

INSTITUT GUTTMANN
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
MÁSTER UNIVERSITARIO EN NEUROREHABILITACIÓN



EL PAPEL DEL FISIOTERAPEUTA EN LA DECANULACIÓN DE PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR

AUTORA: **MARTA GARCIA BERTRAN**
FISIOTERAPEUTA
TUTOR: **JESUS BENITO PENALVA**

Trabajo final de máster
Máster Universitario en Neurorehabilitación
8ª edición (2017-2019)
Junio 2019

ÍNDICE

1. FISIOLÓGIA Y ANATOMÍA DE LA RESPIRACIÓN, LA FONACIÓN Y LA DEGLUCIÓN _____	4
1.1. LA RESPIRACIÓN _____	4
1.1.1. Función _____	4
1.1.2. Anatomía _____	4
1.1.2.1. Vías respiratorias superiores _____	4
1.1.2.2. Vías respiratorias inferiores _____	5
1.1.2.3. Estructuras complementarias _____	5
1.1.3. Tipos de respiración _____	6
1.1.4. Control de la respiración _____	6
1.2. LA DEGLUCIÓN _____	9
1.2.1. Anatomía _____	9
1.2.2. Fases _____	9
1.2.3. Control _____	9
1.3. LA FONACIÓN _____	9
1.3.1. Anatomía y fisiología _____	9
1.3.2. Control _____	10
2. LA LESIÓN MEDULAR _____	10
3. ALTERACIONES DEL SISTEMA RESPIRATORIO EN LESIONADOS MEDULARES TRAQUETEOMIZADOS _____	10
4. TRAQUEOTOMIA _____	14
4.1. Influencia de la traqueotomía en la fonación _____	14
4.2. Influencia de la traqueotomía en la deglución _____	15
4.3. Influencia de la traqueotomía en la respiración _____	15
5. LA DECANULACIÓN _____	15
6. TRATAMIENTO _____	16
6.1. Escalas y evaluaciones _____	16
6.1.1. Evaluación de la conciencia _____	17
6.1.2. Evaluación de la función ventilatoria _____	17
6.1.3. Evaluación de la movilización de secreciones, de la higiene bronquial _____	18
6.1.4. Evaluación de la tos _____	19
6.1.5. Evaluación de la deglución _____	19
6.2. Técnicas de tratamiento _____	19
6.2.1. Tratamiento de la ventilación _____	20
6.2.2. Tratamiento para la higiene bronquial (movilización de secreciones) _____	21
6.2.3. Tratamiento de la tos (tos asistida) _____	22
6.2.4. Tratamiento de la deglución _____	23

7. DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE FISIOTERAPIA RESPIRATORIA PARA PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR CANDIDATOS A SER DECANULADOS _____	23
7.1. Objetivos del protocolo _____	23
7.1.1. Objetivos generales _____	23
7.1.2. Objetivos específicos _____	23
7.2. Criterios de selección _____	24
7.2.1. Criterios de inclusión _____	24
7.2.2. Criterios de exclusión _____	24
7.3. Evaluación de la función respiratoria desde fisioterapia _____	24
7.4. Plan de trabajo _____	25
7.4.1. Localización _____	26
7.4.2. Duración _____	26
7.4.3. Profesionales implicados _____	26
7.4.4. Material _____	27
7.4.5. Procedimiento _____	27
7.4.6. Evaluación _____	30
8. CONCLUSIONES _____	30
9. REFERENCIAS _____	32
10. ANEXOS _____	36
Anexo I: Escala Internacional Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data set form _____	36
Anexo II: Imágenes de algunos dispositivos de tratamiento _____	37

1. FISILOGIA Y ANATOMIA DE LA RESPIRACIÓN, LA FONACIÓN Y LA DEGLUCIÓN

1.1. LA RESPIRACIÓN

1.1.1. Función

La principal función de la respiración es el intercambio de gases (oxígeno y dióxido de carbono) entre la atmósfera y la sangre. También participa en la regulación del pH corporal, la termorregulación, la protección sobre agentes patógenos y sustancias irritantes inhaladas y en la vocalización.

1.1.2. Anatomía

El sistema respiratorio se puede dividir en tres partes:

- Vías respiratorias superiores: formado por la cavidad nasal, la boca, la faringe y la laringe.
- Vías respiratorias inferiores: formado por la tráquea, los bronquios y los pulmones.
- Estructuras complementarias: pleuras y cavidad pleural, la caja torácica (huesos y articulaciones) y los músculos respiratorios.(1)

1.1.2.1. Vías respiratorias superiores

La cavidad nasal compuesta por la nariz, las fosas nasales y los senos paranasales, se encarga de humidificar y calentar el aire inspirado y atrapar las partículas más grandes inspiradas.

La boca es la primera parte del tubo digestivo pero también se utiliza para respirar.

La faringe es el extremo superior común de los tubos digestivos y respiratorios. A nivel respiratorio, lleva el aire hacia la laringe y a nivel digestivo, lleva los alimentos hacia el esófago.

La laringe comunica las vías respiratorias superiores con las inferiores. Tiene una función fonatoria, ya que se encarga de la emisión de sonidos gracias a la vibración de las cuerdas vocales provocada por el paso del aire. Las cuerdas vocales se encuentran en el espacio medio de la laringe también llamado glotis. Durante la respiración, la glotis puede variar su tamaño. Cuando la glotis está cerrada bloquea el paso del aire. Esta circunstancia se da cuando se hacen esfuerzos musculares importantes (por ejemplo, la tos). La musculatura intrínseca de la laringe regula la entrada y salida de aire durante la respiración y el tono de las cuerdas vocales. Asimismo, la laringe tiene una función esfinteriana, ya que la epiglotis actúa como una válvula para que los alimentos deglutidos y los cuerpos extraños no entren en las vías respiratorias inferiores.

1.1.2.2. Vías respiratorias inferiores

La tráquea permite el paso del aire hacia los bronquios. Su pared cartilaginosa la protege de posibles compresiones externas.

Los bronquios son una continuación de la tráquea que conduce el aire hacia los bronquiolos. Son como la tráquea pero su diámetro es más pequeño. El bronquio derecho sigue un trayecto casi vertical y el izquierdo es más largo y horizontal.

En los pulmones se produce el intercambio de gases entre el aire que se respira y la sangre. Concretamente en las unidades respiratorias, compuestas por los bronquiolos respiratorios y los alveolos. Los bronquios cambian de estructura y forman los bronquiolos. Éstos se ramifican y forman los bronquiolos terminales y finalmente éstos dan origen a los bronquiolos respiratorios. Los alveolos son como pequeños sacos donde se produce el intercambio de gases. Los pulmones son asimétricos ya que entre ellos hay el corazón. Esto provoca que el pulmón izquierdo sea más pequeño. El pulmón izquierdo está dividido en dos lóbulos (superior y inferior) y el derecho en tres (superior, medio e inferior).

1.1.2.3. Estructuras complementarias:

Las pleuras son unas membranas serosas. La que está en contacto con los pulmones se denomina pleura visceral y la que está en contacto con la pared del tórax, pleura parietal. Entre ellas se forma una cavidad, llamada cavidad pleural. La presión en esta cavidad es menor que la presión atmosférica permitiendo que los pulmones se puedan expandir durante la inspiración.

La caja torácica está formada por estructuras óseas y cartilaginosas. Estas son concretamente 12 vertebras torácicas, 12 pares de costillas con sus cartílagos costales, el esternón, la escapula y la clavícula. Su principal función es la protección de los órganos vitales que contiene (pulmones, corazón y algunos órganos abdominales (hígado y bazo).

Los músculos respiratorios, junto con la caja torácica, forman la bomba respiratoria. Esta bomba musculoesquelética proporciona los cambios de presión necesarios para mover los gases hacia dentro y hacia fuera de los pulmones facilitando el correcto intercambio gaseoso. En este trabajo, el conocimiento de estos músculos es muy importante para poder llevar a cabo el tratamiento que se propone. Por ello se explica con más detalle. (2)

- DIAFRAGMA: Es el principal músculo respiratorio. Separa la cavidad torácica de la abdominal. Durante la inspiración el diafragma se contrae, esto provoca que se aumente el volumen y disminuya la presión de la cavidad torácica y los pulmones se expandan. Al mismo tiempo la cavidad abdominal aumenta la presión y disminuye el volumen. Y en la espiración, se produce el fenómeno contrario, el diafragma se relaja y los pulmones se retraen.

- **MÚSCULOS INTERCOSTALES:** los músculos intercostales externos se sitúan entre dos costillas consecutivas. Tienen un papel importante para movilizar el tórax durante las inspiraciones. Por el contrario, los músculos intercostales internos, actúan durante la espiración.
- **PRINCIPALES MÚSCULOS ACCESORIOS:**
 - Inspiradores: el esternocleidomastoideo es el músculo más importante accesorio de la inspiración. Los escalenos, pectoral menor y mayor, trapecio, serrato anterior, elevador de la escápula, y serrato postero-superior, también participan en la inspiración. (3)
 - Espiradores: el serrato postero – inferior y los abdominales (oblicuos menores, mayores, rectos y transversos). Aunque la principal función de los abdominales es la espiración, en la fase final de la inspiración, el transversos, las fibras inferiores de los oblicuos menores y las fibras laterales de los oblicuos mayores se activan. Los abdominales son muy importantes en las acciones expulsivas (como la tos), ya que deben contraerse lo suficiente para aumentar la presión intraabdominal y favorecer el buen vaciado de los pulmones.

1.1.3. Tipos de respiración

Hay dos tipos de respiración. La respiración externa, consistente en el intercambio de dióxido de carbono y oxígeno entre la sangre y la atmósfera y la respiración interna, consistente en el intercambio de gases entre la sangre de los capilares y las células de los tejidos donde se localizan estos capilares.

