

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
LICENCIATURA DE TERAPIA FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



**“INTERVENCIÓN DEL TERAPEUTA FÍSICO EN LOS TRASTORNOS
RESPIRATORIOS QUE PRESENTAN PACIENTES CON ENFERMEDADES
NEUROMUSCULARES”**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA

PRESENTA:

P.L.T.F. KARINA GARCÍA HERNÁNDEZ

DIRECTORES:

M. EN S.H.O. HÉCTOR URBANO LÓPEZ DÍAZ

M.C. BENJAMIN OMAR BAÑOS MEJÍA

REVISORES:

L.T.F. ADRIANA PLATA AYALA

L.T.O. EYENI GARCÍA BERNAL

TOLUCA DE LERDO, ESTADO DE MÉXICO 2013

**“INTERVENCIÓN DEL TERAPEUTA FÍSICO EN LOS TRASTORNOS
RESPIRATORIOS QUE PRESENTAN PACIENTES CON ENFERMEDADES
NEUROMUSCULARES”**

“ A medida que envejeces ,
Descubrirás que tienes dos manos,
Una para ayudarte a ti mismo,
Y la otra para ayudar a los demás.

Andrey Hepburn.

DEDICATORIAS

A Dios por darme el maravilloso don de la vida.

A mis padres y hermano por su amor, entrega y sobre todo por luchar junto conmigo por alcanzar cada uno de mis sueños, este reconocimiento también es suyo.

A mi familia en general, por enseñarme, que para lograr algo, se debe luchar y trabajar con ahincó por ello, por dedicar tiempo a mi persona y porque gracias a ellos se que la lealtad y el apoyo debe de ser incondicional.

A mis profesores, por dedicar tiempo a cimentar con cada una de sus enseñanzas la pasión, que ahora siento por esta bella profesión.

ÍNDICE

I. MARCO TEÓRICO	1
I.1. Anatomía y Fisiología del aparato respiratorio	1
I.1.1 Anatomía de aparato respiratorio	1
I.1.1.1 Pulmones	3
I.1.2 Fisiología del sistema respiratorio	4
I.1.2.2 Difusión	5
I.1.2.3 Perfusión	5
I.1.2.4 Trabajo respiratorio	5
I.2 VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES.....	7
I.2.1 Volumen corriente (VC)	7
I.2.2 VIR (Volumen Inspiratorio de Reserva o Volumen de Reserva Inspiratoria)	7
I.2.3 VER (Volumen Espiratorio de Reserva o Volumen de Reserva Espiratoria)	7
I.2.4 VR (Volumen Residual)	8
I.2.5 CPT (Capacidad Pulmonar Total)	8
I.2.6 CV (Capacidad Vital)	8
I.2.7 CI (Capacidad Inspiratoria).....	8
I.2.8 CRF (Capacidad Residual Funcional)	8
I.3 FISIOPATOLOGÍA DE LA INSUFICIENCIA RESPIRATORIA EN LAS ENFERMEDADES NEUROMUSCULARES.....	9
I.3.1 Control ventilatorio central.....	10
I.3.2 Mecánica del sistema respiratorio	10
I.3.3 Cambio en los Volúmenes Pulmonares.....	11
I.3.4 Fatiga de los músculos respiratorios	11
I.3.5 Disfunción de las vías aéreas.....	11
I.3.6 Trastornos respiratorios durante el sueño	12
I.4. Evaluación de la función de los músculos respiratorios	12
I.4.2 Curvas flujo-volumen.....	13
I.4.3 Volúmenes pulmonares.....	13
I.4.4 Ventilación voluntaria máxima (VVM).....	13
I.5 Fisioterapia respiratoria	14

I.5.1 Técnicas de fisioterapia respiratoria.....	14
I.5.1.1 Técnicas de fisioterapia respiratoria usadas en las ENM (Enfermedades Neuromusculares).....	14
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
III. JUSTIFICACIONES.....	18
IV. OBJETIVOS.....	20
V. MATERIAL Y MÉTODO.....	21
VI. CRONOGRAMA.....	23
VII. RESULTADOS.....	24
VII.1 FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN.....	26
VII 1.1 Mecánica del Sistema Respiratorio.....	29
VII1.1.1 Volúmenes y Capacidades Pulmonares.....	32
VII.2 TRASTORNOS RESPIRATORIOS EN LAS ENFERMEDADES NEUROMUSCULARES.....	34
VII 2.1 Falla En Control Respiratorio Central.....	35
VII 2.2 Fatiga De Los Músculos Respiratorios.....	36
VII 2.3 Alteración en la Mecánica Ventilatoria.....	37
VII 2.4 Trastornos Respiratorios del de Sueño.....	38
VII 2.5 Cambio en los Volúmenes Pulmonares.....	39
VII 3. REHABILITACIÓN RESPIRATORIA.....	42
VII 3.1 Programa De Rehabilitación Respiratoria.....	43
VII 3.2 Equipo de Rehabilitación Respiratoria.....	43
VII 3.3 Rol que desempeñan los Profesionales dentro de un equipo de Rehabilitación Respiratoria.....	44
VII 3.4 Fisioterapia Respiratoria.....	46
VII 3.4.1 Técnicas de Fisioterapia Respiratoria.....	47
VII 3.4.1.1 Técnicas que Ayudan a la Permeabilización de la Vía Aérea.....	47
VII 3.4.1.2 Técnicas de Relajación.....	59
VIII CONCLUSIONES.....	68
IX RECOMENDACIONES.....	69
X BIBLIOGRAFÍA.....	70

I. MARCO TEÓRICO

I.1. Anatomía y Fisiología del aparato respiratorio

El sistema respiratorio está formado por las estructuras que realizan el intercambio de gases entre la atmósfera y la sangre. El oxígeno (O₂) es introducido dentro del cuerpo para su posterior distribución a los tejidos y el dióxido de carbono (CO₂) producido por el metabolismo celular, y después es eliminado al exterior.

El proceso de intercambio de O₂ y CO₂ entre la sangre y la atmósfera, recibe el nombre de respiración externa.

El proceso de intercambio de gases entre la sangre de los capilares y las células de los tejidos en donde se localizan esos capilares se llama respiración interna.¹

I.1.1 Anatomía de aparato respiratorio

El aparato respiratorio puede dividirse en superior e inferior. El superior está situado entre la cabeza y el cuello y lo constituyen los conductos nasales, la faringe, laringe y tráquea, estando parte de ésta última situada en el tórax.

El inferior situado en el tórax lo forman los bronquios, bronquiolos, alvéolos y tejido pulmonar. El aparato respiratorio inferior está protegido por la caja torácica que es de forma cónica y está formada por la columna vertebral en la parte posterior, esternón en la anterior y entre ambos por las costillas.

En las fases respiratorias se producen variaciones de los diámetros de la caja torácica en los planos anteroposterior (proyección hacia delante y elevación del esternón), transversal (movimiento en asa de cubo de las costillas inferiores) y vertical (descenso del diafragma).

El esqueleto y la musculatura torácica por un lado, y los pulmones por otro, constituyen dos sistemas elásticos o resortes de sentido opuesto, íntimamente

relacionados merced a las hojas pleurales. Estas hojas forman la cavidad pleural, con una presión negativa en su interior y conteniendo una pequeña cantidad de líquido seroso que disminuye la fricción entre las mismas.

La presión pleural se hace más negativa cuando actúan los músculos inspiratorios aumentando el volumen del tórax, llenándose los pulmones de aire cuya presión interna es la atmosférica²

Entre los músculos inspiratorios, responsables por tanto de la inspiración, destaca el músculo diafragma. Es, por méritos propios, el músculo más importante de toda la respiración. Está innervado por el nervio frénico procedente de la raíz IV cervical.

Forma dos cúpulas con forma abovedada que se insertan en el esternón, costillas inferiores y vértebras lumbares superiores. El movimiento de este músculo es responsable del 65% de la inspiración normal.

Otros músculos auxiliares y accesorios de la inspiración son los intercostales externos, esternocleidomastoideo, escalenos, trapecio, pectoral mayor y menor, serrato anterior y dorsal ancho. El tipo normal de respiración es la diafragmática-costal inferior. Durante la inspiración el diafragma se contrae y se aplana, los abdominales permanecen relajados y las costillas inferiores se proyectan en sentido antero-superior. La cavidad torácica y los pulmones aumentan de volumen al máximo.³

Normalmente en estado de reposo, la espiración es pasiva, y algo más prolongada que la inspiración. En una espiración forzada, sin embargo, intervienen los músculos abdominales, intercostales internos y serrato postero-inferior; las costillas inferiores se deprimen y la parte superior del tórax desciende ligeramente, disminuyendo así el volumen de los pulmones al máximo.

I.1.1.1 Pulmones

Los pulmones son los órganos esenciales de la respiración. Son ligeros, blandos, esponjosos y muy elásticos y pueden reducirse a la 1/3 parte de su tamaño cuando se abre la cavidad torácica. Durante la primera etapa de la vida son de color rosado, pero al final son oscuros y moteados debido al acúmulo de partículas de polvo inhalado que queda atrapado en los fagocitos (macrófagos) de los pulmones a lo largo de los años.

Cada pulmón tiene la forma de un semicono, está contenido dentro de su propio saco pleural en la cavidad torácica, y está separado uno del otro por el corazón y otras estructuras del mediastino. El pulmón derecho es mayor y más pesado que el izquierdo y su diámetro vertical es menor porque la cúpula derecha del diafragma es más alta, en cambio es más ancho que el izquierdo porque el corazón se abomba más hacia el lado izquierdo⁴

El pulmón izquierdo está dividido en un lóbulo superior, que presenta la escotadura cardíaca en donde se sitúa el corazón, y un lóbulo inferior. El pulmón derecho está dividido en tres lóbulos: superior, medio e inferior.²

Cada pulmón presenta un vértice, una base y dos caras. El vértice es el polo superior redondeado de cada pulmón y se extiende a través de la abertura superior del tórax, por encima de la 1ª costilla. La base o cara diafragmática es cóncava y en forma de semiluna y se apoya en la superficie convexa del diafragma que separa al pulmón derecho del hígado y al pulmón izquierdo del hígado, estómago y bazo.³

El hilio de cada pulmón se encuentra cerca del centro de la cara interna, está rodeado por pleura y es la zona por donde pasan las estructuras que entran y salen de cada pulmón (arterias, venas, bronquios, nervios, vasos y ganglios linfáticos) formando los pedículos pulmonares que también están rodeados por pleura.

Pleura: Son membranas serosas, es decir que tapizan una cavidad corporal que no está abierta al exterior y recubren los pulmones.

