estudio, se espera que los volúmenes pulmonares aumenten significativamente en el grupo instrumental y mixto. La evidencia disponible sobre el uso de dispositivos de presión espiratoria positiva (PEP) en pacientes con lesión medular cervical es limitada. Es importante decir que estos dispositivos están principalmente diseñados para facilitar el drenaje de secreciones respiratorias, más que para influir directamente en los volúmenes pulmonares. Sin embargo, existe evidencia en pacientes con traumatismos torácicos<sup>56</sup>, EPOC<sup>57</sup> y fibrosis quística<sup>58</sup>. No obstante, contamos con el dispositivo de insuflación-exsuflación mecánica en los grupos instrumental y mixto. En el estudio de *Freitas Dos Santos S et al*<sup>53</sup>, se cita un artículo de *Bach JR et al*<sup>54</sup>, en el cual que después de un tratamiento de insuflación-exsuflación mecánica, aumentan los volúmenes de FVC, FEF 25-75, pero no aumentan ni el FEV1/FVC ni PEF. *Pillastrini P et al*<sup>51</sup>, encontró mejoras en el FVC, FEV1 y en el PEF. Al igual que en artículo de Bach, no encontraron diferencias en el FEV1/FVC. En este otro estudio de *Bach JR et al*<sup>59</sup>, se concluyó que el uso de la IEM mejoraba la CV en un 270%. *Kim SH et al*<sup>60</sup>, confirmó la relación directa entre

---

el pico de flujo de tos (PCF) y la presión inspiratoria máxima en estos pacientes, por lo que al usar la IEM, estaríamos aumentando el PIM. Tomando como referencia al artículo de Kim y respecto a las técnicas manuales, la tos asistida manual mejorará el PIM. No se ha encontrado evidencia de las técnicas EDIC y ELTGOL en pacientes lesionados medulares.

Respecto a la calidad de vida, *Parmar K et al.*<sup>28</sup> destacó que la técnica de tos asistida manual puede mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes con lesión medular. Consideramos que cualquier esfuerzo por aliviar las dificultades respiratorias que enfrentan estos pacientes puede tener un efecto positivo en su calidad de vida, no solo desde un punto de vista fisiológico, sino también en términos funcionales y psicológicos. En personas con lesión medular a nivel cervical, los problemas respiratorios, como la debilidad de los músculos respiratorios, la tos ineficaz, la acumulación de secreciones y el mayor riesgo de infecciones<sup>2,8</sup> respiratorias afectan directamente en su independencia, en la aparición de complicaciones y en su percepción de bienestar. Este estudio prospectivo<sup>61</sup> concluyó que la causa subyacente y contribuyente más común de muerte en lesionados medulares crónicos fueron las enfermedades del sistema circulatorio en un 40%, y las enfermedades del sistema respiratorio en un 24%. Estos datos recalcan la importancia de la fisioterapia respiratoria en la calidad de vida de estos pacientes. La fisioterapia respiratoria que vamos a aplicar en este protocolo busca optimizar la ventilación, mejorar el aclaramiento mucociliar y reducir el esfuerzo respiratorio, lo que contribuye indirectamente a una mayor sensación de control, seguridad y bienestar.

Se evaluó la fatiga con la Fatigue Severity Scale (Anexo 4). La fatiga crónica es un problema muy prevalente en los pacientes lesionados medulares. Este problema afecta en entre un 25%-56.6% de la población con lesión medular<sup>62</sup>. Se trata de un problema multifactorial<sup>63</sup>, que no solo depende de parámetros respiratorios. Principalmente se trata de una combinación de problemas emocionales, cognitivas y físicas. Es un problema que muchas veces no se le da la importancia que tiene, ya que puede reducir la participación<sup>64</sup> y eso contribuye negativamente en la rehabilitación, por ello, es importante realizar un diagnóstico precoz de la fatiga e implementar intervenciones para reducirla, y así evitar los efectos negativos de ella<sup>65</sup>. Pese a que no haya estudios que relacionen el tratamiento respiratorio con la reducción de la fatiga en lesionados medulares, creemos que los 3 grupos de tratamiento mejorarán los niveles de fatiga, aunque no sabemos con qué alcance, ya que como hemos dicho antes, se trata de un problema complejo y multifactorial. En otras patologías como en la insuficiencia cardíaca<sup>66</sup> y en el síndrome post COVID-19<sup>67</sup>, el tratamiento respiratorio mejora la calidad de vida y reduce la fatiga y la disnea.

---

Este estudio no solo pretende buscar que grupo mejora más en las distintas variables, sino que también pretende establecer las bases de tratamiento respiratorio para estos pacientes lesionados medulares C5. Futuras líneas de investigación se pueden centrar en realizar otros grupos con técnicas distintas como el inspirómetro incentivo, la insuflación glossofaríngea o el drenaje postural. También se pueden realizar estos protocolos con otros niveles de lesión y comorbilidades.

#### **4. LIMITACIONES Y FORTALEZAS**

La principal limitación de este estudio es que solo se escogieron pacientes lesionados medulares C5, por lo que los resultados no se pueden extrapolar a otros niveles de lesiones. También, el estudio se realizó en centros de España, por lo que los resultados pueden no ser extrapolables a otros países. Los pacientes que recibieron tratamiento con el protocolo manual recibieron 1 técnica menos que el resto de los grupos, sin embargo, el tiempo de tratamiento fue el mismo en todos los grupos. Los fisioterapeutas a cargo de las intervenciones no estaban cegados. Los pacientes tampoco estaban cegados. Otra limitación es que, al tratarse de un estudio multicéntrico, las valoraciones y los tratamientos que se realizan a los pacientes pueden sufrir modificaciones a pesar de su protocolización. A pesar de la experiencia y a la formación previa de la toma de las variables, las ejecuciones pueden tener diferencias y puede afectar a los resultados, induciendo variabilidad. Debido a que hay muchos trabajadores involucrados en el estudio, puede ocurrir que no se cumplan con los plazos establecidos para la recogida de información de la medición de las variables, lo que puede ocasionar retrasos en el proyecto. La financiación del proyecto se conseguirá en convocatorias Nacionales, Internacionales y europeas, puesto que este estudio requiere financiación para las máquinas, dispositivos, acuerdos con hospitales y trabajadores.