La respiración externa consta de tres fases: la ventilación pulmonar, la difusión de gases (hematosis) y el transporte de gases por la sangre y líquidos.

La ventilación pulmonar es el flujo de aire entre la atmósfera y los alveolos pulmonares mediante la inspiración y la espiración. En la inspiración, se contrae el diafragma y los músculos accesorios inspiratorios (dependiendo de la intensidad de la inspiración, se activarán más o menos músculos accesorios). Cuando esto ocurre, aumenta la capacidad de la cavidad torácica y disminuye la presión intrapulmonar, provocando la entrada de aire desde el exterior. La espiración es un proceso pasivo donde los músculos inspiratorios se relajan cuando la presión intrapulmonar es mayor que la presión atmosférica. En la espiración máxima o forzada se activan los músculos accesorios espiradores.

Finalmente, la hematosis es el paso de oxígeno y dióxido de carbono desde los alveolos a la sangre y viceversa.

1.1.4. Control de la respiración

La respiración está regulada de manera voluntaria, involuntaria y por el sistema límbico e hipotálamo. (4)

- Control involuntario: ajusta la respiración a las necesidades metabólicas del organismo, cambios en la composición química de la sangre, factores mecánicos y se adapta a ciertas situaciones como el sueño o el ejercicio.

Básicamente está compuesto por unos sensores que recogen la información, la lleva a un controlador central que está en el encéfalo, allí se trata la información y envía las ordenes mediante el haz corticoespinal (piramidal) a los efectores (músculos) para que realicen la acción. (5)

Los sensores que intervienen y participan en los diferentes tipos de control son:

- Control cortical:

Mantenido por estímulos inespecíficos de vigilia (tacto, visión, sonido,...). En estados de coma o anestesia, estos estímulos se pierden y el dióxido de carbono se convierte en el estímulo primario de la respiración.

- Control químico:

Quimiorreceptores: son susceptibles a las variaciones químicas de la sangre o del líquido que estén en contacto.

Los quimiorreceptores centrales son neuronas que responden al aumento de la presión del dióxido de carbono y a la disminución del pH del líquido cefalorraquídeo. No son sensibles a la presión del oxígeno. Están situados en la superficie ventral del bulbo, cerca de la salida de los pares craneales IX y X y otras zonas quimiosensibles del tronco del encéfalo y del cerebelo. La mayor parte del control respiratorio se realiza a través de estos quimiorreceptores.

Los quimiorreceptores periféricos son susceptibles a la disminución de las concentraciones de oxígeno arterial (hipoxia). Se encuentran en la bifurcación carotídea (que envía la información al controlador central a través del nervio vago (X par craneal) y en el cayado aórtico (que envía la información a través del nervio glosofaríngeo (IX par craneal). Los quimiorreceptores periféricos carotídeos también responden al descenso de pH. (6)

- Control reflejo:

Se realiza mediante los receptores pulmonares, como los receptores de adaptación lenta o estiramiento, receptores de distensión pulmonar (receptores yuxtacapilares o receptores J) y receptores pulmonares de agentes irritantes inhalados.

También hay otros receptores, que no están situados en las vías respiratorias como los mecanorreceptores de la pared torácica y periféricos, barorreceptores, nociceptores y termorreceptores.

El generador central del patrón respiratorio (el controlador) integra la información recibida por los sensores y los centros superiores del sistema nervioso central y transmite los impulsos nerviosos a los efectores. Está en el tronco del encéfalo y se pueden distinguir 2 centros:

El centro respiratorio bulbar, situado en la formación reticular del bulbo raquídeo, por debajo del cuarto ventrículo. Consta del grupo respiratorio dorsal

responsable del ritmo básico de la ventilación (inspiración), y el grupo respiratorio ventral, que está inactivo durante la respiración tranquila pero que se activa sobretodo en la espiración forzada.

Los centros suprabulbares son el centro apnéustico (situado en la parte inferior de la protuberancia) y el centro neumotáxico (situado en la parte superior de la protuberancia). El centro apnéustico estimula la inspiración y el centro neumotáxico inhibe la inspiración, limita la duración de la inspiración y regula el volumen de ventilación pulmonar y frecuencia cardiaca.

Los efectores (músculos) reciben la orden mediante los cordones anteriores de los segmentos medulares.(7) En la siguiente tabla se detalla su inervación:

	MÚSCULO	INNERVACIÓN
INSPIRATORIOS	Diafragma	C3-C5 (nervio frénico)
	Esternocleidomastoideo (ECM)	C1-C4 y nervio accesorio (XI p.c.)
	Trapezio	C2-C4 y nervio accesorio (XI p.c.)
	Escalenos	C3-C7
	Elevador de la escápula	C3-C5 nervio dorsal de la escápula
	Serrato anterior	C5-C7 nervio torácico largo o respiratorio de Bell
	Pectoral menor	C6- T1 nervio pectoral medial
	Pectoral mayor	C5-T1 nervio pectoral medial y lateral
	Intercostales externos	T1-T11 nervios intercostales
	Serrato postero-superior	T2-T5 del segundo al quinto nervios intercostales
ESPIRATORIOS	Intercostales internos	T1-T11 nervios intercostales
	Transverso del tórax	T2-T6 nervios intercostales
	Abdominales	T5-T12 nervios intercostales
	- recto abdominal	T7-T12
	- transverso abdominal	T8-L2
	- oblicuo interno	T8-T12
- oblicuo externo	T5-T12	
Serrato postero inferior	T9-T12 nervios intercostales	

- Control voluntario: de manera consciente también se puede influenciar sobre la respiración. Por ejemplo cuando queremos cantar, chillar, desde la corteza motora se controla y se modifica la frecuencia y la profundidad respiratoria para poder hacer está acción. De la misma manera podemos decidir cuando queremos hacer una inspiración rápida o corta o una espiración larga, lenta o rápida.

- El sistema límbico y el hipotálamo también influyen sobre la respiración ya que alteraciones emocionales pueden provocar, por ejemplo, hiperventilación.

1.2. LA DEGLUCIÓN

Es la respuesta motora mediante la cual los alimentos pasan de la boca al estómago.

1.2.1. Anatomía

Las principales estructuras involucradas son la boca (y todos sus componentes: lengua, saliva, dientes, maseteros,...), la faringe, el esófago y el estómago. (8)

1.2.2. Fases

Se distinguen tres fases: la fase bucal, la fase faríngea y esofágica. La primera es controlada de manera voluntaria y las dos restantes de manera involuntaria.

La fase bucal consiste en la creación del bolo alimentario gracias a la masticación y la saliva de la cavidad bucal. Seguidamente se hace la propulsión con la lengua de éste, hacia la faringe.

La fase faríngea es muy rápida. Se para la masticación y la respiración, para proteger las vías respiratorias bajas y el bolo alimentario se dirige hacia el esófago.

Finalmente la fase esofágica consiste en el paso del bolo alimentario desde la porción laríngea de la faringe hasta el esófago. (9)

1.2.3. Control

Explicado de manera muy concisa, las vías aferentes de la sensibilidad y el gusto llevan la información al centro de deglución que se encuentra en el tronco cerebral (núcleo solitario y paraventricular) y estos a través de los pares craneales V trigémino, VII facial, IX glossofaríngeo, X vago y XII hipogloso, dan la orden a los músculos encargados de ejecutar la acción. (10) . También existe una activación de diferentes de la corteza cerebral.

1.3. LA FONACIÓN

Es el proceso que provoca la generación de sonido glotal.

1.3.1. Anatomía y fisiología

Las estructuras implicadas son: el aparato respiratorio, la laringe, las cavidades supraglóticas (fosas nasales, faringe y cavidad bucal) y las articulaciones.

El aparato respiratorio proporciona el aire necesario para la producción de los sonidos del lenguaje. Estos se producen durante la espiración. En la

laringe es donde se producen los sonidos, gracias a la vibración de las cuerdas vocales. Las cavidades supraglóticas actúan como una caja de resonancia para que se puedan percibir los sonidos y finalmente según la posición de las articulaciones, se modifican los sonidos que se emiten.

1.3.2. Control

En la fonación están implicados el sistema nervioso periférico y el central. Se necesita la activación de la región cortical, talámica, cuerpo estriado de la región bulbar (el trigémino, el facial, el glosofaríngeo, el vago, el hipogloso) y la cerebelosa. Se necesita la participación voluntaria del paciente (el control para soplar es cortical, y para poder hablar se necesita saber inspirar y soplar).

2. LA LESIÓN MEDULAR

La lesión medular es el daño en la medula espinal, de cualquier etiología, que origina parálisis o disminución de la fuerza motora, pérdida de sensibilidad, disfunción vesical, intestinal y sexual (11) así como importantes consecuencias psíquicas y socioeconómicas.(12)

Las lesiones pueden aparecer en cualquier parte de la medula espinal. La localización (cervical, dorsal, lumbar o sacra) y la severidad (completa o incompleta) de la lesión, determina la alteración o pérdida de la función.

En una lesión completa en la escala de valoración neurológica de la “American Spinal Injury Association Impairment Scale” (AIS), AIS A, hay una ausencia de la función motora y sensitiva en los segmentos sacros y en la incompleta (AIS B, C, D) se preserva algo de función motora o sensitiva por debajo de la lesión, incluyendo los segmentos sacros.

Las lesiones cervicales provocan una tetraplejía, que es una pérdida de la función motora y sensitiva de los miembros superiores e inferiores y tronco, así como alteraciones respiratorias dependiendo del nivel lesional. (13)

La paraplejía se produce cuando hay una lesión por debajo de la última vértebra cervical, afectando al tronco y a las extremidades inferiores. (14)

3. ALTERACIÓN DEL SISTEMA RESPIRATORIO EN LESIONADOS MEDULARES TRAQUEOTOMIZADOS

Las complicaciones respiratorias son la primera causa de morbilidad y mortalidad en los pacientes con lesión medular.(15) El 80% de las muertes en los pacientes hospitalizados con lesión cervical medular es por insuficiencia respiratoria, y el 50% de estos por neumonía. (16)

La afectación del sistema respiratorio depende de la severidad y la localización de la lesión neurológica. Cuanto más craneal, mayor es su

afectación. Si la afectación es completa (AIS A) todos los músculos respiratorios por debajo de la lesión están paralizados. En la lesión incompleta AIS B la sensibilidad está preservada pero los músculos por debajo de la lesión siguen siendo no funcionales. En las lesiones incompletas (AIS C o D) la afectación de la musculatura respiratoria es variable.