Hay 2 pleuras en cada lado. Cada pulmón está cubierto completa e íntimamente por una membrana serosa, lisa y brillante llamada pleura visceral. La cavidad torácica está cubierta por otra membrana serosa llamada pleura parietal. El espacio virtual que hay entre ambas pleuras se llama cavidad pleural. Las cavidades pleurales de cada lado son 2 espacios no comunicados entre sí y cerrados herméticamente en los que existe una capa muy fina de líquido seroso lubricante secretado por el mesotelio, el líquido pleural, cuya misión es reducir el roce entre las capas parietal y visceral de cada lado para que no haya interferencias con los movimientos respiratorios.⁴

I.1.2 Fisiología del sistema respiratorio

La función primaria del aparato respiratorio es el intercambio de gases entre el aire inspirado y la sangre capilar alveolar. Devolverá a la sangre venosa el oxígeno que han cedido a los tejidos y depurará el exceso de anhídrido carbónico.

Este intercambio se realiza mediante la ventilación, distribución, perfusión pulmonar y difusión:

Proceso de movilización del aire inspirado en el compartimento del gas alveolar. En una respiración normal el volumen de ventilación es de medio litro. Sin embargo, debido a que el volumen de las vías aéreas es de 150 ml (espacio muerto anatómico), solo 350 ml. Alcanzan los alvéolos. Siendo la frecuencia respiratoria normal de 15 veces por minuto, el volumen-minuto respiratorio es aproximadamente de 5 litros.

La ventilación está regulada por el centro respiratorio, situado en la protuberancia y bulbo, y éste es muy sensible a la composición química de la sangre, es decir al contenido de oxígeno y anhídrido carbónico. Dicho centro respiratorio se excita por:

- Aumento de anhídrido carbónico en sangre (ésta es la causa más importante).
- Disminución de oxígeno en sangre.

- Disminución de pH (acidosis).
- Aumento de la temperatura corporal.
- Aumento consciente o artificial ejerciendo una presión positiva desde el exterior por medio de un ventilador o por presión ejercida en el tórax por el fisioterapeuta.

Pero también, dicho centro respiratorio puede deprimirse por el sueño, anestésicos y narcóticos, enfermedad o por hiperventilación pulmonar (exceso de oxígeno); y también, por supuesto de manera patológica por varias enfermedades.

I.1.2.2 Difusión

Paso de O₂ y CO₂, a través de la membrana alveolar y se realiza por un proceso de difusión simple, de una región de presión parcial elevada a una de baja presión.

I.1.2.3 Perfusión

Mecanismo por el cual el corazón aporta sangre a la membrana alvéolo-capilar para que allí tome el O₂ alveolar. Se realiza a partir de las arterias pulmonares. En condiciones normales se mantiene un equilibrio entre perfusión y ventilación. Los capilares que rodean a los alvéolos reciben sangre no oxigenada de la aurícula y ventrículo derechos vía arteria pulmonar. Después de oxigenarse, la sangre se dirige hasta la aurícula y ventrículo izquierdos por las venas pulmonares y desde aquí a la circulación general.

Para realizar correctamente la oxigenación de la sangre es necesario que haya suficiente flujo sanguíneo para absorber el oxígeno, y, por ello, es importante la relación entre ventilación y circulación. Los trastornos respiratorios son circunstancias que impiden un transporte adecuado dentro y fuera de los pulmones (intercambio), lo que origina una retención de CO₂ y una disminución de O₂.

I.1.2.4 Trabajo respiratorio

Los dos factores que tienen la mayor influencia en la cantidad de trabajo necesario para respirar son:

- Expansibilidad o compliance de los pulmones
- Resistencia de las vías aéreas al flujo del aire

Expansibilidad o Compliance: Habilidad de los pulmones para ser estirados o expandidos. Un pulmón que tiene una compliance alta significa que es estirado o expandido con facilidad, mientras uno que tiene una compliance baja requiere más fuerza de los músculos respiratorios para ser estirado. La compliance es diferente a la elasticidad pulmonar. El hecho de que un pulmón sea estirado o expandido fácilmente (alta compliance) no significa necesariamente que volverá a su forma y dimensiones originales cuando desaparece la fuerza de estiramiento. Como los pulmones son muy elásticos, la mayor parte del trabajo de la respiración se utiliza en superar la resistencia de los pulmones a ser estirados o expandidos.

Las fuerzas que se oponen a la compliance o expansión pulmonar son dos:

La elasticidad de los pulmones ya que sus fibras elásticas resultan estiradas al expandirse los pulmones y como tienen tendencia a recuperar su forma y dimensiones originales, los pulmones tienden continuamente a apartarse de la pared torácica; la tensión superficial producida por una delgada capa de líquido que reviste interiormente los alvéolos, que incrementa la resistencia del pulmón a ser estirado y que, por tanto, aumenta el trabajo respiratorio para expandir los alvéolos en cada inspiración.

La resistencia de las vías aéreas al flujo del aire: Entre los factores que contribuyen a la resistencia de las vías respiratorias al flujo del aire son:

- Longitud de las vías
- Viscosidad del aire que fluye a través de las vías
- Radio de las vías

La longitud de las vías respiratorias es constante y la viscosidad del aire también es constante en condiciones normales, de modo que el factor más importante en la resistencia al flujo del aire es el radio de las vías respiratorias. Si no hay una patología de estas vías que provoque un estrechamiento de las

mismas, la mayor parte del trabajo realizado por los músculos durante la respiración normal tranquila se utiliza para expandir los pulmones y solamente una pequeña cantidad se emplea para superar la resistencia de las vías respiratorias.⁵

I.2 VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES

El volumen de gas en los pulmones, depende en cualquier momento de la mecánica de estos, al igual que de la pared torácica y de la actividad de los músculos de la inspiración y espiración. El volumen pulmonar puede alterarse por procesos patológicos y fisiológicos.

En general los volúmenes pulmonares se expresan a la temperatura del cuerpo y presión ambiental y saturación del vapor de agua.

Existen cuatro volúmenes pulmones estándar y cuatro capacidades pulmonares estándar que constan de dos o más volúmenes en combinación. (Figura 1)

I.2.1 Volumen corriente (VC)

Se denomina volumen corriente al volumen movilizado en cada respiración normal y tranquila (eupnea). Es de aproximadamente 500 ml. Equivale al 3% del peso corporal ideal. (Figura 1)

I.2.2 VIR (Volumen Inspiratorio de Reserva o Volumen de Reserva Inspiratoria)

El volumen de reserva inspiratoria es el máximo volumen de aire que puede ser inspirado a partir del volumen corriente, es decir, el volumen que puede inhalarse al final de una inspiración normal: es aproximadamente 3.1 litros. Equivale aproximadamente al 50% de la capacidad pulmonar (CPT). (Figura 1)

I.2.3 VER (Volumen Espiratorio de Reserva o Volumen de Reserva Espiratoria)

Es el máximo volumen de aire que puede ser espirado durante una espiración forzada máxima, es decir, es el volumen evaluado a partir de finalizar la

espiración tranquila. Equivale a cerca del 20% de la capacidad pulmonar total con un volumen de 1.2 litros. (Figura 1).

I.2.4 VR (Volumen Residual)

El volumen residual es el volumen de aire que permanece en el pulmón después de una espiración máxima. El aumento de este valor indica atrapamiento aéreo y su ausencia provocara que los pulmones se colapsaran. En condiciones normales es de 1.2 litros y equivale al 20 % de la capacidad pulmonar total aproximadamente. (Figura 1)

I.2.5 CPT (Capacidad Pulmonar Total)

Es la máxima cantidad de aire que albergan los pulmones después de una inspiración forzada, que es de aproximadamente 6 litros. Es la suma del volumen corriente (VC), el Volumen Inspiratorio de Reserva (VIR). El volumen espiratorio de reserva (VER) y el volumen residual. (Figura 1)

I.2.6 CV (Capacidad Vital)

Se denomina capacidad vital al volumen de aire capaz de ser movilizado por los pulmones. Es la suma del volumen corriente (VC), el volumen de reserva inspiratoria (VIR) y el volumen espiratorio de reserva (VER). Es de aproximadamente 4.8 litros y equivale cerca del 80 % de la capacidad pulmonar total. (Figura 1)

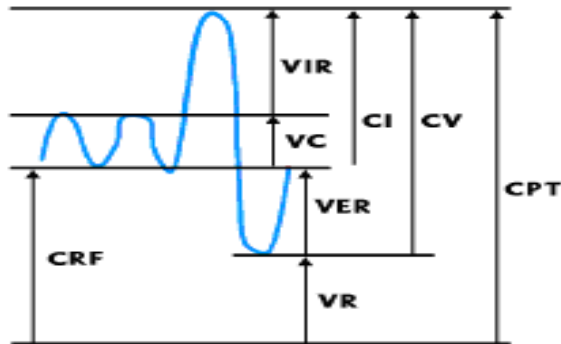
I.2.7 CI (Capacidad Inspiratoria)

La Capacidad Inspiratoria es la suma del volumen corriente (VC) y el Volumen de Reserva Inspiratoria (VIR). En términos de la espiración corresponde al máximo volumen que puede inhalarse después de una espiración normal. Su valor es de aproximadamente 33.6 litros y equivale al 60% de la capacidad pulmonar total. (Figura 1)

I.2.8 CRF (Capacidad Residual Funcional)

La capacidad residual funcional es la cantidad de aire que permanece en los pulmones después de una espiración normal. Corresponde a la sumatoria del Volumen Espiratorio de Reserva y el Volumen Residual. Esta cantidad varía según la postura, la grasa corporal, o la actividad física y esta mezcla de gases se renueva constantemente por el volumen ventilatorio. (Figura 1).⁶

Figura 1 Volúmenes y Capacidades Pulmonares



www.glogster.com

I.3 FISIOPATOLOGÍA DE LA INSUFICIENCIA RESPIRATORIA EN LAS ENFERMEDADES NEUROMUSCULARES

La insuficiencia respiratoria es la expresión del fracaso ventilatorio que se establece en el curso evolutivo de algunas ENM. Por un lado, puede presentarse de forma aguda al inicio de la enfermedad; en estos casos la debilidad de los músculos respiratorios condicionará una rápida y progresiva disminución de la capacidad vital y la aparición de hipoventilación alveolar (descenso de la ventilación alveolar debido a una baja eliminación de dióxido de carbono, y posteriormente a una mínima entrada de oxígeno).

Estos episodios agudos pueden remitir de forma completa o incompleta, lo que conducirá a una insuficiencia respiratoria crónica.