Como fortalezas, este estudio está aleatorizado y estratificado, por lo que disminuimos muchos tipos de sesgos, aumenta la validez interna y la precisión de los resultados. Los médicos encargados del reclutamiento estarán cegados. El cegamiento de los evaluadores aumenta la validez interna del estudio. El diseño multicéntrico, aporta mejor representabilidad de la situación de estos pacientes en España que si aplicáramos estos protocolos en una ciudad. Debido a que la muestra son todos pacientes LMC C5, se aumenta la especificidad de los resultados en esta población concreta. La combinación de variables objetivas (PFT, espirometría) como las subjetivas (calidad de vida, nivel de fatiga), dan al estudio un enfoque más completo del paciente. Las escalas incluidas en este trabajo están, protocolizadas y validadas para estos pacientes.

---

## 5. CONCLUSIÓN

Este protocolo de investigación plantea que las técnicas instrumentales podrían ser más eficaces que las manuales y mixtas para mejorar la función respiratoria, el pico de flujo de tos, la calidad de vida y la fatiga en pacientes con lesión medular a nivel C5. Se considera también que su uso adecuado, respaldado por una formación específica en el manejo de los dispositivos, podría reducir el tiempo de hospitalización y prevenir complicaciones respiratorias frecuentes. Los resultados esperados podrían contribuir a la creación de protocolos clínicos estandarizados y abrir nuevas líneas de investigación en fisioterapia neurológica y respiratoria, orientadas a intervenciones más personalizadas y precoces.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Barriga Martín A, Cruz Morandé S, Seco Calvo J. Patología medular. En: Seco Calvo J, Rodríguez Larrad A, Gómez Sánchez JC, Riveira Rodríguez MC, García Morán A, Alañá García M, editores. *Sistema nervioso: métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas*. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2019. p. 181-188.
2. Berlowitz DJ, Wadsworth B, Ross J. Respiratory problems and management in people with spinal cord injury. *Breathe (Sheff)*. 2016 Dec;12(4):328-340.
3. Scivoletto G, Miscusi M, Forcato S, Ricciardi L, Serrao M, Bellitti R, et al. The Rehabilitation of Spinal Cord Injury Patients in Europe. *Acta Neurochir Suppl*. 2017;124:203-210.
4. M.P Jorge Cordero, A. Fernández Ureña y P. Bravo Cortés. Lesiones altas de la médula espinal (C1-C4). En: Gómez-Soriano J, editor. *Fisioterapia en el paciente con lesión medular*. 1ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2023. p. 187-197.

5. (Organización Mundial de la Salud. Lesión de la médula espinal [Internet]. 16 de abril de 2024 [citado 23 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/spinal-cord-injury>)
6. (Federación Nacional ASPAYM. En España hay más de 149.000 personas con lesión medular [Internet]. 6 de septiembre de 2022 [citado 23 de diciembre de 2024]. Disponible en: <https://comunica.aspaym.org/espana-personas-lesion-medular/>)
7. Golestani A, Shobeiri P, Sadeghi-Naini M, Jazayeri SB, Maroufi SF, Ghodsi Z, et al. Epidemiology of Traumatic Spinal Cord Injury in Developing Countries from 2009 to 2020: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuroepidemiology*. 2022;56(4):219-239.
8. Berlowitz DJ, Tamplin J. Respiratory muscle training for cervical spinal cord injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Jul 23;2013(7):CD008507.
9. P. Bravo cortés, A. Fernández Ureña y C. E. Gambarrutta Malfatti. Fisioterapia respiratoria. En: Gómez-Soriano J, editor. *Fisioterapia en el paciente con lesión medular*. 1ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2023. p. 223-234.
10. Henzel MK, Shultz JM, Dyson-Hudson TA, Svircev JN, DiMarco AF, Gater DR Jr. Initial assessment and management of respiratory infections in persons with spinal cord injuries and disorders in the COVID-19 era. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2020 Oct 24;1(6):1404-1412.
11. Torres-Castro R, Vilaró J, Vera-Urbe R, Monge G, Avilés P, Suranyi C. Use of air stacking and abdominal compression for cough assistance in people with complete tetraplegia. *Spinal Cord*. mayo de 2014;52(5):354-7.
12. Jeong J hwa, Yoo W gyu. Effects of air stacking on pulmonary function and peak cough flow in patients with cervical spinal cord injury. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1951-2.

13. García-Saugar M, Jaén-Jover C, Hernández-Sánchez S, Poveda-Pagán EJ, Lozano-Quijada C. [Recommendations for outpatient respiratory rehabilitation of long COVID patients]. *An Sist Sanit Navar*. 2022 Apr 28;45(1):e0978. Spanish.
14. Vázquez Fariñas M, Barriga Martín A. Fisioterapia en el lesionado medular. En: Seco Calvo J, Rodríguez Larrad A, Gómez Sánchez JC, Riveira Rodríguez MC, García Morán A, Alañá García M, editores. *Sistema nervioso: métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas*. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2019. p. 545-562.
15. Lanza FC, Alves CS, dos Santos RL, de Camargo AA, Dal Corso S. Expiratory Reserve Volume During Slow Expiration With Glottis Opened in Infralateral Decubitus Position (ELTGOL) in Chronic Pulmonary Disease: Technique Description and Reproducibility. *Respir Care*. 2015 Mar;60(3):406-11.
16. Balaña A, del Corral T, Martí JD, Mendez J, Muñoz G, López D et al. Técnicas instrumentales para el drenaje de secreciones In: López D, Vilaró J, editors. *Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto*: Editorial Respira-SEPAR; 2013. p. 65-95.
17. Kluayhomthong S, Ubolsakka-Jones C, Domthong P, Reechaipichitkul W, Jones DA. The immediate effects of breathing with oscillated inspiratory and expiratory airflows on secretion clearance in intubated patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2019 Apr;57(4):308-316.
18. Stilma W, Verweij L, Spek B, Scholte Op Reimer WJM, Schultz MJ, Paulus F, et al. Mechanical insufflation-exsufflation for invasively ventilated critically ill patients—A focus group study. *Nursing in Critical Care*. noviembre de 2023;28(6):923-30.
19. Horvey K, Pederson LN, Zaccagnini M. Mechanical insufflation-exsufflation and available funding for Canadian adult patients. A Canadian Thoracic Society Position Statement. *Canadian Journal of Respiratory, Critical Care, and Sleep Medicine*. 4 de mayo de 2021;5(3):150-9.