La principal consecuencia es la hipoventilación (disminuyen los volúmenes respiratorios y la capacidad ventilatoria). (17)

Presentan un patrón restrictivo (disminución de la capacidad vital), una hipomovilidad de la caja torácica y de los pulmones (disminución de la compliance). Esto es debido a que los músculos respiratorios, tienen menos fuerza (o no tienen) y se fatigan antes (aumenta el riesgo de atelectasias). Además, sufren una disfunción autonómica que provoca el aumento de la producción de secreciones bronquiales (aumentando el riesgo de broncoespasmo y edema pulmonar). Y todas estas secreciones, no pueden evacuarse correctamente ya que presentan una tos ineficaz. (16)

Todo ello provoca que aparezcan las complicaciones respiratorias.

A continuación se detalla brevemente la afectación respiratoria según el nivel de lesión: (18)

Lesión medular C1-C2

Hay una parálisis total del principal músculo respiratorio: el diafragma. Así como también hay una parálisis de la mayoría de músculos respiratorios accesorios. Solo presenta una preservación parcial del esternocleidomastoideo y de las fibras superiores del trapecio, pero no es suficiente para poder realizar una ventilación voluntaria adecuada. Por ello, necesitan estar conectados a la ventilación mecánica. Normalmente estos pacientes están traqueotomizados pero no son candidatos a una decanulación ya que siempre dependerán de la ventilación mecánica.

Lesión medular C3-C4

Hay una preservación parcial del diafragma y de algunos músculos inspiratorios accesorios (escalenos, elevador de la escapula y trapecio). No pueden toser. Pueden ser capaces de ventilar de manera espontánea sin ventilación mecánica. No obstante, mantener este patrón respiratorio requiere mucha energía (mayor frecuencia respiratoria) y pronto aparece la fatiga muscular respiratoria. Por ello habitualmente en la fase aguda, si respiran de manera espontánea puede aparecer una claudicación respiratoria, somnolencia y desencadenar una insuficiencia respiratoria hipercápnica. Cuando esto ocurre hay que volver a la respiración mecánica.

La mayoría de pacientes con lesión medular C3-C4 precisan ventilación mecánica al menos, en la fase inicial. Gracias al trabajo de fisioterapia respiratoria, se puede lograr una menor dependencia a la ventilación mecánica y conseguir la decanulación.

La intervención de la fisioterapia respiratoria para reeducar el patrón ventilatorio y la musculatura disfuncional ayuda a tener una ventilación más eficaz y conseguir el destete de la ventilación mecánica.

Lesión medular C5-C8

El diafragma está preservado así como buena parte de la musculatura accesoria inspiratoria. Esto provoca que el volumen inspiratorio sea suficiente, que se produzca una buena ventilación alveolar y que no necesiten ventilación mecánica.

Aunque el diafragma esté conservado, la falta de los intercostales y los abdominales provoca que su contracción no sea del todo óptima.

La tos es también ineficaz por la ausencia de la musculatura abdominal.

El patrón respiratorio en esos lesionados es la respiración paradójica. Esta respiración consiste en la desincronización de los movimientos respiratorios toracoabdominales. Cuando inspiran descienden la cavidad torácica y cuando espiran asciende (en condiciones normales, ocurre el efecto contrario).

Lesión medular T1-T4

Los principales músculos respiratorios están preservados y hay una preservación parcial de la innervación de los intercostales. En esta lesión la tos sigue siendo ineficaz por la carencia de la musculatura abdominal.

Lesiones medulares de T5-T10

La gran parte de la musculatura inspiratoria está preservada pero la ausencia parcial o total (según el nivel lesional) de la musculatura abdominal sigue provocando que la tos no sea eficaz.

Lesiones medulares a partir de T11

Los movimientos diafragmáticos y de la caja torácica se acercan a la normalidad. La inspiración a veces puede estar disminuida por la presencia de fecalomas o poco tono de la musculatura pélvica.

Resumen según Field (19) de las características respiratorias según el nivel de lesión:

Nivel de lesión	Músculos respiratorios	% FVC referencia	PIM cmH ₂ O	PEM cm H ₂ O	Patrón ventilatorio	Expansión de la caja torácica
C1-C2	ECM Trapezio superior Extensores cuello	<10%	< - 25 cm H ₂ O	<20 cmH ₂ O	Cuando la cabeza está fija el ECOM se activa y sube el esternón	Elevación esternal con mínima expansión antero posterior de la caja torácica

C3- C4	Escalenos Elevador de la escápula Diafragma (parcial)	10-40%	-20 a - 35 cm H2O	20 a 60 cmH2O	Se contrae la musculatura accesoria sube el esternón y las dos primeras costillas. La activación del diafragma produce una retracción costal (Signo de Litten)	Elevación esternal con expansión superior e inferior con mínimo aumento de la expansión antero posterior de la caja torácica
C5	Diafragma Pectoral mayor Serrato anterior Romboideos	35-55%	-25 a - 60 cm H2O	30 a 70 cm H2O	Aumento del vientre diafragmático con la inspiración. Cuando aparece fatiga se utiliza la musculatura accesoria del cuello y de la cintura escapular	Asincronía entre la expansión torácica y abdominal (respiración paradójica)
C6- C8	Pectoral menor	40-70%	-40 a - 120 cm H2O	30 a 80 cm H2O	Igual que C5	Igual que C5
T1- T4	Intercostales (parcial) Erector del tronco	45-75%	-50 a - 120 cm H2O	30 a 95 cm H2O	La contracción diafragmática y la activación de los intercostales facilita la expansión	Descenso anterior y lateral de la expansión torácica
T5- T10	Intercostales Abdominal (parcialmente)	60-95%	> - 75 cm H2O	50 a 160 cm H2O	Movimiento diafragmático y de la caja torácica. Mínima contracción de la musculatura abdominal preservada	La expansión de la caja torácica sigue estando un poco limitada
A partir de T11	Toda la musculatura respiratoria por encima del nivel	> 80%	> -90 cm H2O	120 cm H2O	Movimiento diafragmático y de la pared torácica normal	La expansión torácica puede verse disminuida por la impactación fecal o descenso de la musculatura pélvica

4. TRAQUEOTOMIA

La traqueotomía es un orificio creado quirúrgicamente en la tráquea, entre el segundo y el cuarto anillo traqueal (en la parte frontal del cuello). Se realiza para el tratamiento de la obstrucción de las vías respiratorias, el apoyo respiratorio (ventilación mecánica) y la limpieza pulmonar.

En pacientes con lesión medular que no son capaces de mantener una ventilación adecuada, que precisan ventilación mecánica y que se prevé que esta dependencia sea superior a los 5-7 días, la traqueotomía está indicada. Además, para empezar la rehabilitación, para la movilidad del paciente y para reducir complicaciones respiratorias está más recomendado su uso que las intubaciones naso traqueales o endotraqueales prolongadas. (14)

La traqueotomía está indicada si el paciente tiene los siguientes factores de riesgo: lesión cervical C2-C4, lesión medular completa, mayor de 45 años, insuficiencia pulmonar previa, historial de tabaquismo, problemas médicos comórbidos preexistentes y neumonía activa. (20) También que el nivel de consciencia al ingreso según la escala Glasgow sea inferior a 9 (GCS < 9), un Injury Severity Score superior o igual a 16 y lesiones torácicas asociadas favorecen la elección de la traqueotomía. (21)

Durante la intervención, se inserta una cánula de traqueotomía (normalmente con balón). El balón cuando está hinchado sirve para sellar la tráquea e impedir que la sangre y la saliva entren en las vías respiratorias inferiores. La presión de hinchado de balón no debe ser superior a 25 cm H₂O. A partir de los 30cm H₂O se interrumpe la perfusión de la mucosa capilar provocando un daño isquémico y pudiendo generar una estenosis traqueal. Hay diferentes tipos de cánulas y de tamaños. Dependiendo de las necesidades del paciente se utiliza una u otra. Todas las cánulas tienen una cánula interna, que se puede retirar con seguridad para limpiarla y sin poner en peligro la vía aérea ya que se mantiene la cánula externa.

Para fijar la cánula de traqueotomía se usa un lazo que se ata alrededor del cuello flexionado. Ya que si se hace con el cuello extendido, cuando el paciente flexiona el cuello queda muy suelta. Los lazos están bien puestos si solo se puede introducir, como mucho, un dedo por debajo.

Es importante la utilización de un humidificador o un filtro de intercambio de calor y humedad para evitar la desecación de la mucosa traqueal, el daño a los cilios respiratorios y al epitelio, la obstrucción secundaria a las costras o los tapones de moco. Como el aire pasa directamente por la traqueotomía, no es filtrado, calentado y humidificado por las vías aéreas superiores y puede provocar todas estas complicaciones.

4.1. Influencia de la traqueotomía en la fonación

Para que pueda haber fonación es necesario que la cánula tenga el balón deshinchado, no tenga balón o sea una cánula fenestrada y que se obstruya el extremo de la cánula con una válvula fonatoria o con un tapón. Las válvulas fonatorias, son válvulas unidireccionales que se abren en la inspiración

y se cierran al espirar permitiendo que el aire pase por la laringe, las cuerdas vocales vibren a su paso y se produzca el sonido.