Por otro lado, la insuficiencia respiratoria puede establecerse de forma progresiva, con la evolución de la enfermedad; entonces, además de la debilidad de los músculos respiratorios, también participarán las alteraciones de la mecánica pulmonar y de la caja torácica, la disfunción del control ventilatorio central, los trastornos respiratorios durante el sueño y la ineficacia de la tos para el drenaje de secreciones.⁷

El 90% de los episodios de insuficiencia respiratoria en estas enfermedades ocurren en el transcurso de una infección benigna del tracto respiratorio más que como consecuencia de hipercapnia (retención de anhídrido carbónico, elevación del Pco₂ arterial >43 mm Hg.) progresiva, casi siempre con un parénquima pulmonar subyacente sano.⁸

Con independencia de la forma de presentación clínica, la insuficiencia respiratoria en las ENM tiene su origen en la debilidad de los músculos respiratorios, causada por la afección intrínseca de los mismos y por la fatiga muscular como consecuencia del aumento del trabajo respiratorio y la distorsión mecánica que tienen que soportar.⁹

A continuación se describen brevemente los diferentes mecanismos fisiopatológicos implicados en el fracaso funcional de los músculos respiratorios, de los que existen diversas revisiones más extensas.

I.3.1 Control ventilatorio central

Los pacientes con ENM presentan cambios en el control central de la ventilación que se pueden considerar adaptativos y que reflejan, fundamentalmente, la respuesta del organismo a un sistema muscular ineficaz.

La debilidad de los músculos respiratorios conduce a desarrollar hipoventilación alveolar a través de un patrón ventilatorio rápido y superficial.¹¹

La hipoventilación central se instaura para evitar o disminuir la fatiga muscular derivada de la sobrecarga de trabajo a que están sometidos los músculos respiratorios, ya que éstos llevan a cabo su actividad frente a un pulmón menos distensible y una caja torácica con deformidades.

No se sabe con exactitud cuáles son los circuitos que permiten que el centro respiratorio detecte la debilidad muscular y establezca como respuesta el aumento del impulso respiratorio central, pero se apuntan dos posibles explicaciones:

1° Los músculos debilitados generan una menor tensión, lo que estimularía a las motoneuronas respiratorias a través de los husos neuromusculares y los órganos tendinosos de Golgi.

2° La debilidad muscular produciría una disminución del volumen corriente, lo que generaría reflejos vagales que podrían estimular los centros respiratorios.¹²

I.3.2 Mecánica del sistema respiratorio

Los cambios que se producen en la mecánica del sistema respiratorio de los pacientes con ENM (Enfermedades Neuromusculares) son la disminución de la distensibilidad pulmonar y de la caja torácica, y los movimientos paradójicos del tórax.

La debilidad muscular crónica conduce a una disminución de la distensibilidad tanto del pulmón como de la caja torácica. La menor distensibilidad pulmonar puede deberse a microatelectasias (en relación con la imposibilidad de insuflar de forma adecuada los pulmones); a un aumento de la tensión superficial alveolar (por respirar a un volumen corriente bajo); a una alteración de las

propiedades elásticas del tejido pulmonar (en relación con una actividad física persistentemente limitada), y por último, al incremento del fluido peribronquial e intersticial.¹³

La alteración de las propiedades mecánicas de la caja torácica está en relación con la anquilosis de las articulaciones costovertebrales y costoesternales, como consecuencia de la disminución de las excursiones respiratorias a causa de la propia debilidad muscular y por el hecho de que estos pacientes tienen menos requerimientos ventilatorios, debido a su inactividad física así como al desarrollo de cifoscoliosis en el curso evolutivo de algunas enfermedades¹⁴

I.3.3 Cambio en los Volúmenes Pulmonares

Los volúmenes pulmonares estáticos son un reflejo de la fuerza de los músculos respiratorios, ya que son el resultado del balance entre las fuerzas elásticas del pulmón y las de la caja torácica.

Las ENM habitualmente presentan un patrón restrictivo, y el efecto característico de la debilidad crónica de los músculos respiratorios sobre los volúmenes pulmonares estáticos es la disminución de la capacidad vital, que disminuirá paralelamente a la progresión clínica de la enfermedad.

Inicialmente esto se atribuyó únicamente al efecto directo de la debilidad de los músculos respiratorios, pero en algunos enfermos se observó que la disminución de la capacidad vital era desproporcionada respecto al grado de debilidad muscular, lo que podría explicarse por factores coadyuvantes, como la presencia de escoliosis, neumonía, insuficiencia cardíaca o alteraciones en la mecánica pulmonar y la caja torácica.¹⁵

I.3.4 Fatiga de los músculos respiratorios

La debilidad de los músculos respiratorios es la principal causa del fracaso respiratorio en las ENM y está en relación con diversos factores: lesión de la unidad motora por la propia enfermedad; cambios en las condiciones físicas de las fibras musculares; alteraciones de la mecánica del sistema respiratorio; variaciones de las condiciones metabólicas del músculo por la hipoxemia (disminución en la saturación de oxígeno en la sangre) y un menor aporte de nutrientes muy frecuente en estos enfermos.¹⁶

Todos estos factores hacen que los músculos respiratorios sean incapaces de generar la fuerza óptima para mantener la ventilación; así, la progresión de dicha debilidad muscular conducirá inevitablemente a la fatiga.¹⁷

I.3.5 Disfunción de las vías aéreas

A pesar de que las propiedades intrínsecas de la vía aérea inferior son normales, su función está alterada a causa de la debilidad de los músculos espiratorios, de manera que las presiones pleurales generadas en el esfuerzo

de la tos están disminuidas, lo que hace que el aclaramiento de secreciones bronquiales sea defectuoso.

Por otro lado, el compromiso de los músculos de la vía aérea superior produce un incremento de la resistencia en la propia vía, lo que favorece la aparición de apneas e hipopneas obstructivas durante el sueño.

I.3.6 Trastornos respiratorios durante el sueño

Estos trastornos tienen relevancia clínica en un 42% de los pacientes con ENM; a pesar de ello, únicamente un 5% se diagnostica y trata por problemas respiratorios, y un 1,7%, por trastornos específicos de la respiración durante el sueño.¹⁸

Además, en estos enfermos se produce la interacción de los cambios fisiológicos normales durante el sueño y los de un sistema neuromuscular comprometido, lo que lleva al fracaso ventilatorio con repetidos episodios de hipoxemia durante el sueño y su fragmentación.¹⁹⁻²⁰

I.4. Evaluación de la función de los músculos respiratorios

Las complicaciones respiratorias de las enfermedades neuromusculares dependerán del grado de afección muscular, así como de la progresión de la enfermedad.

A pesar de esto, la sintomatología respiratoria a menudo no se correlaciona con el grado de compromiso respiratorio ni con la gravedad de la enfermedad, de modo que será necesario incluir pruebas de función pulmonar en las evaluaciones sistemáticas de estos pacientes con el fin de disponer de datos objetivos que permitan detectar de forma temprana el fallo ventilatorio.²¹

Disponer de datos del estado funcional del aparato respiratorio de estos enfermos no siempre será sencillo, ya que la mayoría de las técnicas requieren colaboración por parte del paciente y resultan difíciles de realizar por la debilidad de los músculos faciales.²²

Además, de forma reciente se ha publicado un extenso documento de consenso de la American Thoracic Society sobre las diferentes pruebas que permiten la evaluación funcional de los músculos respiratorios.²³

I.4.1 Espirometría forzada

El parámetro espirométrico más importante que se debe tener en cuenta en estas enfermedades es la capacidad vital, ya que refleja la capacidad de los músculos inspiratorios y espiratorios. A pesar de esto, la espirometría no es un marcador sensible de la debilidad muscular, ya que la capacidad vital no caerá por debajo de los valores normales hasta que la fuerza muscular esté gravemente comprometida y las presiones máximas en la boca sean iguales o inferiores al 50% del valor de referencia.

Por el contrario, la maniobra de la capacidad vital es muy reproducible, por lo que será un parámetro útil en el seguimiento evolutivo cuando la debilidad muscular establecida sea ya muy grave, de modo que la hipoventilación alveolar será evidente cuando la capacidad vital sea inferior a 1, 5 Litros o a un 50% del valor de referencia.

También es útil la comparación de la capacidad vital en sedestación y en decúbito supino, de modo que una disminución del 25% de ésta en supino es indicativa de debilidad del diafragma.²⁴

I.4.2 Curvas flujo-volumen

Vinken y colaboradores identificaron cuatro patrones característicos de los pacientes con debilidad de los músculos respiratorios: disminución del flujo pico espiratorio; disminución de la pendiente ascendente de la curva espiratoria máxima; caída brusca del flujo espiratorio forzado cerca del volumen residual, y disminución del flujo inspiratorio al 50% de la capacidad vital.

A cada uno de ellos se le asignó un valor numérico para calcular una puntuación que permitió predecir la debilidad muscular, con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 80%. Este método puede ser útil para evaluar el compromiso de los músculos de la vía aérea superior.²⁵

I.4.3 Volúmenes pulmonares

Permiten evaluar el balance entre la distensibilidad del pulmón, la caja torácica y los músculos que los movilizan.

Las ENM muestran un patrón restrictivo, con disminución de la capacidad pulmonar total secundaria a la de la capacidad inspiratoria debido a la debilidad de los músculos inspiratorios. Por otro lado, la debilidad de los músculos espiratorios conduce a la disminución del volumen de reserva espiratoria y al incremento del volumen residual. El incremento del volumen residual es uno de los primeros indicadores de debilidad muscular en las ENM.

I.4.4 Ventilación voluntaria máxima (VVM)

Evalúa la resistencia de los músculos respiratorios y puede detectar fatiga de forma más temprana que otras pruebas de esfuerzo más complejas. No es una prueba pura de resistencia, ya que está influida por otros factores como la resistencia de la vía aérea, la distensibilidad del sistema respiratorio y el esfuerzo del individuo. A pesar de estas limitaciones, en un grupo de pacientes que presentaba fundamentalmente esclerosis lateral amiotrófica se comprobó que la disminución de la VVM es un indicador temprano de debilidad muscular, que se correlaciona con la progresión de la enfermedad.

I.4.5 Fuerza de los músculos respiratorios

La debilidad de los músculos respiratorios es la principal causa del fracaso ventilatorio en las ENM, de ahí la necesidad de disponer de pruebas que permitan evaluar su estado.²⁶

Aunque, a pesar de que la determinación de la presión estática máxima en boca (PI_{máx}, PE_{máx}) es la técnica más utilizada para evaluar la fuerza de los músculos respiratorios en el control evolutivo de las ENM, la fiabilidad de esta prueba en esos enfermos es objeto de controversia, ya que existen diversos factores que influyen en los resultados, como las diferencias en el modo de llevar a cabo la técnica; la motivación y la colaboración del paciente; el patrón de reclutamiento de los músculos respiratorios; la debilidad de los músculos faciales, y el volumen pulmonar al que se inicia la maniobra.