- 
20. Sharma A, Mitra S, Dutta V, Moiz JA. Effects of glossopharyngeal insufflation on pulmonary function in cervical cord injury patients. *Spinal Cord Ser Cases*. 2021 Mar 5;7(1):15.
  21. Siddiqui R, Choudhary S, Shukla G, Malik R, Gupta J, Malhotra G, et al. A randomized case-control study on high-frequency chest wall oscillator versus conventional chest physical therapy in spinal cord injury subjects. *SVOA Neurology*. 2024;5(5):197–209.
  22. Lin Y-P, Tung H-H, Wang T-J. Comparative study of high frequency chest wall oscillation and traditional chest physical therapy in intensive care unit patients. *J Compr Nurs Res Care*. 2017;2(2).
  23. Lee Y, Kim J, Jin Y. The Efficacy of Pulmonary Rehabilitation Using a Mechanical In-Exsufflator and Feedback Respiratory Training for Cervical Cord Injury Patients. *J Phys Ther Sci*. 2012;24(1):89-92.
  24. Brennan M, McDonnell MJ, Duignan N, Gargoum F, Rutherford RM. The use of cough peak flow in the assessment of respiratory function in clinical practice- A narrative literature review. *Respir Med*. 2022 Mar;193:106740.
  25. Zafra Pires MJ, Barrot Cortés E, coordinadoras. *Terapias respiratorias y cuidados del paciente neuromuscular con afectación respiratoria*. Barcelona: Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR); 2012.
  26. Tulsy DS, Kisala PA, Victorson D, Tate DG, Heinemann AW, Charlifue S, et al . Overview of the Spinal Cord Injury--Quality of Life (SCI-QOL) measurement system. *J Spinal Cord Med*. 2015 May;38(3):257-69.
  27. Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM. Fatigue Severity Scale (FSS) [Internet]. In: Shahid A, Wilkinson K, Marcu S, Shapiro CM, editors. *STOP, THAT and One Hundred Other Sleep Scales*. New York: Springer; 2012 [citado 16 abr 2025]. Disponible en: [https://www.med.upenn.edu/cbti/assets/user-content/documents/Fatigue%20Severity%20Scale%20\(FSS\).pdf](https://www.med.upenn.edu/cbti/assets/user-content/documents/Fatigue%20Severity%20Scale%20(FSS).pdf)

- 
28. Parmar K, Gunjal SB. Effectiveness of manually assisted cough technique on peak cough flow in patients with spinal cord injury. *Int J Res Rev.* 2020;7(2):243-248.
  29. An SK, Shin WS. Effect of air stacking training on pulmonary function, respiratory strength and peak cough flow in persons with cervical spinal cord injury. *Phys Ther Rehabil Sci.* 2018;7(4):147-153.
  30. Lee SJ, Huh S, Ko SH, Min JH, Ko HY. Utilizing Pulmonary Function Parameters to Predict Dysphagia in Individuals With Cervical Spinal Cord Injuries. *Ann Rehabil Med.* 2021 Dec;45(6):450-458.
  31. Morgado Pérez A. Valoración de la función respiratoria en la lesión medular: Estudio observacional descriptivo transversal [Internet]. Institut Guttmann; 2021 [citado 2025 Abr 7]. Disponible en: [https://siidon.guttmann.com/files/18\\_tfm\\_andrea\\_morgado.pdf](https://siidon.guttmann.com/files/18_tfm_andrea_morgado.pdf)
  32. Matsumoto Y, Hayashi T, Fujiwara Y, Kubota K, Masuda M, Kawano O, et al. Correlation between Respiratory Dysfunction and Dysphagia in Individuals with Acute Traumatic Cervical Spinal Cord Injury. *Spine Surg Relat Res.* 2023 Mar 13;7(4):327-332.
  33. Jadhav SG, Yeole U. To Study the Effects of Assisted Cough Techniques and the Clinical Utility of a Peak Flow Meter to Measure Peak Cough Expiratory Flow in Persons with Spinal Cord Injury. *Acta Sci Orthop.* 2022;5(5):105-114.
  34. Sobreira M, Almeida MP, Gomes A, Lucas M, Oliveira A, Marques A. Minimal Clinically Important Differences for Measures of Pain, Lung Function, Fatigue, and Functionality in Spinal Cord Injury. *Phys Ther.* 2021 Feb 4;101(2):pzaa210.
  35. Lorca N. Estudio comparativo de técnicas de drenaje de secreciones bronquiales en pacientes con lesión medular cervical [Internet]. Barcelona: Fundación Institut Guttmann; 2013 [citado 2025 Abr 5]. Disponible en: [https://siidon.guttmann.com/files/13\\_tfm\\_nazaret\\_lorca.pdf](https://siidon.guttmann.com/files/13_tfm_nazaret_lorca.pdf)

36. Felip Burgos Rincón PCC. Manual SEPAR de procedimientos. Procedimientos de evaluación de la función pulmonar (II). Novartis. Barcelona; 2004.
37. Mateus, S., Beraldo, P. & Horan, T. Maximal static mouth respiratory pressure in spinal cord injured patients: correlation with motor level. *Spinal Cord* 45, 569–575 (2007).
38. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019 Oct 15;200(8):e70-e88.
39. Kovacs FM, Barriga A, Royuela A, Seco J, Zamora J. Spanish adaptation of the Quality of Life Index-Spinal Cord Injury version. *Spinal Cord*. 2016 Oct;54(10):895-900.
40. García García de Longoria, E., & Carabias Vicente, A. Abordaje del compromiso respiratorio en el niño con patología neurológica. En: Seco Calvo J, Rodríguez Larrad A, Gómez Sánchez JC, Riveira Rodríguez MC, García Morán A, Alañá García M, editores. *Sistema nervioso: métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas*. 1ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2019. p. 685-696.
41. Del Corral T, Herrero-Cortina B, Muñoz G, Cortés A.T. et al. Técnicas manuales para el drenaje de secreciones bronquiales: técnicas espiratorias lentas. In: López D, Vilaró J, editors. *Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto*: Editorial Respira-SEPAR; 2013. p. 27-38.
42. Sociedad Venezolana de Neumonología y Cirugía Torácica. *Guía para el manejo de secreciones respiratorias* [Internet]. Caracas: Sociedad Venezolana de Neumonología y Cirugía Torácica; 2024 [citado 2025 abr 12]. Disponible en: <https://svneumo.org/wp-content/uploads/2024/01/guia-de-manejo.pdf>