4.2. Influencia de la traqueotomía en la deglución

La fijación de la vía aérea mediante la cánula de traqueotomía evita la elevación de la laringe durante la deglución. Esto aumenta el riesgo de la aspiración de alimentos y de saliva.

4.3. Influencia de la traqueotomía en la respiración

Como ya se ha dicho anteriormente la traqueotomía se hace para permitir el paso de aire a los pulmones. No obstante, la presencia de la cánula de traqueotomía y la inspiración de aire seco irrita las mucosas y aumenta las secreciones. Su presencia, impide la generación de una presión subglótica que provoca que la tos sea ineficaz y no haya una buena higiene bronquial. Además hay un riesgo elevado de infecciones de las vías respiratorias, siendo las pseudomonas las más habituales. Una traqueotomía prolongada favorece el desarrollo de granulomas. Por lo tanto, es importante el trabajo de fisioterapia respiratoria para prevenir posibles complicaciones respiratorias y así conseguir que el paciente pueda ser decanulado lo más pronto posible.

5. LA DECANULACIÓN

La decanulación es el procedimiento de retirada de la cánula de traqueotomía.

Los criterios para la decanulación son: que el paciente sea capaz de mantener la vía aérea segura y permeable, tener un buen patrón respiratorio y tener el reflejo tusígeno (que en el caso de la lesión medular, a no ser que vaya asociado a una lesión bulbar, siempre está preservado). (22)

Se considera que la vía aérea es permeable y que se puede hacer la decanulación cuando el paciente es capaz de soportar 24-72h la traqueotomía ocluida con un tapón, sin provocar disnea respiratoria ni tos continua y objetivarse una saturación de oxígeno superior al 92%. (23)

También se recomienda que el estado de consciencia sea de un valor en la escala de Glasgow de 8 o superior.(24)

El manejo de secreciones es un criterio a tener en cuenta. En algunos estudios se valora la cantidad secreciones (escasa, moderada, significativa) (25), (26), otros las cuantifican haciendo 4 aspiraciones en 6 horas.(27) Finalmente Bach en sus estudios sobre pacientes con lesión medular, cree que es vital el manejo de secreciones y el conocimiento de las técnicas de tos

asistida, como el cough assist, o la tos asistida manual por parte del equipo sanitario y del propio paciente.(28), (29)

Para evaluar la tos, diversos estudios manifiestan que tener un PFT>160l/min por boca con cánula de traqueotomía ocluida y el balón deshinchado, es un factor de éxito para la decanulación. (30), (31), (32), (33)

No hay consenso en la necesidad previa de evaluar la deglución como factor previo para la decanulación. (23)

Antes de realizar una decanulación es importante que el otorrinolaringólogo haga una fibroscopia para explorar las vías respiratorias e identificar la presencia o no de tejido granuloso.(33) Muchas veces, los pacientes con una traqueotomía o que han estado intubados durante un cierto periodo de tiempo forman granulomas en la tráquea y al decanularlos puede producirse una estenosis traqueal. (34)

Norwood describe que el trabajo de fisioterapia respiratoria aumenta el número de posibilidades de decanulación de los pacientes, por eso es tan importante la reeducación respiratoria lo antes posible.(35)

6. TRATAMIENTO

La prevención de las complicaciones respiratorias debe comenzar lo más pronto posible después de la lesión. (36)

Antes de proponer las técnicas para prevenir y mejorar la capacidad respiratoria de los pacientes con lesión medular con traqueotomía y favorecer su decanulación, debe hablarse de las escalas y evaluaciones que pueden hacerse para tener datos fiables de su evolución.

6.1. ESCALAS Y EVALUACIONES

A nivel internacional, existe la escala International Spinal Cord Injury Pulmonary Basic Data Set Form (37), que evalúa la función respiratoria en el lesionado medular. Tiene en cuenta la fecha de recogida de los datos, las enfermedades previas a la lesión, el tabaquismo, el uso de asistencia ventilatoria en la actualidad, las pruebas de la función respiratoria y complicaciones pulmonares después de la lesión medular en el último año. La decanulación en un lesionado medular, normalmente se realiza en las primeras fases del tratamiento. Por lo tanto, esta escala no se adapta a este periodo, y está más indicada para evaluar la función respiratoria en pacientes crónicos.

En la revisión de estudios científicos no se ha encontrado una escala específica para evaluar la función respiratoria en fases agudas en pacientes con lesión medular. Por ello, a continuación se explican las evaluaciones y escalas clasificadas según la función que evalúen.

6.1.1. Evaluación de la conciencia

La escala más utilizada para evaluar la conciencia es la escala Glasgow. Como se ha dicho en el apartado anterior, tener una puntuación superior a 8 en esta escala, es un punto a favor para la decanulación.

6.1.2. Evaluación de la función ventilatoria

○ Espirometría

La espirometría se realiza mediante un espirómetro y mide el volumen de aire que los pulmones pueden movilizar en función del tiempo. En pacientes con traqueotomía se puede hacer poniendo la boquilla en la boca con la cánula ocluida y el balón desinflado, o si el paciente no lo soporta, poniendo un adaptador a la cánula de traqueotomía. Para hacerla, se debe colocar unas pinzas en la nariz para evitar fugas. Los parámetros más importantes en esta prueba, son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1). (38)

La FEV1 es el volumen de aire expulsado en un segundo en una expiración forzada a partir de una inspiración completa.

La FVC es el volumen total que expulsa el paciente desde la inspiración máxima hasta la espiración máxima.

Con el coeficiente FEV1/FVC se determina el tipo de patrón respiratorio que tiene el paciente: obstructivo, restrictivo o mixto y el nivel de gravedad (leve, moderada, grave). Los pacientes con lesión medular cervical o dorsal alta tienen un patrón restrictivo, ya que tienen menos capacidad para acumular aire debido al déficit de la musculatura respiratoria. Si tienen un exceso de secreciones pueden presentar un patrón obstructivo. (39), (40)

Esta prueba sirve para valorar la eficacia del trabajo respiratorio que se realiza con el paciente y el aumento de su capacidad respiratoria comparando sus resultados antes y después del tratamiento.

○ Medición de presiones respiratorias máximas

Cuantificar la fuerza de los músculos respiratorios mediante una contracción de los mismos es difícil, por ello, para evaluarla, se determina la presión máxima que son capaces de generar.

El medidor de presiones respiratorias evalúa las presiones respiratorias máximas medidas en boca, mediante una inspiración máxima y una espiración forzada. (41)

En el caso de ser portador de una traqueotomía, se procedería de la misma manera que se ha explicado en la espirometría.

Para realizar esta prueba la colaboración del paciente es fundamental, ya que es completamente activa.

Para medir la presión inspiratoria máxima (PIM) se pide al paciente que haga una inspiración máxima de tres a cinco segundos después de haber hecho una espiración máxima hasta volumen residual.

Para cuantificar la presión espiratoria máxima (PEM) se le indica al paciente que haga una inspiración máxima hasta su capacidad pulmonar total y a continuación que sople lo más fuerte que pueda entre tres y cinco segundos.

Una PIM inferior a -80 cm H₂O o un PEM superior a +90cm H₂O excluyen debilidad muscular significativa. (41)

- Gasometría

La gasometría arterial sirve para conocer el aporte de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono. Normalmente se realiza por el servicio médico en la arteria radial a nivel del túnel carpiano.

- Pulsioximetría

A través de un sensor colocado en el dedo se capta la saturación de oxígeno de la hemoglobina (SpO₂). En general si mantiene una saturación de oxígeno del 92% sin aporte de oxígeno, son candidatos a la decanulación.

- Radiografía antero posterior del tórax

Con la radiografía se puede ver la posición del diafragma, de las costillas y las alteraciones del parénquima pulmonar. Si además se hace una radiografía en inspiración máxima y en espiración máxima, se puede ver la movilidad diafragmática. También se puede realizar una escopia en la sala de radiografía. Esta prueba consiste en realizar un pequeño vídeo donde se ve la movilidad del diafragma.

6.1.3. Evaluación de la movilización de secreciones, de la higiene bronquial

- Auscultación pulmonar

Mediante un fonendoscopio se evalúan los ruidos pulmonares. Se puede determinar la ubicación de las secreciones en el pulmón, la cantidad y el tipo de ruido pulmonar. Si el ruido es normal, si está disminuido o abolido o si el ruido respiratorio es anormal. (42)

- Medición objetiva de la cantidad de secreciones

Como ya se ha dicho anteriormente no hay un consenso en la manera de objetivar la cantidad de secreciones. (22). Hay distintas maneras, como ya se ha explicado anteriormente. Por ejemplo, recoger el número de aspiraciones efectuadas en un día. Si el paciente presenta muchas secreciones, la decanulación no será oportuna.

6.1.4. Evaluación de la tos

Aunque la tos es el mecanismo para mantener una buena higiene bronquial de las vías respiratorias, debido a su importancia, se ha decidido dedicarle todo un apartado. Su finalidad es la expulsión de las secreciones acumuladas y de las partículas extrañas de la vía aérea.

Para evaluarla se usa un medidor de pico-flujo (peak flow test) o un neumotacógrafo y se pide al paciente que realice un esfuerzo máximo de tos. El resultado refleja la eficacia de la musculatura espiratoria.

Cifras inferiores a 270L/min indican deterioro en la capacidad de eliminar secreciones y es conveniente utilizar las técnicas de tos asistida. (41)

6.1.5. Evaluación de la deglución

Anteriormente se ha evocado que en muchos estudios no se tiene en cuenta la deglución como factor determinante para la decanulación. No obstante, la disfagia, puede provocar broncoaspiraciones, y como consecuencia, infecciones respiratorias y deterioro de la ventilación. Por ello, en este apartado se citan algunas pruebas existentes para su evaluación.