A pesar de estas limitaciones, diversos estudios han corroborado el hecho que en las ENM la debilidad de los músculos respiratorios se traduce en una disminución de la PI_{máx} y PE_{máx} como consecuencia del efecto directo de la propia debilidad muscular y de los cambios que ésta condiciona en los volúmenes pulmonares (disminución de la capacidad pulmonar total e incremento del volumen residual).²⁷

I.5 Fisioterapia respiratoria

Fisioterapia Respiratoria es sólo uno de los componentes de un programa que incluye la rehabilitación respiratoria.

Una serie de técnicas cuyo objetivo general es mejorar la ventilación regional, el intercambio de gases, la función de los músculos respiratorios, la disnea, la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud.

En concreto, las técnicas de FR (Fisioterapia Respiratoria) se centran en: mejorar el aclaramiento mucociliar, optimizar la función respiratoria (mediante el incremento de la eficacia del trabajo de los músculos respiratorios y la mejora de la movilidad de la caja torácica).

El objetivo terapéutico en el fallo ventilatorio de las ENM es corregir la hipoventilación alveolar crónica y sus consecuencias, a corto y largo plazo.

La condición previa a la terapia respiratoria es un conocimiento de la fisiopatología, el cuadro clínico y la exploración de la respiración.²⁸

I.5.1 Técnicas de fisioterapia respiratoria

Existen técnicas pasivas, que son practicadas por un fisioterapeuta o un familiar adiestrado, y técnicas activas, realizadas por el enfermo sin la ayuda de otra persona, haciendo uso o no de instrumentos mecánicos.²⁹

I.5.1.1 Técnicas de fisioterapia respiratoria usadas en las ENM (Enfermedades Neuromusculares)

Las técnicas que se utilizan en el fallo respiratorio de las enfermedades neuromusculares tienen como objetivo drenar secreciones y mantener la función ventilatorio.

Para alcanzar los dos objetivos se pueden utilizar las siguientes técnicas de fisioterapia.²⁸

1) Drenaje autógeno: Se trata de una modificación de la técnica de espiración forzada. El ciclo completo consta de 3 fases: despegamiento periférico de las mucosidades, acumulación de secreciones en las vías aéreas de mediano y gran calibre y su expulsión.

El paciente realiza inspiraciones lentas y profundas a través de la nariz para humidificar y calentar el aire, así como evitar el desplazamiento distal de las secreciones; una apnea de 2-3 s y espiraciones moderadamente forzadas a flujos mantenidos con la glotis y la boca abiertas, evitando la tos.

El despegamiento se consigue con espiraciones a volumen de reserva espiratorio, la acumulación con espiraciones a volumen corriente y la expulsión con espiraciones a volumen de reserva inspiratorio. De este modo la mucosidad progresa desde las vías aéreas más distales hasta las centrales.

La complejidad de la técnica exige un elevado grado de atención, comprensión, aprendizaje y tiempo en su realización, aunque se acompaña de menos efectos adversos (broncospasmo, desaturación).

2) Elpr (espiración lenta prolongada): Tiene como objetivos, aliviar los cuadros de disnea, disminuir el trabajo respiratorio y aumentar la ventilación alveolar.

Cuando se espira contra una resistencia se produce un aumento en la presión de la vía aérea de forma retrógrada, esta presión puede actuar en la expansión de las vías aéreas y mejorar la ventilación colateral por lo que aumenta la ventilación, también puede disminuir el colapso prematuro y el atrapamiento aéreo, disminuye la frecuencia respiratoria y mejora la oxigenación arterial.²⁹

3) Tos asistida Manual: Si, como antes se ha escrito, los músculos inspiratorios de algunos pacientes con ENM (Enfermedades Neuromusculares) son incapaces de realizar la inspiración profunda que antecede a la tos, y los espiratorios carecen de la fuerza necesaria para provocar una salida explosiva del aire que arrastre las secreciones, resulta adecuado plantearse procedimientos que asistan el trabajo de estos músculos debilitados.

Esta situación podría definirse cuando la VC está por debajo de 1.000-1.500 ml, o cuando el PCF es menor de 4,5 l/s en situación de estabilidad. La tos asistida manual (TAM) permite llegar a triplicar el valor del PCF. En los pacientes con menos de 1,5 l de VC y buena función bulbar, la TAM comienza con una inspiración máxima seguida de la retención del aire cerrando la glotis. Cuando se ha alcanzado la MIC, el cuidador presiona con sus manos el tórax, el abdomen o ambos mediante un golpe coordinado con la apertura final de la glotis y el máximo esfuerzo espiratorio. Esta técnica requiere un paciente cooperador, con buena coordinación y adecuado esfuerzo físico, además de aplicaciones frecuentes.²⁷

4) Ejercicios de expansión torácica: Se llevan a cabo con la realización de inspiraciones máximas sostenidas mediante una apnea breve al final de aquéllas, seguidas de una espiración lenta pasiva.

En los niños más pequeños se recurre a la risa y el llanto. En los pacientes ventilados se emplea la hiperinsuflación manual. Se pueden emplear incentivadores.

5) Control de la respiración, respiración diafragmática: Son períodos de respiración lenta a volumen corriente con relajación de los músculos accesorios respiratorios y ventilación con el diafragma, intercalados entre técnicas más activas con el fin de permitir la recuperación y evitar el agotamiento.

6) Percusión torácica: Golpeteo repetido con la punta de los dedos en lactantes, la mano hueca en niños mayores o una mascarilla hinchable sobre las distintas zonas del tórax. Se combina con el drenaje postural.

7) Vibración torácica: Se aplican las manos, o las puntas de los dedos, sobre la pared torácica y sin despegarlas se genera una vibración durante la espiración. Se combina con la compresión y el drenaje postural.²⁹

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

II.1 Argumentación

Los trastornos neuromusculares constituyen un grupo de enfermedades que afectan cualquiera de los componentes de la unidad motora, es decir, la unidad funcional constituida por el cuerpo de la motoneurona del asta anterior de la médula espinal, su axón (nervio periférico) y todas las fibras musculares inervadas por esta.

Por esta razón constituyen también una de las principales causas de presencia de trastornos respiratorios.

Las causas de estos trastornos incluyen la debilidad de los músculos directamente afectados por la enfermedad, alteración en los mecanismos respiratorios y ocasionalmente problemas con el control central de la respiración.

El 70 % de las personas que presentan una enfermedad neuromuscular mueren a causa de una complicación de carácter neumológico.

Este trabajo nace de la inquietud de conocer en base a un análisis bibliográfico cual es la intervención que tiene el terapeuta físico en las distintas deficiencias que presenta un paciente que padece algún tipo de enfermedad neuromuscular y si con esta se obtiene algún beneficio favorable.

Sabiendo que el terapeuta físico es un profesional que pertenece al área de la salud, es de suma importancia conocer esta información, para saber cómo abordar las deficiencias que presenta el aparato respiratorio en las enfermedades neuromusculares.

II.2 Pregunta de investigación:

¿Cuál es la intervención que otorga el terapeuta físico en los trastornos respiratorios que presentan los pacientes que padecen algún tipo de enfermedad neuromuscular?

III JUSTIFICACIONES

III.1 Académica

Para que los terapeutas físicos, puedan encontrar información precisa, objetiva y veraz sobre la intervención fisioterapéutica, que se puede otorgar en pacientes con alteraciones de carácter respiratorio presentes en las enfermedades neuromusculares.

En base a esta información tomar la decisión de que técnica, es la más apropiada para su paciente y por consiguiente a este, se le proporcione un mejor pronóstico y mejore su calidad de vida.

Poder obtener un título de Licenciado en Terapia Física y ofrecer un servicio a la sociedad.

III.2 Económica

El manejo de fisioterapia pulmonar mejora la calidad de vida del paciente neuromuscular disminuyendo el tiempo de hospitalización y el uso de medicamentos.

III. 3 Social

El saber cómo manejar de una manera eficaz, a una persona con trastornos respiratorios presentes en las enfermedades neuromusculares, ayudara a mejorar su calidad de vida.

IV. OBJETIVOS

IV.1 Objetivo General

Describir a través de evidencia bibliográfica, la intervención que tiene el terapeuta físico en el tratamiento de las afecciones respiratorias, en los pacientes con enfermedades neuromusculares

IV.2 Objetivos Específicos

1. Recabar información sobre los trastornos respiratorios más comunes en las enfermedades neuromusculares.
2. Describir cada una de las técnicas de fisioterapia respiratoria que son más utilizadas y cuáles son las más útiles para este tipo de pacientes.
3. Describir los beneficios a corto y largo plazo que se obtienen al otorgar fisioterapia respiratoria en pacientes que padecen alguna enfermedad neuromuscular.
4. Describir el papel que tiene el terapeuta físico dentro de la rehabilitación respiratoria.
5. Describir las acciones que implementa el terapeuta físico para prevenir complicaciones a corto y largo plazo en pacientes con patología neuromuscular con alteración de la mecánica ventilatoria.

V. MATERIAL Y MÉTODO

V. 1 Diseño del Estudio

La presente revisión bibliográfica de tipo descriptiva, es un trabajo de tipo documental se llevo a cabo en varias partes.

Se tomo literatura de manera tangible o intangible que abordan temas sobre los trastornos respiratorios más comunes en las enfermedades neuromusculares y de a intervención que tiene el terapeuta físico sobre estos.

Una vez que se obtuvieron la literatura se procedió a su lectura y posteriormente a realizar un análisis de estos, para posteriormente llevar a cabo un resumen.

Se vaciaron los datos en un Documento de Microsoft Office Word, y por último se le dio una continuidad a los mismos, dando como resultado, la presenta investigación.

V. 2 Universo de Trabajo y Muestra

Este trabajo se constituyo principalmente de datos extraídos, de libros, artículos de revisión, guías, programas y estudios de revisión (publicados principalmente en revistas médicas especializadas), que cumplieran con:

Criterios de inclusión:

Bibliografía que contenga información sobre la patología, etiología de las enfermedades neuromusculares más comunes.

Bibliografía que contenga información sobre Rehabilitación Respiratoria

Que estos se encuentren completos y actualizados

Que estén impresos o en electrónico

Artículos, programas, textos que se encuentren en Internet y que sean confiables.

Bibliografía que se encuentre en idioma ingles y español.

Se excluyeron toda aquella literatura que cumplan con los siguientes criterios:

No estén vigentes

No estén completos

No se encuentren en idioma ingles o español

No se información confiable

Se elimino toda aquella literatura que no contuviera información relevante y confiable acerca de los trastornos respiratorios, y/o la intervención del terapeuta físico sobre estos.