- 
43. Reyes MRL, Elmo MJ, Menachem B, Granda SM. A Primary Care Provider's Guide to Managing Respiratory Health in Subacute and Chronic Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil.* 2020 Spring;26(2):116-122.
  44. Berlly M, Shem K. Respiratory management during the first five days after spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2007;30(4):309-18.
  45. Fernandez-Restrepo L, Shaffer L, Amalakuhan B, Restrepo MI, Peters J, Restrepo R. Effects of intrapulmonary percussive ventilation on airway mucus clearance: A bench model. *World J Crit Care Med.* 2017 Aug 4;6(3):164-171.
  46. Hassan A, Takacs S, Orde S, Alison JA, Huang S, Milross MA. Clinical application of intrapulmonary percussive ventilation: A scoping review. *Hong Kong Physiother J.* 2024 Jun;44(1):39-56.
  47. Hassan A, Lai W, Alison J, Huang S, Milross M. Effect of intrapulmonary percussive ventilation on intensive care unit length of stay, the incidence of pneumonia and gas exchange in critically ill patients: A systematic review. *PLoS One.* 2021 Jul 28;16(7):e0255005.
  48. Riffard G, Toussaint M. Ventilation à percussions intrapulmonaires: fonctionnement et modalités de réglage. *Rev Mal Respir.* 2012; 29:347-354
  49. Hyun SE, Hwang W, Ji HM, Shin HI. Effect of body position on peak expiratory flow during mechanical insufflation-exsufflation in people with cervical spinal cord injury: a pilot study. *Sci Rep.* 2023 Oct 2;13(1):16548.
  50. Auger C, Hernando V, Galmiche H. Use of Mechanical Insufflation-Exsufflation Devices for Airway Clearance in Subjects With Neuromuscular Disease. *Respir Care.* 2017 Feb;62(2):236-245.
  51. Pillastrini P, Bordini S, Bazzocchi G, Belloni G, Menarini M. Study of the effectiveness of bronchial clearance in subjects with upper spinal cord injuries:

- 
- examination of a rehabilitation programme involving mechanical insufflation and exsufflation. *Spinal Cord*. 2006 Oct;44(10):614-6.
52. Rose L, Adhikari NK, Poon J, Leasa D, McKim DA; CANuVENT Group. Cough Augmentation Techniques in the Critically Ill: A Canadian National Survey. *Respir Care*. 2016 Oct;61(10):1360-8.
53. Freitas Dos Santos S, Almeida MP, Winck JC. Effects of mechanical insufflator-exsufflator in people with spinal cord injury: a systematic review. *Phys Ther Rev*. 2022;27(4):1-12.
54. Bach JR. Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. *Chest*. 1993 Nov;104(5):1553-62.
55. Lee CH, Hyun SE, Hur Y, Shin HI. Synergistic Effect of Manually Assisted Cough During Mechanical Insufflation-Exsufflation in Patients With Spinal Cord Injury. *Respir Care*. 2024 Jun 28;69(7):819-828.
56. Saliba KA, Blackstock F, McCarren B, Tang CY. Effect of Positive Expiratory Pressure Therapy on Lung Volumes and Health Outcomes in Adults With Chest Trauma: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Phys Ther*. 2022 Jan 1;102(1):pzab254.
57. Leemans G, Belmans D, Van Holsbeke C, Kushnarev V, Sugget J, Ides K, et al. A Functional Respiratory Imaging Approach to the Effect of an Oscillating Positive Expiratory Pressure Device in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2020 Jun 4;15:1261-1268.
58. McIlwaine M, Button B, Dwan K. Positive expiratory pressure physiotherapy for airway clearance in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jun 17;(6):CD003147.

- 
59. Bach JR, Sinqee DM, Saporito LR, et al. Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in extubating unweanable subjects with restrictive pulmonary disorders. *Respir Care*. 2015;60(4):477–483.
  60. Kim SH, Shin YB, Yoon JA, Lee JS, Lee BJ, Park HE. Revisiting respiratory muscle strength and pulmonary function in spinal cord injury: The effect of body positions. *Neuro Endocrinol Lett*. 2018 Sep;39(3):189-195.
  61. Garshick E, Kelley A, Cohen SA, Garrison A, Tun CG, Gagnon D, et al. A prospective assessment of mortality in chronic spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2005 Jul;43(7):408-16.
  62. Hoogenes, Bob<sup>1,2</sup>; Querée, Matthew<sup>3</sup>; Miller, William C.<sup>1,4,5</sup>; Mortenson, W. Ben<sup>1,4,5</sup>; Townson, Andrea<sup>1,5,6</sup>; Eng, Janice J.<sup>1,3,5</sup>. Evidence on definitions, concepts, outcome instruments, and interventions for chronic fatigue in spinal cord injury: a scoping review protocol. *JBIC Evidence Synthesis* 19(8):p 1999-2006, August 2021.
  63. Hammell, K., Miller, W., Forwell, S. *et al*. Fatigue and spinal cord injury: a qualitative analysis. *Spinal Cord* 47, 44–49 (2009).
  64. Smith EM, Imam B, Miller WC, Silverberg ND, Anton HA, Forwell SJ, et al. The relationship between fatigue and participation in spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2016 Jun;54(6):457-62.
  65. Anton HA, Miller WC, Townson AF, Imam B, Silverberg N, Forwell S. The course of fatigue after acute spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2017 Jan;55(1):94-97.
  66. Katayıfçı N, Boşnak Güçlü M, Şen F. A comparison of the effects of inspiratory muscle strength and endurance training on exercise capacity, respiratory muscle strength and endurance, and quality of life in pacemaker patients with heart failure: A randomized study. *Heart Lung*. 2022 Sep-Oct;55:49-58.