En primer lugar se puede hacer una exploración clínica mediante la deglución de diferentes texturas y controlando en todo momento la saturación del paciente y la presencia o no de tos (test de screening volumen-viscosidad MECV-V). También existe la videofluoroscopia, que es una exploración radiológica dinámica donde el paciente ingiere diferentes alimentos de diferentes texturas y se registra en video todo el proceso deglutorio.

En el caso que el paciente no pueda estar en sedestación o ir a la sala radiológica, se puede realizar una fibroscopia por parte del otorrinolaringólogo.

6.2. TÉCNICAS DE TRATAMIENTO

En el tratamiento es importante la posición del paciente. Cuando el paciente está en posición de decúbito supino el volumen corriente y la capacidad vital forzada son más altas que en sedestación.(16) Esto sucede porque en sedestación el contenido abdominal empuja el diafragma hacia arriba y lo coloca en una posición menos eficiente para la inspiración. El uso de una faja abdominal en pacientes con lesión medular, reduce el empuje del contenido abdominal hacia arriba y mejora la función respiratoria así como también los problemas ortostáticos. (7)

Para realizar las diferentes técnicas se deberá tenerse en cuenta el tipo de cánula que lleva el paciente, ya que hay técnicas de las que se explican, que pueden aplicarse directamente sobre la traqueotomía y hay otras que precisan que el paciente tolere la oclusión de la traqueotomía durante la sesión para realizar los tratamientos por boca.

Todas las técnicas que se nombran a continuación, deben realizarse con el paciente desconectado de la ventilación mecánica.

Las técnicas están separadas por la función principal que realizan. No obstante, hay varias que influyen en varios aspectos.

6.2.1. Tratamiento de la ventilación

○ Entrenamiento de la musculatura inspiratoria

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria se puede hacer mediante un dispositivo que ejerce una presión específica y constante para fortalecer los músculos inspiratorios y entrenar su potencia, sin tener en cuenta la velocidad de la respiración.(43) Este dispositivo se llama *Threshold IMT (inspiratory muscle trainer)* y ejercita la musculatura inspiratoria aumentando el volumen corriente y mejorando la ventilación. Para ello se aconseja una intensidad de carga del 40 % de la PIM (presión inspiratoria máxima) del paciente. El estudio de Condessa (44) detalla que haciendo cinco series de 10 repeticiones dos veces al día, todos los días, se mejora la función respiratoria.

Otro dispositivo para trabajar la musculatura inspiratoria es *Voldyne*. El paciente puede trabajar desde una capacidad de 250 hasta 2500 ml de aire inspirado. Tiene un marcador que se sitúa en la capacidad que se quiere alcanzar. El paciente cuando inspira a través del aparato debe llegar a este objetivo. En ese preciso momento, hay unos marcadores que le indican si ha llegado al objetivo.

○ Movilización diafragmática (ventilación dirigida)

Enseñar al paciente cómo realizar respiraciones diafragmáticas (trabajo propioceptivo). En la respiración normal, el diafragma se deslaza 1 cm, pero en inspiraciones y espiraciones forzadas puede desplazarse hasta 10 cm. Este desplazamiento, además de entrenar el principal músculo inspiratorio ayuda a drenar y movilizar las secreciones acumuladas. En la inspiración debe hincharse la zona abdominal y en la espiración deshincharse.

En las técnicas donde se trabaja la musculatura inspiratoria, hay mayor abertura de los alveolos y mejora la compliance pulmonar, si se hace una inspiración lenta, seguida de una pausa post inspiratoria, que permite la redistribución del aire en los alveolos, y a continuación la espiración.

○ Entrenamiento de la musculatura espiratoria

El entrenamiento de la musculatura espiratoria se realiza mediante un espirómetro incentivador (*triflow*). Este dispositivo también permite trabajar la musculatura inspiratoria. El *Triflow* es un ejercitador pulmonar de 3 pelotas, cuantas más pelotas se muevan, mayor será el esfuerzo realizado por el paciente.

- Dispositivos de presión espiratoria positiva oscilante y no oscilante (PEP y PEP-oscilante)

Estos dispositivos realizan una resistencia al flujo espiratorio, para generar una presión intrapulmonar positiva, previniendo el cierre prematuro de las vías aéreas durante la espiración y provocando un aumento de la duración de la fase espiratoria. Todo ello, mejora el transporte de secreciones desde las zonas distales, facilita el reclutamiento alveolar, aumentando la ventilación colateral y disminuyendo la hiperinsuflación pulmonar. El PEP oscilante, además mejora el aclaramiento mucociliar. (45). Algunos de estos dispositivos son el theraPEP, PiPEP, Flutter, Acapella, RC-Cornet, Therhold PEP.

- Dispositivos IPPB (ventilación con presión positiva intermitente (intermittent positive pressure breathing)

Estos dispositivos optimizan la función respiratoria y la elasticidad pulmonar ya que van más allá de la inspiración máxima del paciente permitiendo aumentar su capacidad vital. Además, favorecen la recuperación pulmonar ya que ventilan zonas pulmonares mal ventiladas o sin ventilación y facilita la higiene bronquial ya que ofrece mayor volumen inspiratorio para mejorar la espiración y la tos. (46) Su funcionamiento consiste en que el paciente empieza la inspiración y cuando el aparato capta que ha llegado a su inspiración máxima continua proporcionando aire para aumentar esta inspiración hasta la tolerancia del paciente. Cuando el paciente empieza la espiración, la máquina deja de suministrar aire, hasta el siguiente ciclo.

Algunos de estos dispositivos también permiten la administración de nebulizadores durante el tratamiento. El nombre de algunos de ellos son el Alpha 300, Bird.

6.2.2. Tratamiento para la higiene bronquial (movilización de secreciones)

- Ventilación percutora intrapulmonar

Es un dispositivo que humidifica las vías aéreas, moviliza las secreciones de las aéreas distales y medias de los pulmones hacia las proximales, reclutando alveolos colapsados y mejorando el intercambio gaseoso. Todo ello se hace mediante pulsaciones de aire presurizado a diferentes frecuencias. Primero se trabaja a altas frecuencias para despegar las secreciones (200-300cl/min) y después a bajas frecuencias (entre 80-200cl/min) para favorecer la movilización de secreciones hacia partes proximales. Durante el tratamiento puede añadirse un mucolítico o un broncodilatador si el paciente requiere.(16)

Realizar la ventilación percutora intrapulmonar antes de los ejercicios de entrenamiento de los músculos respiratorios o de la tos asistida mejora la presión arterial de oxígeno. (47)

- Aspiraciones mecánicas

Consiste en la eliminación de las secreciones acumuladas en la vía aérea proximal mediante un catéter estéril flexible conectado a un elemento succionador. Las aspiraciones pueden dañar la mucosa traqueal, aumentar la producción de mucosa bronquial, infecciones, hipotensión e hipoxia. (16) Por eso, si es posible es mejor drenar las secreciones con un mecanismo de insuflación- exsuflación, ya que no es invasivo, siempre que se pueda.

- Drenaje postural

Consiste en la colocación del paciente en diferentes posturas para que mediante el efecto de la gravedad se favorezca el desplazamiento de las secreciones hacia los bronquios principales. Hay poca evidencia respecto a su eficacia (45) .No obstante, en un estudio se usó durante 20 minutos cada mañana antes de las sesiones de fisioterapia respiratoria y el paciente obtenía mayor beneficio (16).

- Percusión o clapping

Mediante percusiones realizadas en el tórax se pretende despegar y movilizar las secreciones de la pared bronquial y aumentar la actividad ciliar. La frecuencia óptima para provocar este efecto es de 15-25 Hz. (45). Estas frecuencias no se pueden alcanzar de manera manual, por lo que la realización de clapping no tiene suficiente evidencia científica que lo apoye.

- Dispositivos externos de oscilación compresión de alta frecuencia (HFCWC)

Estos dispositivos se colocan de manera externa sobre la pared torácica y su principal acción es movilizar las secreciones de zonas más distales a más proximales y disminuir la viscosidad de estas. Las frecuencias aconsejadas son de 11-15Hz a una presión de 12 cm H₂O durante 20 minutos, al menos dos horas después de comer.(45) Algunos de estos dispositivos son el InCourage®, Hayek oscillator®, Vest® y SmartVest®.

6.2.3. Tratamiento de la tos (tos asistida)

- Manual

El terapeuta realiza una presión manual a nivel abdominal o sobre la pared torácica para aumentar el flujo espiratorio. El fisioterapeuta debe coordinarse con la respiración espontánea del paciente. También puede realizarse a cuatro manos (con la intervención de dos terapeutas). Para realizar esta técnica el paciente no debe tener traumatismo torácico ni complicaciones abdominales internas. No obstante los dispositivos de insuflación- exsuflación mecánica (*cough assist*) han demostrado ser más efectivos. (16)

- Mecanismos de insuflación- exsuflación (*cough assist*)

Es un dispositivo electromecánico que favorece y reproduce el mecanismo de la tos. Drena de manera mecánica y no invasiva las secreciones

bronquiales mediante cambios bruscos de presiones. Crea una presión positiva intrapulmonar (insuflación) aumentando el volumen pulmonar y evitando el colapso de las vías aéreas durante la espiración forzada y rápidamente provoca una presión negativa para simular el mecanismo de la tos y excretar las secreciones. (48), (49) Algunas versiones de este dispositivo, también permiten hacer ventilación con presión positiva intermitente (modo auto advance), así como ventilación percussiva intrapulmonar modulando las oscilaciones.

6.2.4. Tratamiento de la deglución

El tratamiento de la deglución corresponde a las logopedas por lo que en este trabajo no se va a desarrollar este apartado.

7. DISEÑO DE UN PROTOCOLO DE FISIOTERAPIA RESPIRATORIA PARA PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR CANDIDATOS A SER DECANULADOS

7.1. Objetivos del protocolo

7.1.1. Objetivos generales

El objetivo general del protocolo, es estandarizar la valoración y las pautas de tratamiento de fisioterapia respiratoria de los pacientes con lesión medular candidatos a una decanulación y comprobar su correcta implementación valorando si se acorta el tiempo de decanulación y si disminuyen las complicaciones respiratorias.