V. 3 Desarrollo del Proyecto

La siguiente investigación de tipo documental, se desarrollo en tres etapas como ya se explico anteriormente, En la primera se busco la literatura, después se clasifico, obteniendo solo aquellos que cumplieron son los criterios de inclusión, como segundo punto se prosiguió son su lectura, para después desarrollar un análisis y concluir con un resumen. En la tercera etapa se vaciaron los datos en un documento de Word.

V.4 Diseño del Análisis

Una vez que se tiene el análisis y el resumen de cada uno de los textos tangibles o intangibles, se lleva a cabo el vaciamiento en un documento, dándole coherencia y continuidad, lo que do por resultado el siguiente trabajo.

VI. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Realización del protocolo	X						
Presentación del protocolo		X					
Búsqueda de la información		X	X				
Revisión de la información			X	X			
Redacción del trabajo				X	X		
Corrección del trabajo					X	X	
Entrega del trabajo							X

VII. RESULTADOS

Para la búsqueda de datos se tomaron en cuenta bases de datos como lo fueron: Pub Med, MEDLINE, Medigraphic, Archivos de Bronconeumologia, Google, Scielo, y Libros con temas de búsqueda que fueron: Enfermedades Neuromusculares, Trastornos/ Deficiencias Respiratorias en las enfermedades neuromusculares, Intervención del Terapeuta Físico en las Enfermedades Respiratorias, Fisioterapia Respiratoria, sin importar año de publicación.

Tema: Enfermedades Neuromusculares

Fuente	Resultados
PubMed	23
MEDLINE	64
ELSEVIER	1274
Scielo	1700
Arch. Bronconeumologia	0
Medigraphic	2
Google	346,000
Otros	1

Tema: Fisioterapia Respiratoria

Fuente	Resultados
PubMed	0
MEDLINE	99
ELSEVIER	670
Scielo	2030
Arch. Bronconeumologia	5
Medigraphic	0
Google	346,000
Otros	3

Tema: Trastornos/ Deficiencias Respiratorias en las Enfermedades Neuromusculares

Fuente	Resultados
PubMed	15
MEDLINE	0
ELSEVIER	1321
Scielo	529
Arch. Bronconeumologia	0
Medigraphic	0
Google	1580
Otros	1

Tema: Intervención del Terapeuta Físico en las Enfermedades Respiratorias

Fuente	Resultados
PubMed	0
MEDLINE	5
ELSEVIER	456
Scielo	120
Arch. Bronconeumologia	6
Medigraphic	0
Google	121,000
Otros	1

A partir de ahí se descarto la información proveniente de referencias como lo eran Google y Scielo, porque la mayoría de la bibliografía contenida en estos sitios no era confiable y se eliminaron también todos aquellos artículos que no cumplían con la vigencia de un periodo no mayor a 5 años, dándole un rango mayor a los libros por ser revisiones bibliográficas confiables.

Se comienza con la redacción de un texto, porque uno de los principales objetivos es la de recabar información sobre los principales trastornos respiratorios que presentan las enfermedades neuromusculares.

VII.1 FISIOLÓGÍA DE LA RESPIRACIÓN

El sistema nervioso ajusta la velocidad de la ventilación alveolar casi exactamente con las demandas del organismo, de modo que la generación y el mantenimiento del ritmo respiratorio normal requieren de un tono mínimo, que mantiene la excitabilidad de las neuronas respiratorias.³⁰

Este tono puede aumentar a través de la activación de los sistemas de alerta, o a través de los quimiorreceptores centrales o periféricos sensibles a los cambios de PaO₂, PaCO₂ o ambos, como así también de las aferencias de los mecanorreceptores respiratorios. La actividad coordinada de “de estos receptores sensitivos son esenciales” para la respiración y ventilación, pero también para la vocalización, la deglución, la tos y el vómito.³¹

El “centro respiratorio” está compuesto por varios grupos ampliamente dispersos de neuronas localizadas bilateralmente en el bulbo raquídeo.

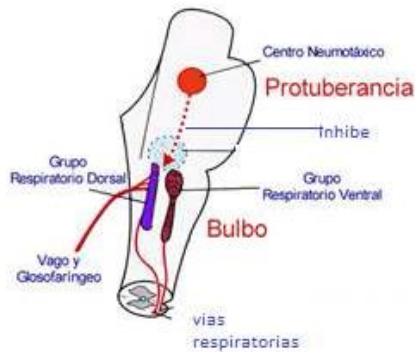
El centro respiratorio se encuentra dividido en tres agrupaciones principales de neuronas:

Grupo respiratorio dorsal ubicado en la porción dorsal del bulbo, produce principalmente la inspiración.

Grupo respiratorio ventral: localizado en la porción ventrolateral del bulbo, que puede producir inspiración o espiración, según las neuronas del grupo que sean estimuladas.

Centro neumotaxico: localizado dorsalmente en la porción superior de la protuberancia, que ayuda a controlar la frecuencia y el patrón de la respiración.³⁰ (figura 2).

Figura 2 Centros Respiratorios.



www2.uca.es

El grupo respiratorio dorsal, localizado en el núcleo del tracto solitario, el núcleo del tracto solitario es además la terminación sensitiva de los nervios vago y glossofaríngeo que transmiten señales al centro respiratorio desde los quimiorreceptores y mecanorreceptores periféricos.

El ritmo básico de la respiración se genera principalmente en el grupo respiratorio dorsal de las neuronas.

Centro neumotáxico ubicado dorsalmente en el núcleo parabraquial en la protuberancia superior, transmite impulsos continuos al área inspiratoria. El principal efecto de estos impulsos es controlar el punto de “desconexión” de la rampa inspiratoria y regular así la fase de llenado del ciclo pulmonar.³⁰

Cuando las señales neumotáxicas son intensas la inspiración puede durar 0.5 segundos; pero cuando son débiles la rampa inspiratoria podría continuar elevándose quizás hasta 5 a 10 segundos y llenar los pulmones con un gran exceso de aire. En consecuencia, la función principal de este centro es limitar la inspiración, sin embargo tiene un efecto secundario de aumento de la frecuencia respiratoria, porque la limitación de la inspiración también acorta la espiración y todo el periodo de la respiración.³⁰

Así una señal neumotaxica intensa puede aumentar la frecuencia respiratoria hasta 30 a 40 latidos por minuto y una señal neumotaxica débil puede reducir la frecuencia hasta solo algunas respiraciones por minutos.

Grupo respiratorio ventral de neuronas localizado alrededor de 5 mm por delante y por fuera del grupo respiratorio dorsal de neuronas, existe otro grupo, el grupo respiratorio ventral, hallado en el núcleo ambiguo rostralmente y el núcleo retroambiguo ventralmente.³⁰

La función de este grupo neuronal difiere de la función del grupo respiratorio dorsal en varios aspectos importantes.³²

Las neuronas del grupo respiratorio ventral pertenecen casi totalmente inactivas durante la respiración tranquila normal. En consecuencia está provocada solo por señales inspiratorias repetitivas que, provenientes del grupo respiratorio dorsal, se transmitan principalmente al diafragma, y la espiración es consecuencia del retroceso elástico de los pulmones y la caja torácica.³⁰

No existe ninguna evidencia de que las neuronas respiratorias ventrales participen en la oscilación rítmica básica que controla la respiración.

Cuando el impulso respiratorio proveniente de la ventilación pulmonar elevada es mayor que lo normal, sobre las neuronas ventilatorias ventrales se vuelcan señales respiratorias a partir del mecanismo oscilante básico del área respiratorio dorsal. En consecuencia, el área respiratoria ventral contribuye también a este impulso respiratorio.³²

El control automático de la respiración depende en parte del feedback químico que producen los niveles sanguíneos de CO₂ y O₂. Los quimiorreceptores carotídeos, que detectan O₂, proveen una excitación tónica a las neuronas respiratorias del tronco cerebral a través del y son activados por la hipoxia. Los quimiorreceptores centrales, localizados fundamentalmente en la superficie ventrolateral del bulbo, son muy sensibles a los cambios de la CO₂ local.³¹

Pequeños incrementos de PCO_2 aumentan de forma significativa la respiración, y viceversa. Los quimiorreceptores centrales proveen una estimulación tónica a la red neuronal respiratoria, y a su vez una retroalimentación en los niveles sanguíneos de CO_2 , y por lo tanto una adaptación de la ventilación a las necesidades metabólicas.³⁰

La ventilación pulmonar es el proceso funcional en cual el gas es transportado desde la nariz hasta los alveolos pulmonares y viceversa. Este proceso puede ser activo o pasivo según que el modo ventilatorio sea espontáneo, cuando se realiza por la actividad de los músculos espiratorios del individuo, o mecánico cuando el proceso de ventilación se realiza por la acción de un mecanismo externo.³²

Para realizar dicha función existe un equilibrio y una interdependencia entre los diversos músculos respiratorios, que funcionan coordinadamente tanto en situaciones de normalidad como en situaciones de desventaja.³¹

VII 1.1 Mecánica del Sistema Respiratorio

La función de los músculos respiratorios es realizar la acción de bomba ventilatoria, de modo que el trabajo de estos músculos sea capaz de superar las cargas elásticas y resistencias del aparato respiratorio durante la inspiración, pudiendo por lo tanto desplazar una cantidad de volumen suficiente para expandir el pulmón.³¹

De los principales músculos que forman esta bomba es el diafragma, su función es desplazar volumen e inflar el pulmón durante la inspiración, este se puede considerar como cilindro terminando cranealmente en una cúpula en cada lado, tendón central, mientras que la porción central corresponde a la zona directamente apoyada en la caja torácica inferior; esta zona se denomina zona de aposición representada en el hombre como un 30% del total de la superficie de la caja torácica.³³

Cuando se contrae, debido al acortamiento de sus fibras produce una disminución de la zona de aposición diafragmática con un descenso relativo de

la cúpula diafragmática respecto a sus inserciones costales, disminuyendo la zona de aposición aproximadamente 1.5 centímetros durante una respiración o volumen corriente.³⁴

El diafragma forma dos cúpulas con forma abovedada que se insertan en el esternón, costillas inferiores y vértebras lumbares superiores. El movimiento de este músculo es responsable del 65% de la inspiración normal, el músculo más importante de toda la respiración. Está inervado por el nervio frénico procedente de la raíz IV cervical.³¹

Otros músculos auxiliares y accesorios de la inspiración son los intercostales externos, esternocleidomastoideo, escalenos, trapecio, pectoral mayor y menor, serrato anterior y dorsal ancho.³¹

La función de los músculos respiratorios es realizar la acción de bomba ventilatoria, de modo que el trabajo de estos músculos sea capaz de superar las cargas elásticas y resistencias del aparato respiratorio durante la inspiración pudiendo por lo tanto desplazar una cantidad suficiente de volumen para inflar, expandir el pulmón.³¹

La expansibilidad o compliance de los pulmones es la habilidad que estos tienen para ser estirados o expandidos. Un pulmón que tiene una compliance alta significa que es estirado o expandido con facilidad, mientras uno que tiene una compliance baja requiere más fuerza de los músculos respiratorios para ser estirado. La compliance es diferente a la elasticidad pulmonar.