67. Oliveira MR, Hoffman M, Jones AW, Holland AE, Borghi-Silva A. Effect of Pulmonary Rehabilitation on Exercise Capacity, Dyspnea, Fatigue, and Peripheral Muscle Strength in Patients With Post-COVID-19 Syndrome: A Systematic Review and Meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2024 Aug;105(8):1559-1570.

## **7. ANEXOS**

### **7.1. HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE**

**"Eficacia Comparativa de Métodos Manuales, Instrumentales y Mixtos para Mejorar el Pico de Flujo de Tos y el Drenaje de Secreciones en Pacientes con Lesión Medular C5: Protocolo de Ensayo Clínico Aleatorizado"**

#### **INVESTIGADOR PRINCIPAL**

**Ander Linazasoro**

#### **TUTOR ACADÉMICO**

**José Lesmes Póveda López**

#### **DATOS DE CONTACTO DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL:**

**alu.122303@usj.es**

#### **1. Introducción:**

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un proyecto de investigación que estamos realizando en varios centros de España, el Hospital Miguel Servet, Hospital de Parapléjicos de Toledo y el Institut Guttmann. Su participación es absolutamente voluntaria, en ningún caso debe sentirse obligado a participar, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias

- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

## **2. ¿Por qué se le pide participar?**

Se le invita a participar en este estudio porque cumple con los criterios necesarios para evaluar la efectividad de tres protocolos de técnicas destinadas a mejorar la capacidad de toser y el drenaje de secreciones en personas con lesión medular cervical a nivel C5. Su participación es fundamental para ayudar a comprender cuál de estos protocolos ofrece mejores resultados y, de este modo, contribuir a mejorar la atención y la calidad de vida de futuros pacientes con esta condición.

## **3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?**

El objeto de este estudio es comparar la efectividad de tres protocolos de técnicas en el mejoramiento de la capacidad de toser y el drenaje de secreciones en pacientes con lesión medular cervical a nivel C5. El objetivo es determinar cuál de estos protocolos proporciona los mejores resultados en cuanto a la mejora de la función respiratoria y el manejo de las secreciones en este tipo de pacientes, lo cual podría influir en el tratamiento y cuidado de personas con esta condición.

## **4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?**

Si quiere participar, se debe dar su consentimiento para acudir a las sesiones de fisioterapia varias veces a la semana con las fisioterapeutas que van a realizar los tratamientos. También se va a cosechar los datos en cada sesión (para poder analizar los resultados después), y su historia clínica. No aparecerá su nombre o apellido.

## **5. ¿Qué riesgos o molestias supone?**

Este estudio ha sido diseñado con la seguridad en mente, pero como ocurre con cualquier intervención o tratamiento, siempre hay algunos riesgos o molestias que considerar. Los posibles efectos secundarios o incomodidades pueden incluir:

- 
- **Incomodidad temporal:** Durante las técnicas destinadas a mejorar la capacidad de toser o el drenaje de secreciones, es posible que sientas una leve incomodidad, como una sensación de presión en el pecho o una ligera dificultad para respirar.
  - **Fatiga:** Algunas de estas técnicas pueden requerir un esfuerzo físico, lo que podría llevar a un cansancio temporal en los músculos respiratorios.
  - **Tos o irritación de las vías respiratorias:** Al intentar mejorar la capacidad de toser, podrías experimentar tos intensa o irritación en las vías respiratorias. Por lo general, estos efectos son temporales y tienden a desaparecer una vez que se concluye la intervención. Si llegas a sentir molestias significativas o reacciones inesperadas, recibirás la atención adecuada y se evaluará si es necesario continuar con el estudio.

**Para investigaciones con procedimientos invasivos:** El investigador ha contratado una póliza de responsabilidad civil por si sufre algún daño o perjuicio derivado de su participación. [Haga clic o pulse aquí para escribir texto.](#)

## **6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?**

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento usted no obtendrá ningún beneficio por su participación si bien contribuirá al avance científico y al beneficio social.

## **7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?**

El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

A partir de los resultados del trabajo de investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

## **9. ¿Quién financia el estudio?**

Este proyecto recibe financiación de convocatorias Nacionales, Internacionales y Europeas.

## **10. ¿Se me informará de los resultados del estudio?**

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos

resultados si así lo desea. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

En ocasiones al realizar un proyecto de investigación se encuentran hallazgos inesperados que pueden ser relevantes para la salud del participante. En el caso de que esto ocurra nos pondremos en contacto con usted para que pueda acudir a su médico habitual.

### **11. ¿Puedo cambiar de opinión?**

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones y sin que esto tenga repercusiones negativas de cualquier tipo, incluida su atención sanitaria (sólo para proyectos en el ámbito asistencial). Basta con que le manifieste su intención al investigador principal del estudio. En caso de que decida retirarse del estudio puede solicitar la destrucción de los datos, muestras u otra información recogida sobre usted.

### **12. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?**

En la primera página de este documento está recogido el nombre y el teléfono de contacto del investigador responsable del estudio. Puede dirigirse a él en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta y le reiteramos nuestro agradecimiento por contribuir a generar conocimiento científico.

## **7.2. CONSENTIMIENTO INFORMADO**

### **"Eficacia Comparativa de Métodos Manuales, Instrumentales y Mixtos para Mejorar el Pico de Flujo de Tos y el Drenaje de Secreciones en Pacientes con Lesión Medular C5: Protocolo de Ensayo Clínico Aleatorizado"**

Para satisfacción de los Derechos del Paciente/Participante, y en cumplimiento de la normativa vigente en materia de investigación:

Yo, D/Dña. Haga clic o pulse aquí para escribir texto., como paciente/participante, en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente,

EXPONGO:

- Que he leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He recibido información suficiente sobre el proyecto por parte de D/Dña. Ander Linazasoro Montoya, en entrevista personal realizada el día Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha., y he podido hacer preguntas sobre el estudio.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto tenga repercusiones negativas para mí.

En consecuencia:

OTORGO LIBREMENTE MI CONSENTIMIENTO para participar en el proyecto y para el acceso y utilización de mis datos conforme a lo indicado en la hoja de información al participante que se me ha entregado.

He recibido una copia firmada del presente consentimiento informado.

De acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, el participante queda informado de que el responsable del tratamiento de sus datos personales será FUNDACION UNIVERSIDAD SAN JORGE.