7.1.2. Objetivos específicos

A través de los objetivos se intentará demostrar que:

- Mejora la capacidad vital forzada (FVC)
- Mejora el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1)
- Disminuyen las complicaciones respiratorias
- Aumenta la fuerza de la musculatura respiratoria
- Mejora el manejo y la expulsión de secreciones
- Reduce el tiempo de la decanulación
- Reduce el número de reanulaciones
- Aumenta la tolerancia (más horas) y la participación en la rehabilitación

7.2. Criterios de selección

7.2.1. Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión en el protocolo que se proponen son:

- Pacientes con lesión medular portadores de una traqueotomía
- Pacientes estables a nivel médico
- Pacientes colaboradores

7.2.2. Criterios de exclusión

Los pacientes que presenten alguna de estas características no podrán beneficiarse del protocolo.

- Pacientes con lesión medular completa (AIS A) C1-C2 dependientes de ventilación mecánica sin posibilidad de destete.
- Pacientes completamente dependientes a la ventilación mecánica
- Pacientes con hemoptisis
- Pacientes con fracturas no consolidadas de la caja torácica

7.3. Evaluación de la función respiratoria desde fisioterapia

La evaluación inicial respiratoria hecha por el fisioterapeuta en los pacientes con lesión medular aguda, debe incluir(16):

- Edad del paciente y fecha de la lesión
- El nivel de lesión neurológico, para saber que músculos están preservados o no
- Antecedentes de patología respiratoria antes de la lesión
- Tabaquismo y/o abuso de sustancias
- Exploración física: evaluación del patrón respiratorio, efectividad de la tos (medidor de pico-flujo), la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1).
- Resultado de la radiografía de tórax en inspiración y en espiración para ver la movilidad del diafragma
- Resultado de la gasometría arterial
- Pulsioximetría

A demás de estos criterios sería interesante evaluar las presiones respiratorias máximas (PIM) y (PEM) y la presencia o no de secreciones

mediante la auscultación pulmonar y la localización de éstas. También se podría precisar el tipo de cánula de traqueotomía que lleva.

Las herramientas de evaluación deben ser eficientes, precisas y rápidas de pasar. Por ello, se propone esta tabla recogiendo todos los parámetros citados anteriormente.

EVALUACIÓN RESPIRATORIA:		Fecha:				
Nombre: _____						
Edad: _____		Fecha de la lesión: _____				
Nivel de lesión neurológico y tipo de lesión (AIS A,B,C,D,) _____ Antecedentes de patología respiratoria <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí ¿Cuáles? _____ Tabaquismo y/o abuso de sustancias <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí ¿Cuántos? _____ Resultado de la radiografía del tórax _____ Resultado de la gasometría arterial _____ Tipo de cánula que lleva _____ Necesidad de soporte ventilatorio o oxigenoterapia _____						
Exploración física:						
		Inicial	1ªsemana	2ªsemana	3ªsemana	4ªsemana
FEV1						
FVC						
PEM						
PIM						
PFT						
Patrón respiratorio						
Presencia de secreciones (cantidad y calidad)						
Localización Secreciones						
Pulsioximetría						

7.4. Plan de trabajo

En la revisión sistemática de diversos estudios sobre el manejo respiratorio en las primeras semanas de la lesión medular que realizó Berney (50) , concluyó que un protocolo de tratamiento respiratorio estructurado que combine la aplicación de diferentes técnicas, es la manera más eficaz para prevenir complicaciones respiratorias, reducir la mortalidad, reducir el tiempo de hospitalización completa y mejorar el estado fisiológico del paciente. Las técnicas incluirían el posicionamiento, la asistencia a la tos y la terapia de restauración del volumen pulmonar.

En la revisión de los artículos científicos, no se ha encontrado ningún protocolo detallado donde especifique el uso combinado de diferentes técnicas y su duración en pacientes traqueotomizados con lesión medular. Hay estudios que proponen planes de tratamiento de una sola técnica. Por ejemplo, el estudio de Condessa (44) sobre el entrenamiento de la musculatura inspiratoria, donde expone que hacer cinco series de diez repeticiones dos veces al día, los siete días de la semana, mejora la función respiratoria. O el trabajo de Clini (47) donde afirma que realizar una ventilación percussiva intrapulmonar antes de los ejercicios de entrenamiento de los músculos respiratorios o de la tos asistida, mejora la presión arterial de oxígeno. O el estudio de Berly (16) donde el drenaje postural veinte minutos antes de las sesiones de fisioterapia respiratoria aumenta el beneficio de estas. O por ejemplo, el estudio de Brown (15) donde indica que usar el cough assist tan a menudo como el paciente tosería en situación normal, por ejemplo, usar 5 veces en una hora, es muy efectivo para la higiene bronquial.

Por ello, basándose en los diferentes estudios citados durante el trabajo y la experiencia clínica se propone reunir toda esta información, y elaborar un protocolo que incluya las técnicas necesarias para mejorar la ventilación, disminuir las complicaciones respiratorias, favorecer la decanulación y de esta manera influir positivamente sobre su proceso de Neurorehabilitación.

7.4.1. Localización

Habitación del paciente o sala específica de rehabilitación respiratoria donde haya los elementos necesarios para realizar el tratamiento.

7.4.2. Duración

30 minutos por la mañana y 30 minutos por la tarde, todos los días de la semana, como mínimo dos horas después de la ingesta de alimentos. Durante 5 semanas.

7.4.3. Profesionales implicados

- Fisioterapeuta especializado en fisioterapia respiratoria quien realizará el protocolo.

- El médico, quien decidirá si el paciente es candidato a entrar en el protocolo y si debe o no subministrarse algún aerosol durante o antes del protocolo para mejorar el resultado del mismo. Y quien tendrá que estar en el establecimiento durante la aplicación del protocolo por si aparece alguna urgencia médica (por ejemplo, fallo respiratorio).

- El servicio de enfermería quien realizará tratamiento respiratorio (cough assist, aspiraciones, cambios posturales para favorecer el drenaje) entre las sesiones de fisioterapia respiratoria.

7.4.4. Material

- Aparato de monitorización no invasiva (de la saturación de oxígeno, la frecuencia cardíaca y la tensión arterial)
- Pulsioxímetro
- Aspirador de secreciones (frasco contenedor de bolsa de aspiración, bolsa de aspiración desechable, tubo conector tipo bulbo)
- Sondas de aspiraciones estériles, desechables del calibre adecuado (en el caso de aspiración por traqueotomía, la sonda no debe tener un tamaño superior de la mitad de la cánula traqueal)
- Cánula de aspiración bucal desechable
- Envase de agua estéril para lavar el sistema
- Guantes estériles, mascarilla y gafas de protección ocular (si aspiración abierta), guantes limpios para el resto de maniobras,
- Toma de oxígeno
- Bolsa de plástico para residuos orgánicos
- Servilletas de papel
- Cough assist (modelo que permita hacer ventilación con presión intermitente y ventilación percussiva intrapulmunar). También tener la máscara buco- nasal, el adaptador a la traqueotomía, el filtro (o dos filtros dependiendo de la cantidad de secreciones del paciente) y el tubo conector
- Un entrenador de musculatura inspiratoria
- Un entrenador de musculatura espiratoria
- Fonendoscopio

En el momento de realizar las evaluaciones también se precisará de:

- Espirómetro
- Medidor de PIM (presión inspiratoria máxima) y PEM (presión espiratoria máxima)
- Medidor de PFT (medidor pico- flujo)

7.4.5. Procedimiento

➤ Actividades de valoración

- Comprobar la prescripción médica del tratamiento de fisioterapia respiratoria.
- Rellenar la ficha de evaluación respiratoria propuesta en el apartado 7.3. y comprobar que ya tiene los resultados de la gasometría arterial, y la radiografía de tórax.
- Comprobar si el paciente tolera la oclusión de la traqueotomía durante un cierto periodo, o si lleva la válvula fonatòria, o si no tolera ningún tipo de oclusión. La realización de algunos ejercicios se verá modificada dependiendo de este aspecto.
- Verificar que hace por lo menos dos horas que el paciente ha comido.

- Si el paciente tiene prescripción de nebulizadores realizar la sesión justo después de su administración, o si el médico decide aplicarlo durante la ventilación percutora intrapulmonar, coordinarse con el equipo de enfermería para su aplicación.

- El primer día de inclusión en el protocolo, se realiza las pruebas de valoración propuestas en el apartado 7.3. (espirometría, PFT (prueba de pico- flujo), valoración de la PIM (presión inspiratoria máxima) y PEM (presión espiratoria máxima), auscultación pulmonar y descripción de los hallazgos, tipo de patrón respiratorio, y pulsioximetría).

- Valorar posibles alergias (látex,...) para el uso de materiales.

- Preparación del material

- Comprobar que está preparado todo el material descrito en el apartado 7.4.4. y que está en las condiciones óptimas para su uso.

- Preparación del paciente

- Identificar al paciente según el protocolo del centro

- Informar al paciente y a la familia (si procede), qué es la fisioterapia respiratoria y en qué consiste los procedimientos que se van a realizar.

- Ejecución

- Todas las sesiones se inician con una corta anamnesis al paciente sobre su estado respiratorio (si antes de la sesión tuvo que ser aspirado muchas veces, si durmió bien, si se nota con muchas secreciones, si le cuesta respirar,..).

- Se coloca al paciente el pulsioxímetro en el dedo y se conecta al aparato de monitorización no invasiva para visualizar durante todo el tratamiento sus constantes vitales.