El hecho de que un pulmón sea estirado o expandido fácilmente (alta compliance) no significa necesariamente que volverá a su forma y dimensiones originales cuando desaparece la fuerza de estiramiento.³¹

Como los pulmones son muy elásticos, la mayor parte del trabajo de la respiración se utiliza en superar la resistencia de los pulmones a ser estirados o expandidos.³¹

Las fuerzas que se oponen a la compliance o expansión pulmonar son dos:

La elasticidad de los pulmones ya que sus fibras elásticas resultan estiradas al expandirse los pulmones y como tienen tendencia a recuperar su forma y dimensiones originales, los pulmones tienden continuamente a apartarse de la pared torácica; la tensión superficial producida por una delgada capa de líquido que reviste interiormente los alvéolos, que incrementa la resistencia del pulmón a ser estirado y que, por tanto, aumenta el trabajo respiratorio para expandir los alvéolos en cada inspiración.³¹

La resistencia de las vías aéreas al flujo del aire.

Entre los factores que contribuyen a la resistencia de las vías respiratorias al flujo del aire son:

- Longitud de las vías
- Viscosidad del aire que fluye a través de las vías
- Radio de las vías.³³

La longitud de las vías respiratorias es constante y la viscosidad del aire también es constante en condiciones normales, de modo que el factor más importante en la resistencia al flujo del aire es el radio de las vías respiratorias.

Si no hay una patología de estas vías que provoque un estrechamiento de las mismas, la mayor parte del trabajo realizado por los músculos durante la respiración normal tranquila, se utiliza para expandir los pulmones y solamente una pequeña cantidad se emplea para superar la resistencia de las vías respiratorias.³³

La compliance o distensibilidad no es una propiedad exclusiva del pulmón, sino también de la caja torácica y la suma de ambas, conforma la distensibilidad total del aparato respiratorio, este término denota la facilidad con la que los pulmones y la caja torácica pueden distenderse o cambiar su forma.³³

VII 1.1.1 Volúmenes y Capacidades Pulmonares

Los volúmenes pulmonares estáticos son un reflejo de la fuerza de los músculos respiratorios, ya que son el resultado del balance entre las fuerzas elásticas del pulmón y las de la caja torácica.³⁰

Volumen Corriente: Se denomina volumen corriente al volumen movilizado en cada respiración normal y tranquila (eupnea). Es de aproximadamente 500 ml. Equivale al 3% del peso corporal ideal.³⁰

Volumen Inspiratorio de Reserva o Volumen de Reserva Inspiratoria: El volumen de reserva inspiratoria es el máximo volumen de aire que puede ser inspirado a partir del volumen corriente, es decir, el volumen que puede inhalarse al final de una inspiración normal: es aproximadamente 3.1 litros. Equivale aproximadamente al 50% de la capacidad pulmonar total.³⁰

Volumen Espiratorio de Reserva o Volumen de Reserva Espiratoria: Es el máximo volumen de aire que puede ser espirado durante una espiración forzada máxima, es decir, es el volumen evaluado a partir de finalizar la espiración tranquila. Equivale a cerca del 20% de la capacidad pulmonar total con un volumen de 1.2 litros.³⁰

Volumen Residual: El volumen residual es el volumen de aire que permanece en el pulmón después de una espiración máxima. El aumento de este valor indica atrapamiento aéreo y su ausencia provocara que los pulmones se colapsaran. En condiciones normales es de 1.2 litros y equivale al 20 % de la capacidad pulmonar total aproximadamente.³⁰

Capacidad Pulmonar Total o Total Lung Capacity: Es la máxima cantidad de aire que albergan los pulmones después de una inspiración forzada, que es de aproximadamente 6 litros. Es la suma del VC, el VIR, el VER y el volumen residual.³⁰

Capacidad Vital: Se denomina capacidad vital al volumen de aire capaz de ser movilizado por los pulmones. Es la suma del volumen corriente, el volumen de reserva inspiratoria y el volumen espiratorio de reserva. Es de aproximadamente 4.8 litros y equivale cerca del 80 % de la capacidad pulmonar total.³⁰

Capacidad Inspiratoria: La capacidad inspiratoria es la suma del volumen corriente (VC) y el volumen de reserva inspiratoria (VIR). En términos de la espiración corresponde al máximo volumen que puede inhalarse después de una espiración normal. Su valor es de aproximadamente 33.6 litros y equivale al 60% de la capacidad pulmonar total.³⁰

Capacidad Residual Funcional o Functional Residual Capacity: La capacidad residual funcional es la cantidad de aire que permanece en los pulmones después de una espiración normal. Corresponde a la sumatoria del volumen espiratorio de reserva y el volumen residual. Esta cantidad varía según la postura, la grasa corporal, o la actividad física y esta mezcla de gases se renueva constantemente por el volumen ventilatorio.³⁰

Capacidad Vital Forzada: Es el máximo volumen de aire espirado, con el máximo esfuerzo posible, partiendo de una inspiración máxima. Se expresa como volumen (en ml) y se considera normal cuando es mayor del 80% de su valor teórico. No debe confundirse con la capacidad vital "lenta" dado que ésta se obtiene de con una respiración "lenta" o "relajada", no forzada.³⁰

Volumen Espirado Máximo en el Primer Segundo de la Espiración Forzada: Es el volumen de aire que se expulsa durante el primer segundo de la espiración forzada. Aunque se expresa como volumen (en ml), dado que se relaciona con el tiempo supone en la práctica una medida de flujo. Se considera normal si es mayor del 80% de su valor teórico.³⁰

Relación FEV1/FVC (FEV1%): Expresada como porcentaje, indica la proporción de la FVC que se expulsa durante el primer segundo de la maniobra de espiración forzada. Es el parámetro más importante para valorar si existe

una obstrucción, y en condiciones normales ha de ser mayor del 75%, aunque se admiten como no patológicas cifras de hasta un 70%.³³

A continuación se describen brevemente los diferentes mecanismos implicados en el fracaso funcional de los músculos.

VII.2 TRASTORNOS RESPIRATORIOS EN LAS ENFERMEDADES NEUROMUSCULARES

La enfermedad neuromuscular afecta fundamentalmente la parte efectora en este sistema que son los músculos sin embargo también se pueden ver afectadas las zonas de conducción como la placa neuromuscular, estas enfermedades tienen un alto potencial de morbilidad y mortalidad, siendo las complicaciones por falla respiratoria la causa más importante.³²

La incidencia de la disfunción muscular respiratoria varía entre estas diferentes entidades. El grado de compromiso pueden diferir significativamente entre los músculos respiratorios y no respiratorios, y no todos los músculos de la respiración puede verse afectados de manera similar ya que la evolución clínica también es variable, y puede ser en ciertos casos completamente reversible (Síndrome de Guillain-Barré), reversible con el tratamiento (miastenia gravis) recurrente (esclerosis múltiple) o todo lo contrario, siendo en ocasiones implacablemente progresiva (esclerosis lateral amiotrófica).³⁴

Sin embargo, a pesar de la diversidad de estas condiciones básicas, la enfermedad crítica resultante y las consecuencias respiratorias de la enfermedad severa tienden a ser similares.

Estas son acompañadas por grados variables de participación de los músculos de la inspiración y espiración, y las manifestaciones clínicas reflejan el compromiso de ambos grupos musculares.³⁴

La debilidad muscular inspiratoria en última instancia resulta en hipoventilación alveolar y alteración de intercambio de CO₂.

El CO₂ al no ser efectivamente eliminado a través de la respiración, genera estasis de secreciones lo que no permite que las fluctuaciones de presión intrabronquiales, lo que hace posible mantener las propiedades reológicas de las secreciones suficientemente estables, para que puedan ser transportadas a las vías centrales y después eliminadas a través de un mecanismo de tos efectiva de lo que se hablará en párrafos siguientes.³⁴

La debilidad de los músculos espiratorios tiene menos impacto en la función respiratoria relacionada a la mecánica y por ende en la ventilación ya que el retroceso elástico del tórax y los tejidos pulmonares proporcionan en etapas tempranas los cambios de presión de las vías distales y de conducción para exuflar el pulmón, sin embargo al no existir fuerza suficiente de los músculos espiratorios para evocar una tos efectiva que requiere velocidades de flujo mayores a 300 Litros de aire por minuto provoca una tos ineficaz y un mal mecanismo de expulsión de secreciones, comprometiendo la vía proximal.³⁴

Los efectos adversos de la incapacidad para eliminar las secreciones y los irritantes del tracto respiratorio inferior son amplificadas por la debilidad de la vía aérea superior y la musculatura bulbar.³⁴

VII 2.1 Falla En Control Respiratorio Central

Las lesiones que afectan al grupo respiratorio pontino, el grupo respiratorio ventral o grupo respiratorio dorsal o a los quimiorreceptores centrales se pueden manifestar con hipoventilación alveolar central (síndrome de Ondine), un ritmo respiratorio anormal o ambos.³²

El síndrome de hipoventilación alveolar central incluye cefaleas matutinas repetidas, interrupción del sueño nocturno, cansancio diario y somnolencia. Otro síntoma puede ser la cianosis, un patrón irregular de la respiración durante el sueño o la vigilia o la ausencia de disnea durante el ejercicio.³²

Las alteraciones del control central de la ventilación se detectan en aquellas enfermedades en que existe lesión directa de los centros respiratorios, los

pacientes con alguna enfermedad neuromuscular presentan cambios en el control central de la ventilación que se pueden considerar adaptativos y que reflejan, fundamentalmente, la respuesta del organismo a un sistema muscular ineficaz.³²

La debilidad de los músculos respiratorios conduce a desarrollar hipoventilación alveolar a través de un patrón ventilatorio rápido y superficial, esta se instaura para evitar o disminuir la fatiga muscular derivada de la sobrecarga de trabajo a la que están sometidos los músculos respiratorios, ya que éstos llevan a cabo su actividad frente a un pulmón menos distensible y una caja torácica con deformidades.³⁵

VII 2.2 Fatiga De Los Músculos Respiratorios

Los cambios que se producen en la mecánica del sistema respiratorio de los pacientes con enfermedad neuromuscular son la disminución de la distensibilidad pulmonar y de la caja torácica, y los movimientos paradójicos del tórax.³⁵

La debilidad muscular crónica conduce a una disminución de la distensibilidad tanto del pulmón como de la caja torácica.