Todos los datos personales, incluidos los clínicos en su caso, serán tratados por el equipo investigador conforme a las leyes en vigor en la materia únicamente con fines estadísticos, científicos y de investigación, para extraer conclusiones del proyecto en el que participa.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código de manera que no se pueda identificar a los participantes y su identidad no será revelada de ninguna manera excepto en los casos legalmente previstos. Cualquier publicación de los resultados de la investigación, estadísticos o científicos, reflejará únicamente datos disociados que impidan la identificación de los participantes en el estudio.

Como participante en el estudio puede ejercitar sus derechos de acceso, modificación, oposición, cancelación, limitación del tratamiento y portabilidad, dirigiéndose al Delegado de Protección de Datos de la Universidad en el domicilio social de USJ sito en Autovía A-23 Zaragoza- Huesca, km. 299, 50830- Villanueva de Gállego (Zaragoza), o la dirección de correo electrónico [privacidad@usj.es.](mailto:privacidad@usj.es), acreditando suficientemente su identidad. Asimismo, tiene derecho a dirigirse

---

a la Agencia Española de Protección de Datos en caso de no ver correctamente atendido el ejercicio de sus derechos.

No se comunicarán sus datos a otros terceros salvo a las administraciones públicas pertinentes y/o cuando sea obligatorio legal o normativamente.

Los datos serán conservados mientras sean compatibles con la finalidad con la que fueron recogidos, en cumplimiento de obligaciones legales de conservación y para hacer frente a las responsabilidades que pudieran derivarse del tratamiento, para después ser suprimidos. El participante podrá revocar su consentimiento, retirarse del estudio y solicitar la supresión de sus datos personales en cualquier momento comunicándoselo al investigador principal.

Igualmente queda informado de que los resultados del presente proyecto podrán ser usados en el futuro en otros proyectos de investigación relacionados con el campo de estudio objeto del presente, así como que tiene derecho a ser informado sobre los resultados del estudio en el caso de que así lo solicite.

Y, para que así conste, se firma el presente documento en,

**Villanueva de Gállego, a** Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.

Firma paciente/participante

DNI

Firma investigador principal

DNI.72554288Y



## 7.3. SPANISH ADAPTATION OF THE QUALITY-OF-LIFE INDEX-SPINAL CORD INJURY VERSION

### Ferrans and Powers QUALITY OF LIFE INDEX® [ÍNDICE DE CALIDAD DE VIDA] VERSIÓN – III: LESIÓN EN LA COLUMNA VERTEBRAL

PARTE 1. Para cada una de las siguientes, por favor, elija la respuesta que mejor describa cuán **satisfecho** está con esa área de su vida. Marque su respuesta con un círculo alrededor del número. No hay respuestas correctas o incorrectas.

**CUÁN SATISFECHO ESTÁ USTED CON:**

	Muy insatisfecho	Modestamente insatisfecho	Levemente insatisfecho	Levemente satisfecho	Modestamente satisfecho	Muy satisfecho
1. ¿Su salud?	1	2	3	4	5	6
2. ¿Su cuidado médico?	1	2	3	4	5	6
3. ¿La cantidad de dolor que siente?	1	2	3	4	5	6
4. ¿La cantidad de energía que tiene para las actividades diarias?	1	2	3	4	5	6
5. ¿Su capacidad para cuidarse solo sin ayuda?	1	2	3	4	5	6
6. ¿Su capacidad para ir a sitios fuera de su hogar?	1	2	3	4	5	6
7. ¿Su capacidad para limpiar sus pulmones?	1	2	3	4	5	6
8. ¿La cantidad de control que tiene sobre su vida?	1	2	3	4	5	6
9. ¿Sus probabilidades de vivir todo el tiempo que lo desee?	1	2	3	4	5	6
10. ¿La salud de su familia?	1	2	3	4	5	6
11. ¿Sus hijos?	1	2	3	4	5	6
12. ¿Su capacidad para tener hijos?	1	2	3	4	5	6
13. ¿La felicidad de su familia?	1	2	3	4	5	6
14. ¿Su vida sexual?	1	2	3	4	5	6
15. ¿Su cónyuge, amante o pareja (si tiene)?	1	2	3	4	5	6
16. ¿No tener un cónyuge, amante o pareja (si no lo tiene)?	1	2	3	4	5	6
17. ¿Sus amigos?	1	2	3	4	5	6

**CUÁN SATISFECHO ESTÁ USTED CON:**

	Muy insatisfecho	Modestamente insatisfecho	Levemente insatisfecho	Levemente satisfecho	Modestamente satisfecho	Muy satisfecho
18. ¿El apoyo emocional que recibe de su familia?	1	2	3	4	5	6
19. ¿El apoyo emocional que recibe de personas ajenas a su familia?	1	2	3	4	5	6
20. ¿Su capacidad para ocuparse de las responsabilidades familiares?	1	2	3	4	5	6
21. ¿Cuán útil es usted para los demás?	1	2	3	4	5	6
22. ¿La cantidad de preocupaciones en su vida?	1	2	3	4	5	6
23. ¿Su vecindario?	1	2	3	4	5	6
24. ¿Su casa, apartamento o sitio en el que vive?	1	2	3	4	5	6
25. ¿Su empleo (si tiene)?	1	2	3	4	5	6
26. ¿No tener empleo (si está desocupado, jubilado o incapacitado)?	1	2	3	4	5	6
27. ¿Su educación?	1	2	3	4	5	6
28. ¿Cuán bien se puede ocupar de sus necesidades financieras?	1	2	3	4	5	6
29. ¿Las cosas que hace para divertirse?	1	2	3	4	5	6
30. ¿Sus probabilidades de tener un futuro feliz?	1	2	3	4	5	6
31. ¿Su tranquilidad?	1	2	3	4	5	6
32. ¿Su fe en Dios?	1	2	3	4	5	6
33. ¿Su logro de metas personales?	1	2	3	4	5	6
34. ¿Su felicidad en general?	1	2	3	4	5	6
35. ¿Su vida en general?	1	2	3	4	5	6
36. ¿Su aspecto personal?	1	2	3	4	5	6
37. ¿Usted en general?	1	2	3	4	5	6

**PARTE 2.** Para cada una de las siguientes, por favor, elija la respuesta que mejor describa cuán **importante** es esa área de su vida para usted. Marque su respuesta con un círculo alrededor del número. No hay respuestas correctas o incorrectas.