- Se le ausculta para ver la presencia de secreciones y su localización. Si están en zonas proximales se realizan cinco o seis ciclos de insuflación- exsuflación (cough assist) para limpiar las vías proximales y poder trabajar mejor. Normalmente los parámetros estándar en adultos para generar tos, oscilan entre los ± 30 y ± 40 cm H₂O. Con el cough assist se pueden llegar a presiones muy superiores pero se recomienda no sobrepasar las presiones de ± 40 cm H₂O, por riesgo a barotrauma. En las primeras sesiones se empieza por ± 20 cm H₂O y se va subiendo según tolerancia del paciente.(51)

- Si se ausculta secreciones en zonas distales se utiliza el cough assist pero en el modo ventilación percussiva intrapulmonar. Los primeros diez minutos se hará a frecuencias altas para despegar las secreciones (200-300ciclos/min) y después, cinco minutos más a bajas frecuencias (entre 80-200ciclos/min) para aumentar el efecto ventilatorio. Para acabar, se hará unos ciclos de insuflación- exsuflación para expulsar las secreciones.

- Se hará cinco minutos de ventilación dirigida enseñando al paciente como hacer respiraciones diafragmáticas correctas. Haciendo una inspiración lenta,

seguida de una pausa post inspiratoria, y terminando con una espiración. Siempre que sea posible es mejor trabajar con la traqueotomía ocluida.

- Se hará cinco series de 10 repeticiones de entrenamiento de la musculatura respiratoria (inspiratoria y espiratoria) mediante el dispositivo de entrenamiento muscular que disponga el centro. En el apartado 6.2.1. de este trabajo se exponen algunos dispositivos existentes en el mercado. Se realizará todos los días en la sesión de la mañana y de la tarde.

- Mejorar la compliance pulmonar y la función respiratoria mediante el modo de ventilación con presión positiva intermitente del cough assist. Se debe ajustar a los parámetros que el paciente tolere. A medida que vaya avanzando en el tratamiento, se deberá modificar el volumen y la duración del tratamiento. Ya que cada vez el volumen y el tiempo que podrá realizar serán mayores. Al principio no hay que realizarlos durante mucho tiempo ya que puede provocar mareos y dolores de cabeza.

- Terminar la sesión con varios ciclos de insuflación-exsuflación (cough assist) para expulsar las secreciones. Siempre se tiene que terminar su aplicación en inspiración para dejar las vías respiratorias en apertura.

➤ Consideraciones generales

- A medida que avance el tratamiento, la tolerancia del paciente a los ejercicios será mayor, por lo que deberá modificarse la dosis del mismo.

- A lo largo del protocolo, el paciente cada vez se irá familiarizando más con los ejercicios, y devendrá más autónomo en la realización de los mismos, pudiendo realizar alguno de ellos sin la supervisión del fisioterapeuta.

- Fuera de las sesiones de fisioterapia, el equipo de enfermería, atenderá las necesidades respiratorias del paciente (utilización del cough assist si lo precisa, realizará cambios posturales a lo largo del día para favorecer el drenaje de las secreciones, y aspirará al paciente si lo requiere).

➤ Precauciones

- Si durante el tratamiento las constantes vitales se alteran significativamente, parar y consultar al médico.

- Si el paciente no tolera la cantidad de tratamiento propuesto en el protocolo, el profesional debe adaptarse a la tolerancia del paciente.

- Si mediante el cough assist no se consigue evacuar las secreciones y la saturación desciende después de realizar ejercicios de ventilación, realizar una aspiración.

- Si se va a realizar el tratamiento por la traqueotomía asegurarse del tipo de cánula que es (fenestrada o no) y si lleva balón, si está hinchado o no.

7.4.6. Evaluación

Para evaluar si el protocolo mejora los objetivos marcados, cada semana se hará la exploración física que se realiza al inicio del protocolo. Como ya se ha dicho anteriormente, en ella se recoge las presiones inspiratorias y espiratorias máximas, el pico- flujo de la tos (PFT), la capacidad vital forzada (FVC), el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV1), la cantidad y calidad de las secreciones, el patrón respiratorio y la saturación de oxígeno. Mediante este registro, se podrá observar si hay mejoría en estos parámetros, y por lo tanto, mejora la función ventilatoria y la higiene bronquial.

A demás, se podrá comparar el tiempo que transcurre en la decanulación de los pacientes que siguen este tratamiento y en los que no lo siguen, y ver si se acorta. También se podrá contabilizar y comparar los casos de reanulación.

8. CONCLUSIONES

Como ya se ha dicho en diversas ocasiones en este trabajo, las complicaciones respiratorias son la primera causa de morbilidad y mortalidad en los pacientes con lesión medular (15). Por ello, es tan importante un abordaje multidisciplinar en el ámbito respiratorio.

Berney (50) ya demostró en su estudio, que un protocolo estructurado, realizado por profesionales especializados en el ámbito respiratorio, previene las complicaciones respiratorias y mejora la calidad de vida del paciente. El problema en algunos hospitales, es la falta de estos profesionales así como de protocolos de tratamiento estandarizados.

Muchas veces, no queda claro qué actos se debe realizar desde el servicio de enfermería y el de fisioterapia. Por ello, es importante el trabajo interdisciplinar y la comunicación entre los diferentes servicios. Hay diferentes acciones que pueden realizar los dos equipos en momentos distintos. Por ejemplo, la utilización del cough assist puede hacerse a demanda del paciente, por el servicio de enfermería, y luego se puede usar durante las sesiones de fisioterapia como ya se ha explicado en el protocolo.

La elaboración de un protocolo estricto de fisioterapia respiratoria resulta complicado, ya que las sesiones pueden modificarse dependiendo de las necesidades del paciente en ese momento. Por ejemplo, si tiene muchas secreciones, la sesión irá más encaminada a la movilización y expulsión de estas o en el caso, de no tener acumulación de secreciones, se podrá dedicar más tiempo al entrenamiento de la musculatura respiratoria.

Otro aspecto importante en el tratamiento respiratorio es la utilización de dispositivos electrónicos que permiten monitorizar y cuantificar el tratamiento. Esto hace que se pueda ser más preciso, y realizar un trabajo más controlado y eficaz.

El uso de aparatos que proporcionan un feedback al paciente, influye en su motivación, y por lo tanto en la mejora del trabajo respiratorio.

Finalmente, se invita a seguir investigando en el ámbito de la fisioterapia respiratoria en pacientes con lesión medular y traqueotomía, para poder determinar protocolos de actuación, utilizando las técnicas más eficaces y así mejorar la eficiencia del sistema sanitario en este aspecto.

REFERENCIAS

1. García-Araque HF, Gutiérrez-Vidal SE. Aspectos básicos del manejo de la vía aérea: anatomía y fisiología. 2015;(2):10.
2. García-Talavera I, Díaz Lobato S, Bolado PR, Villasante C. Músculos respiratorios. Arch Bronconeumol. 1 de junio de 1992;28(5):239-46.
3. WP LI and P. The respiratory system in spinal cord injury. - PubMed - NCBI [Internet]. [citado 12 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10680156>
4. Control de la respiración | Archivos de Bronconeumología [Internet]. [citado 11 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.archbronconeumol.org/es-control-respiracion-articulo-13077883>
5. García Cabrera L, Rodríguez Reyes O, Rodríguez Carballosa OB. Regulación de la respiración: organización morfofuncional de su sistema de control. MEDISAN. abril de 2011;15(4):558-67.
6. Herrera M. Fisiología respiratoria. Conceptos básicos. Iniciación a la ventilación mecánica. Puntos clave. Barcelona: Edika Med; 1997. p. 1-16.
7. Winslow C, Rozovsky J. Effect of spinal cord injury on the respiratory system. Am J Phys Med Rehabil. octubre de 2003;82(10):803-14.
8. Cámpora H, Falduti A. Evaluación y tratamiento de las alteraciones de la deglución. 2012;12:10.
9. Trastornos de la deglución y neumonía por aspiración en las enfermedades neuromusculares [Internet]. [citado 11 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-pdf-13063599>
10. Ponce M, Garrigues V, Ortiz V, Ponce J. Trastornos de la deglución: un reto para el gastroenterólogo. Gastroenterol Hepatol. 1 de octubre de 2007;30(8):487-97.
11. Sanchez I, Ferreiro A. Manual SERMEF de rehabilitación y medicina física. Madrid: Médica Panamericana; 2006. 505-19 p.
12. Gifre M, Gómez A del V, Yuguero M, Origüen ÁG i, Bosch PM. La mejora de la calidad de vida de las personas con lesión medular: la transición del centro rehabilitador a la vida cotidiana desde la perspectiva de los usuarios. Athenea Digit Rev Pensam E Investig Soc. 2010;(18):3-15.
13. Ortíz JR, Oliva YRS, García MV, Moreno LM, Armero VM. Factores clínicos y psicosociales de la rehabilitación en la lesión medular traumática. Revision Bibliográfica. MULTIMED. 1 de octubre de 2014;18(4):159-75.
14. Henao-Lema CP, Pérez-Parra JE. Lesiones medulares y discapacidad: revisión bibliográfica. Aquichan. agosto de 2010;10(2):157-72.

15. Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. Respiratory Dysfunction and Management in Spinal Cord Injury. *Respir Care*. 1 de agosto de 2006;51(8):853-70.
16. Berlly M, Shem K. Respiratory Management During the First Five Days After Spinal Cord Injury. *J Spinal Cord Med*. 2007;30(4):309-18.
17. Sezer N, Akkuş S, Uğurlu FG. Chronic complications of spinal cord injury. *World J Orthop*. 18 de enero de 2015;6(1):24-33.
18. Ayas TN, Garshick E, Lieberman LS, Wien FM, Tun C, Brown R. Breathlessness in Spinal Cord Injury Depends on Injury Level. *J Spinal Cord Med*. 1 de enero de 1999;22(2):97-101.
19. Edelle Field-Fote. *Spinal Cord Injury Rehabilitation (Contemporary Perspectives in Rehabilitation)*. 1.ª ed. F.A. Davis Company; 2009.
20. Guirgis AH, Menon VK, Suri N, Chatterjee N, Attallah E, Saad MY, et al. Early Versus Late Tracheostomy for Patients with High and Low Cervical Spinal Cord Injuries. *Sultan Qaboos Univ Med J*. noviembre de 2016;16(4):e458-63.
21. Jones TS, Burlew CC, Johnson JL, Jones E, Kornblith LZ, Biffi WL, et al. Predictors of the necessity for early tracheostomy in patients with acute cervical spinal cord injury: a 15-year experience. *Am J Surg*. 1 de febrero de 2015;209(2):363-8.
22. Martín DCV, Tebar DSÁ. PROCESO DE DECANULACIÓN EN PACIENTES TRAQUEOSTOMIZADOS. REVISION DE CASOS EN NEUROCIRUGIA. :8.
23. Villalba D, Lebus J, Quijano A, Bezzi M, Plotnikow G. Retirada de la cánula de traqueostomía. Revisión bibliográfica. *Med INTENSIVA*. 2014;8.
24. Ross J, White M. Removal of the tracheostomy tube in the aspirating spinal cord-injured patient. *Spinal Cord*. noviembre de 2003;41(11):636-42.
25. Stelfox HT, Crimi C, Berra L, Noto A, Schmidt U, Bigatello LM, et al. Determinants of tracheostomy decannulation: an international survey. *Crit Care*. 2008;12(1):R26.
26. Stelfox HT, Hess DR, Schmidt UH. A North American survey of respiratory therapist and physician tracheostomy decannulation practices. *Respir Care*. diciembre de 2009;54(12):1658-64.
27. Veelo DP, Schultz MJ, Phoa KY, Dongelmans DA, Binnekade JM, Spronk PE. Management of Tracheostomy: A Survey of Dutch Intensive Care Units. *Respir CARE*. 2008;53(12):7.
28. Bach JR, Goncalves M. Ventilator weaning by lung expansion and decannulation. *Am J Phys Med Rehabil*. julio de 2004;83(7):560-8.

29. Bach JR, Gonçalves MR, Hon A, Ishikawa Y, De Vito EL, Prado F, et al. Changing trends in the management of end-stage neuromuscular respiratory muscle failure: recommendations of an international consensus. *Am J Phys Med Rehabil.* marzo de 2013;92(3):267-77.
30. Dhand R, Johnson JC. Care of the chronic tracheostomy. *Respir Care.* septiembre de 2006;51(9):984-1001; discussion 1002-1004.
31. Bach JR, Saporito LR. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. A different approach to weaning. *Chest.* diciembre de 1996;110(6):1566-71.
32. Christopher KL. Tracheostomy decannulation. *Respir Care.* abril de 2005;50(4):538-41.
33. O'Connor HH, White AC. Tracheostomy Decannulation. *Respir CARE.* 2010;55(8):6.
34. Fernández Vaquero MA, Bartolomé Cela E, Villegas Fernández FR. Revisión de las estenosis traqueales tras intubación: a propósito de un caso. *Med Intensiva.* agosto de 2009;33(6):301-5.
35. Norwood M, Spiers P, Bailiss J, Sayers R. Evaluation of the role of a specialist tracheostomy service. From critical care to outreach and beyond. *Postgrad Med J.* agosto de 2004;80(946):478-80.
36. Claxton AR, Wong DT, Chung F, Fehlings MG. Predictors of hospital mortality and mechanical ventilation in patients with cervical spinal cord injury. *Can J Anaesth J Can Anesth.* febrero de 1998;45(2):144-9.
37. Biering-Sørensen F, Krassioukov A, Alexander MS, Donovan W, Karlsson A-K, Mueller G, et al. International Spinal Cord Injury Pulmonary Function Basic Data Set. *Spinal Cord.* junio de 2012;50(6):418-21.
38. Normativa Separ Espirometria.pdf [Internet]. [citado 13 de mayo de 2019]. Disponible en: http://www.hca.es/huca/web/enfermeria/html/f_archivos/Normativa%20Separ%20Espirometria.pdf
39. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Arch Bronconeumol.* 1 de septiembre de 2013;49(9):388-401.
40. Castellsagué J, Burgos F, Sunyer J, Barberà JA, Roca J. Prediction equations for forced spirometry from European origin populations. *Respir Med.* 1 de marzo de 1998;92(3):401-7.
41. Permanyer. Manual de Procedimientos SEPAR, 4 [Internet]. Issuu. 2004 [citado 14 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://issuu.com/separ/docs/procedimientos4>

42. Pasterkamp H, Brand PLP, Everard M, Garcia-Marcos L, Melbye H, Priftis KN. Towards the standardisation of lung sound nomenclature. *Eur Respir J*. 1 de marzo de 2016;47(3):724-32.
43. Ver detalles del Philips Threshold IMT [Internet]. Philips. [citado 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.philips.es/healthcare/product/HCHS730010/threshold-imt-entrenador-respiratorio>
44. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *J Physiother*. junio de 2013;59(2):101-7.
45. Manual SEPAR 27. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el [Internet]. issuu. [citado 17 de mayo de 2019]. Disponible en: https://issuu.com/separ/docs/manual__separ_27_tecnicas_manuales_/1
46. 20925-yl070700_+mu+alpha30_es.pdf [Internet]. [citado 22 de mayo de 2019]. Disponible en: http://www.fundacionandresmarcio.org/assets/uploads/20925-yl070700_+mu+alpha30_es.pdf
47. Clini EM, Antoni FD, Vitacca M, Crisafulli E, Paneroni M, Chezzi-Silva S, et al. Intrapulmonary percussive ventilation in tracheostomized patients: a randomized controlled trial. *Intensive Care Med*. diciembre de 2006;32(12):1994-2001.
48. Kim SM, Choi WA, Won YH, Kang S-W. A Comparison of Cough Assistance Techniques in Patients with Respiratory Muscle Weakness. *Yonsei Med J*. 1 de noviembre de 2016;57(6):1488-93.
49. Sánchez-García M, Santos P, Rodríguez-Trigo G, Martínez-Sagasti F, Fariña-González T, del Pino-Ramírez Á, et al. Preliminary experience on the safety and tolerability of mechanical “insufflation-exsufflation” in subjects with artificial airway. *Intensive Care Med Exp* [Internet]. 3 de abril de 2018 [citado 16 de mayo de 2019];6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5882479/>
50. Berney S, Bragge P, Granger C, Opdam H, Denehy L. The acute respiratory management of cervical spinal cord injury in the first 6 weeks after injury: A systematic review. *Vol. 49*. 2011. 17 p.
51. Fernández-Carmona A, Olivencia-Peña L, Yuste-Ossorio ME, Peñas-Maldonado L. Tos ineficaz y técnicas mecánicas de aclaramiento mucociliar. *Med Intensiva*. 1 de enero de 2018;42(1):50-9.

ANEXO I

ESCALA INTERNACIONAL SPINAL CORD INJURY PULMONARY BASIC DATA SET FORM

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

Date performed: YYYY/MM/DD

Pulmonary conditions present before spinal cord lesion (collected once):

- None
- Asthma
- Chronic obstructive pulmonary disease (includes emphysema and chronic bronchitis)
- Sleep apnea
- Other, specify _____
- Unknown

Smoking history:

- Never smoked
- Former smoker
- Current smoker
- Unknown

If a former smoker, which year did you quit smoking? _____

If a former or current smoker, for how many years did (have) you smoked? _____ years

If a former or current smoker, on average how many (cigarettes/cigars/pipes) do (did) you smoke on a daily basis (answer all that apply):

_____ cigarettes _____ cigars _____ pipe bowls unknown

For former or current cigarette smokers only, the number of pack-years of smoking [(average number smoked daily)/20] x (number of years smoked): _____ pack-years

Pulmonary complications and conditions after the spinal cord lesion within the last year:

- None
- Pneumonia: Number of episodes of pneumonia treated with antibiotics: _____
Number of episodes of pneumonia requiring hospitalization: _____
- Asthma
- Chronic obstructive pulmonary disease (includes emphysema and chronic bronchitis)
- Sleep apnea
- Other respiratory conditions, specify _____
- Unknown

Current Utilization of Ventilatory Assistance:

- None
- Mechanical Ventilation: Yes, less than 24 hours per day
 Yes, 24 hours per day
 Yes, unknown number of hours per day
- Diaphragmatic pacing: Date inserted: YYYY/MM/DD
- Phrenic nerve stimulation: Date inserted: YYYY/MM/DD
- Bi-level Positive Airway Pressure (BiPAP) Date started use: YYYY/MM/DD
- Other, specify _____
- Unknown

Pulmonary function tests:

Date performed: YYYY/MM/DD

Forced vital capacity (FVC): _____ Liters

Forced expiratory volume in one second (FEV1): _____ Liters

Peak expiratory flow (PEF): _____ Liters/minute

ANEXO II

IMÁGENES DE ALGUNOS DE LOS DISPOSITIVOS DE TRATAMIENTO

1. Tratamiento de la ventilación

a) Treshold IMT



b) Acapella



c) Voldyne



d) Triflow IPPV



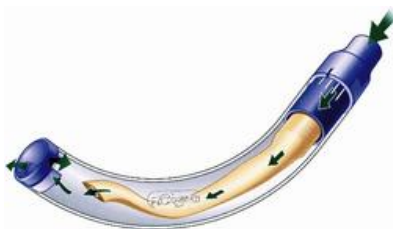
e) Flutter



f) Therahold PEP



g) RC-Cornet



h) TheraPEP



i) Dispositivos IPPB (ventilación con presión positiva intermitente (intermittent positive pressure breathing)



2. Tratamiento para la higiene bronquial (movilización de secreciones)

a) Ventilación percutánea intrapulmonar



b) Smartvest



3. Tratamiento de la tos (tos asistida)

a) Cough assist