Esttente realizo tomografías de alta resolución de tórax a un grupo de pacientes y solo en dos de ellos encontraron atelectasias, esto no explicaba por si solo la disminución de la distensibilidad estática, la debilidad muscular y la función muscular es moderada en el promedio de los pacientes lo que puede explicar estos resultados.³⁵

Otros factores que llevan a la formación de atelectasias son tos inefectiva, la restricción pulmonar y la pérdida de hiperinflaciones periódicas (suspiros), que lleva a una disminución y mala distribución del surfactante pulmonar.

Es evidente que la disminución de la distensibilidad, dan como resultado el incremento de el trabajo respiratorio, y secundariamente lleva al desarrollo de insuficiencia respiratoria, hipoventilación y desarrollo de atelectasias.³⁴

VII 2.3 Alteración en la Mecánica Ventilatoria

La alteración de las propiedades mecánicas de la caja torácica está en relación con la anquilosis de las articulaciones costo vertebrales y costo esternales, como consecuencia de la disminución de la propia debilidad muscular y por el hecho de que estos pacientes tienen menos requerimientos ventilatorios, debido a su inactividad física así como al desarrollo de cifoscoliosis en el curso evolutivo de algunas enfermedades principalmente en la distrofia muscular tipo Duchenne que tiene como incidencia de escoliosis el 95 % de los pacientes y es progresiva en el momento que el paciente pasa a una silla de ruedas. ³⁶

La capacidad pulmonar se afecta de forma progresiva y tiene una relación directa con el grado de deformidad por lo que cada 10% en la progresión de la deformidad se presenta un decremento del 4% de la capacidad pulmonar. ³⁴

Existe una reducción importante en la compliance torácica que está relacionada con el ángulo de Cobb de forma inversa: mientras que con los ángulos inferiores de 50° los valores de la compliance torácica son prácticamente normales, cuando la deformidad alcanza cifras del orden de los 120°, los valores descienden de forma considerable. ³⁵

Otro cambio en la mecánica de la caja torácica son los movimientos paradójicos de ésta que presentan los enfermos con lesiones en la médula cervical. Así, en los enfermos con lesión cervical baja y función diafragmática preservada se observa una retracción paradójica de la parte superior del tórax durante la inspiración; por otro lado, en los pacientes tetraplégicos o con parálisis afección del Nervio Frénico unilateral que puede cursar con una disminución del 75% de la capacidad vital, y cuando es bilateral esta siempre disminuida. ³²

Las enfermedades neuromusculares congénitas se caracterizan por la progresión de la debilidad muscular. La velocidad con que se produce esta progresión es diferente en las distintas enfermedades, esta puede ser crónica

congénita o adquirida, la etiología de las enfermedades es muy diversa lo que hace difícil su clasificación.³⁴

Los músculos respiratorios tienen la capacidad de expresar una gran variedad de cambios adaptativos ante la sobrecarga crónica, pero son también susceptibles de trastornos degenerativos, fenotípicos y funcionales cuando existen factores sistémicos inductores de miopatías de diversa índole.³⁴

La vía aérea superior se ve comprometida por la debilidad de los músculos faciales, de la orofaringe y de la laringe, lo que interfiere con la expulsión de secreciones.³⁵

Por otro lado, el compromiso de los músculos de la vía aérea superior produce un incremento de la resistencia en la propia vía, lo que favorece la aparición de apneas e apneas obstructivas durante el sueño.³⁴

VII 2.4 Trastornos Respiratorios del de Sueño

Los trastornos respiratorios del sueño (TRS) se presentan como un espectro de enfermedad que comprende, en orden de gravedad creciente, a las siguientes entidades: ronquido primario, el síndrome de aumento de la resistencia de la vía aérea superior hasta la apnea obstructiva del sueño son frecuentes en los niños con enfermedades neuromusculares.³⁷

Los trastornos respiratorios del dormir en este tipo de pacientes, aunque heterogéneos son muy frecuentes así más del 60% de los pacientes refieren síntomas relacionados con el sueño como despertares frecuentes, somnolencia excesiva diurna, insomnio, ronquido, cefalea nocturna y matutina, y en presencia de la distrofia muscular de Duchenne.

El sueño produce casi una pérdida completa de la respiración conductual originado en la corteza cerebral, y además, ocasiona una disminución de la respuesta del centro respiratorio ante estímulos químicos y mecánicos, este efecto es mayor conforme se profundiza el sueño y alcanza su máxima repercusión durante el sueño de movimientos oculares rápidos. En algunas

ENM además se han descrito alteraciones de los quimiorreceptores a nivel central (núcleo dorsomedial del tálamo).³⁰

Esto da a lugar a que la respuesta ventilatoria ante la hipoxemia y la hipercapnia no sean adecuadas como los pacientes con enfermedades neuromusculares dependen de la hiperventilación para mantener la normoxemia, durante el sueño fracasan para preservar un adecuado intercambio de gases.³⁵

Al adoptar una posición supina, por lo que se necesita una mayor contribución de los músculos intercostales para generar un volumen corriente adecuado; sin embargo durante el sueño la contracción de los músculos intercostales es deficiente y alcanza su punto máximo en los movimientos oculares rápidos, que se caracteriza por atonía muscular generalizada, particularmente importante en pacientes con debilidad muscular, además de que los pacientes desarrollan reducción de la distensibilidad pulmonar como consecuencia de microatelectasias y fibrosis local y en la caja torácica por anquilosis de articulaciones, fibrosis y espasticidad muscular.³⁷

Durante el sueño la contracción de los músculos respiratorios es más eficiente especialmente la diafragmática en el sueño de movimientos oculares rápidos como es de esperarse en las enfermedades neuromusculares este mecanismo compensatorio disminuye gradualmente de acuerdo con la progresión de la enfermedad.³⁷

VII 2.5 Cambio en los Volúmenes Pulmonares

Las ENM habitualmente presentan un patrón restrictivo, y el efecto característico de la debilidad crónica de los músculos respiratorios sobre los volúmenes pulmonares estáticos es la disminución de la capacidad vital, que disminuirá paralelamente a la progresión clínica de la enfermedad.³⁴

El patrón restrictivo, consiste en un FVC bajo, FEV1 normal o bajo y un FEV1/FVC normal.

En los pacientes cuya enfermedad neuromuscular comienza en la niñez, la meseta de la capacidad vital aparece prematuramente y se establece por debajo de los niveles de la normalidad, por ejemplo en los sujetos con distrofia muscular de Duchenne la meseta de la capacidad vital aparece entre los 10 y 16 años entre 1300 y 3300 mililitros, si los enfermos son manejados de forma convencional, el valor convencional de la capacidad vital y su velocidad de caída posterior proporcionan información sobre la gravedad de la enfermedad y sobre la expectativa de vida.³⁵

A continuación se hace un análisis de varios estudios que contienen información sobre los diferentes trastornos respiratorios en las enfermedades neuromusculares. (Tabla I)

Tabla I Análisis de los Trastornos Respiratorios en las ENM.

Artículo	Autor	Año	Síntesis	Conclusión/Argumento
Guía para el diagnóstico y tratamiento de las alteraciones respiratorias en las enfermedades neuromusculares	Domínguez Flores ME y et al.	2011	Abarca las generalidades de las enfermedades neuromusculares, la fisiopatología de las alteraciones respiratorias en las enfermedades neuromusculares, su diagnóstico, su tratamiento, y la situación actual en México.	Se puede concluir de este artículo que los principales trastornos respiratorios presentes en las enfermedades neuromusculares son: <ul style="list-style-type: none"> • Hipoventilación alveolar. • Disminución de la función ventilatoria por presencia de escoliosis. • Disminución de la mecánica ventilatoria por presencia de atelectasias. • Presencia de trastornos respiratorios del sueño (apnea obstructiva del sueño)
Enfermedades neuromusculares catastróficas. ³⁸	Muñoz Blanco J.L.	2010	Describe las situaciones de catástrofe y como suelen acontecer en 3 supuestos clínicos: <ol style="list-style-type: none"> 1) Manejo incorrecto de una insuficiencia respiratoria aguda de origen neuromuscular. 2) Pronóstico y tratamiento erróneos por falta de un diagnóstico acertado. y 3) Inadecuada actuación médica en el paciente neuromuscular con diagnóstico definido, pero con larga evolución 	Este autor maneja que la insuficiencia respiratoria aguda en los pacientes neuromusculares está ligada a debilidad muscular de instauración aguda o subaguda, y es la primera causa de mortalidad.

Escoliosis en enfermedades neuromusculares infantiles. ³⁷	Febre–Rotger A.	2009	La escoliosis es una complicación frecuente y grave en la mayoría de las enfermedades neuromusculares de la infancia. Nuestro objetivo es realizar una actualización del tema, describiendo su historia natural y el manejo global de la misma.	La presencia de la escoliosis y su progresión en las enfermedades neuromusculares lo que causa una disminución en la compliance de la caja torácica, lo que nos traerá por consecuencia una reducción en la mecánica ventilatoria.
Abordaje respiratorio del paciente neuromuscular. ³⁹	Piqueras I.	2010	Habla de la fisiopatología respiratoria presente en las enfermedades neuromusculares, y el manejo multidisciplinario, que se le da a estas.	El autor describe la presencia de trastornos respiratorios durante el sueño por síndrome de apnea, hipoapnea obstructiva del sueño (SAHOS) y la presencia de hipoventilación alveolar, en las enfermedades neuromusculares además que maneja que estos trastornos, se presentan en su frecuentemente en las enfermedades neuromusculares progresivas.

VII 3. REHABILITACIÓN RESPIRATORIA

La Rehabilitación Respiratoria es definida por la American Thoracic Society (ATS) como una prestación continua y multidimensional de servicios dirigidos a las personas con enfermedad respiratoria y sus familiares. Esta prestación es realizada por un equipo multidisciplinario de especialistas (neumólogo, enfermera y fisioterapeuta) con el objetivo de mejorar y mantener a la persona en el máximo grado de independencia en frente de su comunidad.”⁴⁰

La rehabilitación respiratoria comienza a practicarse a finales del siglo pasado para tratar a los pacientes tuberculosos, pero su desarrollo científico ha tenido lugar en los últimos treinta años.⁴¹

VII 3.1 Programa De Rehabilitación Respiratoria

El programa de rehabilitación respiratoria incluye educación del paciente y su familia, incorpora estrategias de reeducación respiratoria para lograr una mejora en la mecánica ventilatoria y técnicas de ahorro de energía que le ayudara en sus actividades de la vida diaria, ejercicios de entrenamiento supervisados, apoyo emocional y social.⁴²

Los objetivos principales de la rehabilitación deben adaptarse a la realidad de cada paciente y a sus posibilidades de mejoría, los enfermos con enfermedades neuromusculares degenerativas no podrán mejorar su capacidad para realizar actividades físicas, pero sí pueden lograr una mayor participación en actividades sociales.