**CUÁN IMPORTANTE ES PARA USTED:**

	Sin ninguna importancia	Moderadamente sin importancia	Levemente sin importancia	Levemente importante	Moderadamente importante	Muy importante
1. ¿Su salud?	1	2	3	4	5	6
2. ¿Su cuidado médico?	1	2	3	4	5	6
3. ¿No sentir dolor?	1	2	3	4	5	6
4. ¿Tener energía suficiente para las actividades diarias?	1	2	3	4	5	6
5. ¿Cuidarse solo sin ayuda?	1	2	3	4	5	6
6. ¿Poder ir a sitios fuera de su hogar?	1	2	3	4	5	6
7. ¿Su capacidad para limpiar sus pulmones?	1	2	3	4	5	6
8. ¿Tener el control sobre su vida?	1	2	3	4	5	6
9. ¿Vivir todo el tiempo que lo desee?	1	2	3	4	5	6
10. ¿La salud de su familia?	1	2	3	4	5	6
11. ¿Sus hijos?	1	2	3	4	5	6
12. ¿Poder tener hijos?	1	2	3	4	5	6
13. ¿La felicidad de su familia?	1	2	3	4	5	6
14. ¿Su vida sexual?	1	2	3	4	5	6
15. ¿Su cónyuge, amante o pareja (si tiene)?	1	2	3	4	5	6
16. ¿Tener un cónyuge, amante o pareja (si no lo tiene)?	1	2	3	4	5	6
17. ¿Sus amigos?	1	2	3	4	5	6

**CUÁN IMPORTANTE ES PARA USTED:**

	Sin ninguna importancia	Moderadamente sin importancia	Levemente sin importancia	Levemente importante	Moderadamente importante	Muy importante
18. ¿El apoyo emocional que recibe de su familia?	1	2	3	4	5	6
19. ¿El apoyo emocional que recibe de personas ajenas a su familia?	1	2	3	4	5	6
20. ¿Ocuparse de las responsabilidades familiares?	1	2	3	4	5	6
21. ¿Ser útil para los demás?	1	2	3	4	5	6
22. ¿No tener preocupaciones?	1	2	3	4	5	6
23. ¿Su vecindario?	1	2	3	4	5	6
24. ¿Su casa, apartamento o sitio en el que vive?	1	2	3	4	5	6
25. ¿Su empleo (si tiene)?	1	2	3	4	5	6
26. ¿Tener empleo (si está desocupado, jubilado o incapacitado)?	1	2	3	4	5	6
27. ¿Su educación?	1	2	3	4	5	6
28. ¿Poder ocuparse de sus necesidades financieras?	1	2	3	4	5	6
29. ¿Hacer cosas para divertirse?	1	2	3	4	5	6
30. ¿Tener un futuro feliz?	1	2	3	4	5	6
31. ¿Tranquilidad?	1	2	3	4	5	6
32. ¿Su fe en Dios?	1	2	3	4	5	6
33. ¿Lograr sus metas personales?	1	2	3	4	5	6
34. ¿Su felicidad en general?	1	2	3	4	5	6
35. ¿Estar satisfecho con su vida?	1	2	3	4	5	6
36. ¿Su aspecto personal?	1	2	3	4	5	6
37. ¿Es usted mismo?	1	2	3	4	5	6

## 7.4. FATIGUE SEVERITY SCALE

During the past week, I have found that:	Strongly Disagree			Neither Agree Nor Disagree			Strongly Agree
1. My motivation is lower when I am fatigued.	1	2	3	4	5	6	7
2. Exercise brings on my fatigue.	1	2	3	4	5	6	7
3. I am easily fatigued.	1	2	3	4	5	6	7
4. Fatigue interferes with my physical functioning.	1	2	3	4	5	6	7
5. Fatigue causes frequent problems for me.	1	2	3	4	5	6	7
6. My fatigue prevents sustained physical functioning.	1	2	3	4	5	6	7
7. Fatigue interferes with carrying out certain duties and responsibilities.	1	2	3	4	5	6	7
8. Fatigue is among my three most disabling symptoms.	1	2	3	4	5	6	7
8. Fatigue interferes with my work, family, or social life.	1	2	3	4	5	6	7

## 7.5. ORGANIZACIÓN SEMANAL DE TÉCNICAS POR GRUPOS DE TRATAMIENTO

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	TOTAL
<b>Protocolo MANUAL</b>	<b>1º EDIC</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>1º EDIC</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>1º EDIC</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>1º EDIC</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>1º EDIC</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	EDIC= 150 DLD+150 DLI= 300 maniobras.
	<b>2º ELTGOL</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>2º ELTGOL</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>2º ELTGOL</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>2º ELTGOL</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	<b>2º ELTGOL</b> (25 min)  6 series (3DLI+3DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.	ELTGOL= 150 DLD+150 DLI= 300 maniobras.
	<b>3º Tos asistida manual</b> (10 min)  4 maniobras. 2 min descanso entre maniobras.	<b>3º Tos asistida manual</b> (10 min)  4 maniobras. 2 min descanso entre maniobras.	<b>3º Tos asistida manual</b> (10 min)  4 maniobras. 2 min descanso entre maniobras.	<b>3º Tos asistida manual</b> (10 min)  4 maniobras. 2 min descanso entre maniobras.	<b>3º Tos asistida manual</b> (10 min)  4 maniobras. 2 min descanso entre maniobras.	Tos asistida manual= 20 maniobras
	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	Total horas semanales=5h

<b>Protocolo INSTRUMENTAL MENTAL</b>	<b>1º PEP (15 min)</b>  3 series de 4 repeticiones. 2 min descanso entre series.	<b>1º PEP (15 min)</b>  3 series de 4 repeticiones. 2 min descanso entre series.	<b>1º PEP (15 min)</b>  3 series de 4 repeticiones. 2 min descanso entre series.	<b>1º PEP (15 min)</b>  3 series de 4 repeticiones. 2 min descanso entre series.	<b>1º PEP (15 min)</b>  3 series de 4 repeticiones. 2 min descanso entre series.	PEP= 60 maniobras	
	<b>2º VPI (20 min)</b>  Frecuencia 150 ciclos/min (0-10 min)  Frecuencia 220 ciclos/min (10-20 min)	<b>2º VPI (20 min)</b>  Frecuencia 150 ciclos/min (0-10 min)  Frecuencia 220 ciclos/min (10-20 min)	<b>2º VPI (20 min)</b>  Frecuencia 150 ciclos/min (0-10 min)  Frecuencia 220 ciclos/min (10-20 min)	<b>2º VPI (20 min)</b>  Frecuencia 150 ciclos/min (0-10 min)  Frecuencia 220 ciclos/min (10-20 min)	<b>2º VPI (20 min)</b>  Frecuencia 150 ciclos/min (0-10 min)  Frecuencia 220 ciclos/min (10-20 min)	<b>2º VPI (20 min)</b>  Frecuencia 150 ciclos/min (0-10 min)  Frecuencia 220 ciclos/min (10-20 min)	VPI= 5 maniobras
	<b>3º IEM (20 min)</b>  <u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH <sub>2</sub> O 2 segundos)  Pausa (0.5 segundos)  Espí (-16 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	<b>3º IEM (20 min)</b>  <u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH <sub>2</sub> O 2 segundos)  Pausa (0.5 segundos)  Espí (-16 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	<b>3º IEM (20 min)</b>  <u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH <sub>2</sub> O 2 segundos)  Pausa (0.5 segundos)  Espí (-16 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	<b>3º IEM (20 min)</b>  <u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH <sub>2</sub> O 2 segundos)  Pausa (0.5 segundos)  Espí (-16 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	<b>3º IEM (20 min)</b>  <u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH <sub>2</sub> O 2 segundos)  Pausa (0.5 segundos)  Espí (-16 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	<b>3º IEM (20 min)</b>  <u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH <sub>2</sub> O 2 segundos)  Pausa (0.5 segundos)  Espí (-16 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	IEM= Adaptación= 20 ciclos I-E Terapia= 100 ciclos I-E

	<p><u>Terapia</u> 5 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-32 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <hr/> <p><b>4º Aspiración</b> (5 min)</p> <hr/> <p>TOTAL= 1h</p>	<p><u>Terapia</u> 5 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-32 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <hr/> <p><b>4º Aspiración</b> (5 min)</p> <hr/> <p>TOTAL= 1h</p>	<p><u>Terapia</u> 5 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-32 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <hr/> <p><b>4º Aspiración</b> (5 min)</p> <hr/> <p>TOTAL= 1h</p>	<p><u>Terapia</u> 5 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-32 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <hr/> <p><b>4º Aspiración</b> (5 min)</p> <hr/> <p>TOTAL= 1h</p>	<p><u>Terapia</u> 5 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-32 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <hr/> <p><b>4º Aspiración</b> (5 min)</p> <hr/> <p>TOTAL= 1h</p>	<p>Aspiración= 5 maniobras</p> <hr/> <p>Total horas semanales=5h</p>
<p>Protocolo <b>MIXTO</b></p>	<p><b>1º EDIC</b> (20 min)</p> <p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p> <hr/> <p><b>2º ELTGOL</b> (20 min)</p>	<p><b>1º EDIC</b> (20 min)</p> <p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p> <hr/> <p><b>2º ELTGOL</b> (20 min)</p>	<p><b>1º EDIC</b> (20 min)</p> <p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p> <hr/> <p><b>2º ELTGOL</b> (20 min)</p>	<p><b>1º EDIC</b> (20 min)</p> <p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p> <hr/> <p><b>2º ELTGOL</b> (20 min)</p>	<p><b>1º EDIC</b> (20 min)</p> <p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p> <hr/> <p><b>2º ELTGOL</b> (20 min)</p>	<p>EDIC= 100 DLD+100 DLI= 200 maniobras.</p> <hr/> <p>ELTGOL=</p>

<p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p>	<p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p>	<p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p>	<p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p>	<p>4 series (2DLI+2DLD) Cada serie 10 reps 2 min descanso entre series.</p>	<p>100 DLD+100 DLI= 200 maniobras</p>
<p><b>3º IEM (15 min)</b></p> <p><u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-16 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <p><u>Terapia</u> 4 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p>	<p><b>3º IEM (15 min)</b></p> <p><u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-16 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <p><u>Terapia</u> 4 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p>	<p><b>3º IEM (15 min)</b></p> <p><u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-16 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <p><u>Terapia</u> 4 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p>	<p><b>3º IEM (15 min)</b></p> <p><u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-16 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <p><u>Terapia</u> 4 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p>	<p><b>3º IEM (15 min)</b></p> <p><u>Adaptación</u> 1 serie de 4 ciclos I-E. Presiones = Inspi (15 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p> <p>Espi (-16 cmH<sub>2</sub>O 3 segundos)</p> <p><u>Terapia</u> 4 series de 4 ciclos I-E. Pausa de 3 minutos entre series. Presiones= Inspi (31 cmH<sub>2</sub>O 2 segundos)</p> <p>Pausa (0.5 segundos)</p>	<p>IEM= Adaptación= 20 ciclos I-E Terapia= 80 ciclos I-E</p>

Espi (-32 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	Espi (-32 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	Espi (-32 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	Espi (-32 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	Espi (-32 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	Espi (-32 cmH <sub>2</sub> O 3 segundos)	Aspiración= 5 maniobras
<b>4º Aspiración</b> (5 min)	<b>4º Aspiración</b> (5 min)	<b>4º Aspiración</b> (5 min)	<b>4º Aspiración</b> (5 min)	<b>4º Aspiración</b> (5 min)	<b>4º Aspiración</b> (5 min)	Total horas semanales=5h
TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	TOTAL= 1h	

Organización semanal de las técnicas por grupos de tratamiento.

Fuente: elaboración propia.

DLD= Decúbito lateral derecho; DLI= Decúbito lateral izquierdo; EDIC= Ejercicio de Débito Inspiratorio Controlado; ELTGOL= Espiración Lenta Total con Glotis Abierta en Decúbito Lateral; VPI= Ventilación Percusiva Intrapulmonar; PEP= Presión Espiratoria Positiva; IEM= Insuflación Exsuflación Mecánica.