VII 3.2 Equipo de Rehabilitación Respiratoria

El equipo que constituye la rehabilitación respiratoria debe ser multidisciplinario.

Ha de incorporar diversos trabajadores de la salud especialistas en la rehabilitación respiratoria los cuales deberán trabajar en equipo.

Cada disciplina aporta a la rehabilitación, diferentes perspectivas e impresiones del paciente. A su vez, a éste se le considera también un miembro del equipo, y participa activamente en el establecimiento de los objetivos del programa.⁴³

No está establecido qué personal debe necesariamente intervenir en un programa de Rehabilitación Respiratoria, hasta el momento no existen estudios controlados y aleatorizados, que hayan comparado grupos de pacientes tratados con distinto personal y hayan cotejado resultados.

Estudios proponen la participación de médicos neumólogos, terapeutas físicos, enfermeras, especialistas en nutrición, psicólogos, terapeutas ocupacionales y trabajadores sociales, pero no es necesario todo este equipo multidisciplinario.

No obstante, trabajos publicados sobre la rehabilitación respiratoria como medida de intervención terapéutica nos muestran que, sin médico evaluador o sin fisioterapeuta y/o kinesiólogo, no es posible realizar el tratamiento, ya que son parte esencial.⁴³

VII 3.3 Rol que desempeñan los Profesionales dentro de un equipo de Rehabilitación Respiratoria.

Medico Neumólogo: Detectar, evaluar, diagnosticar, derivar pacientes para la rehabilitación respiratoria y supervisar equipo de RR. Educar al paciente y la familia.⁴³

Nutriólogo: Educar al paciente y la familia. Evaluar y determinar plan nutricional para pacientes enrolados en RR. Educar al paciente y la familia.⁴⁴

Cardiólogo: Evaluar la función cardiológica y dar la aprobación para el inicio de ejercicios físicos.⁴³

Psicólogo: Evaluar y diagnosticar alteraciones endicha área. Educar al paciente y la familia.⁴³

Terapeuta Físico: El rol del terapeuta físico en la Rehabilitación Respiratoria se describe mediante el siguiente análisis. Tabla II

Tabla II Análisis del Rol que desempeña el Terapeuta Físico en la Rehabilitación Respiratoria

Artículo	Autor/ Año	Síntesis.	Argumento/Conclusión
Rehabilitación respiratoria y fisioterapia respiratoria. Un buen momento para su impulso. ⁴⁴	Güell MR. Díez JL. (2008)	Maneja el término de Fisioterapia Respiratoria (FR) como componente de un programa de Rehabilitación Respiratoria. Maneja el término de FR como la utilización de técnicas.	Se puede concluir que la FR es solo la utilización de técnicas y que solo el terapeuta físico dentro de la rehabilitación respiratoria es encargado de ejecutarlas.
Eficacia de los programas de educación terapéutica y de rehabilitación respiratoria en el paciente con asma. ⁴⁵	Cano R. Useros AI. (2010)	Se describe la eficacia de los programas de educación terapéutica y el papel de la de rehabilitación respiratoria en el tratamiento del paciente asmático.	Habla del papel del Terapeuta Físico (TF) dentro de la RR como el encargado de realizar las técnicas de RR bajo la supervisión del médico rehabilitador y/o el neumólogo, y dar las recomendaciones para la práctica de ejercicios terapéuticos
Revisión de ensayos clínicos sobre	Martín R. Cuesta AI . (2010)	Habla sobre los diferentes tipos de entrenamiento	Se marca a la FR como parte de un programa de acción

rehabilitación respiratoria en enfermos pulmonares obstructivos crónicos. ⁴⁶		físico, en los enfermos de EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica), y sobre los beneficios que se obtienen con estos.	multidisciplinario, Respiratoria, y el papel que desempeña e TF es el de entrenar a través de ejercicio físico, enseñar ejercicios respiratorios.
Estándares de calidad asistencial rehabilitación respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. ⁴⁷	Güell MR. Cejudo MP (2012)	Impacto que tiene un programa de RR, sobre los enfermos con EPOC, y obre las mejoras que ofrece esta, basado en Evidencia Bibliográfica.	Al igual que en los anteriores estudios, el TF, solo es un aplicador de Técnicas y un proveedor de ejercicios respiratorios.

VII 3.4 Fisioterapia Respiratoria

Se define como: “Conjunto de procedimientos que a través de la aplicación de medios físicos tienen como objetivo la prevención, la curación y estabilización de las alteraciones que afectan al sistema toracopulmonar”⁴⁸

Los objetivos de la Fisioterapia Respiratoria son principalmente conseguir una relación ventilación/perfusión eficaz, por medios físicos.

Fomentar la eliminación de las secreciones respiratorias evitando su acumulo.

Establecer la técnica más adecuada para favorecer la rehabilitación de la función pulmonar y prevenir complicaciones.⁴⁹

VII 3.4.1 Técnicas de Fisioterapia Respiratoria

La FR engloba 3 grupos de técnicas dirigidas a: permeabilizar la vía aérea, fomentar la relajación y la reeducación respiratoria. En concreto, las técnicas de FR se centran en: mejorar el aclaramiento mucociliar, optimizar la función respiratoria (mediante el incremento de la eficacia del trabajo de los músculos respiratorios y la mejora de la movilidad de la caja torácica). (Figura 5)⁴⁴

Existen técnicas pasivas, que son practicadas por un fisioterapeuta o un familiar adiestrado, y técnicas activas, realizadas por el enfermo sin la ayuda de otra persona, haciendo uso o no de instrumentos mecánicos.⁴⁴

Figura 3: Técnicas de Fisioterapia Respiratoria

Permeabilización de la vía aérea	Relajación	Reeducación respiratoria
Efecto gravedad	Técnica de Jacobson	Ventilación lenta controlada
Drenaje postural	Entrenamiento autógeno de Stulz	Respiración con labios fruncidos
Ejercicio con débito inspiratorio controlado	Relajación dinámica de Cayendo	Ventilación dirigida
Ondas de choque	Ejercicios de Alexander	Movilizaciones torácicas
Percusión	Técnicas orientales (yoga, zen)	Control ventilatorio en las actividades de la vida diaria
Vibración/sacudidas		
Fúter		
Compresión del gas		
Tos dirigida		
Presiones manuales torácicas		
Ciclo activo respiratorio		
Expiración forzada		
Aumento de flujo espiratorio		
Expiración lenta oral con glotis abierta en lateralización		
Drenaje autógeno		
Presión positiva		
Presión espiratoria positiva (PEP)		
Presión positiva continua (CPAP)		
Bipresión positiva (BiPAP)		

Güell MR, Diez JL. Rehabilitación respiratoria y fisioterapia respiratoria. Un buen momento para su impulso. Arch Bronconeumol. 2008;44(1):35-40

VII 3.4.1.1 Técnicas que Ayudan a la Permeabilización de la Vía Aérea

Estas técnicas tienen como objetivos: mejorar el transporte mucociliar, aumentar el volumen de expectoración diaria, disminuir la resistencia de la vía aérea, mejorar la función pulmonar.⁴⁸

Se dividen en cuatro grupos:

- Técnicas que utilizan el efecto de la gravedad: Drenaje postural
- Técnicas que utilizan ondas de choque: vibraciones, percusiones.
- Técnicas que utilizan la compresión del gas: tos, presiones torácicas, TEF, AFE, ELTGOL y drenaje autógeno.⁴⁴

- Técnicas que utilizan presión positiva en la vía aérea: PEP, CPAP, BIPAP.⁴⁴

A) Técnicas que Utilizan Efecto de la Gravedad

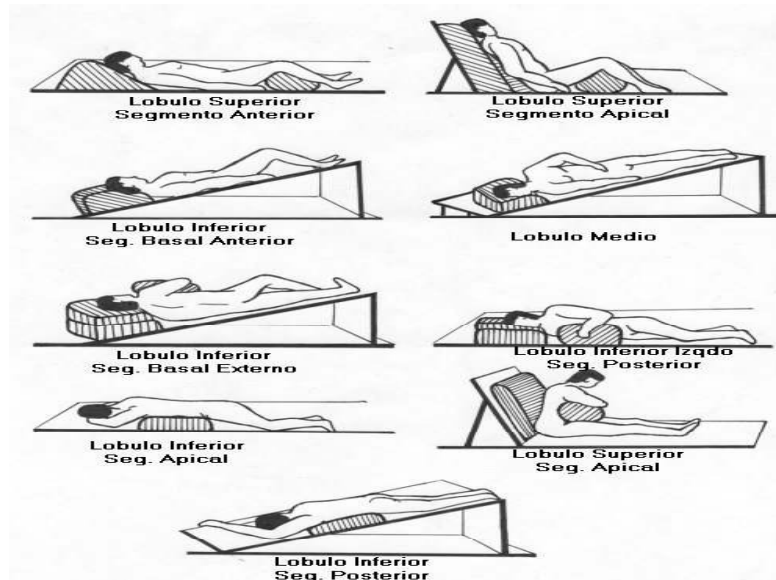
1) Drenaje Postural: Técnica usada para combinar la fuerza de la gravedad con la actividad bronquial. Consiste en colocar al paciente en una posición capaz de facilitar la expulsión de las secreciones bronquiales desde las ramificaciones segmentarias a las ramificaciones lobares, de éstas a los bronquios principales, a la tráquea y desde aquí al exterior.⁴⁹

Las distintas posiciones para drenar los lóbulos son las siguientes:

- Segmento apical del lóbulo superior: paciente sentado.
- Segmento posterior del lóbulo superior: paciente sentado ligeramente inclinado hacia delante.⁴⁹
- Segmento anterior del lóbulo superior: paciente sentado y reclinado hacia atrás.⁴⁹
- Drenaje del lóbulo medio y llingula: paciente en decúbito lateral izquierdo con 30° de inclinación, para el lóbulo medio, y para la llingula deberá colocarse sobre el lado derecho.⁴⁹
- Segmento superior 6 de los lóbulos inferiores: paciente en decúbito prono con una almohada bajo la pelvis.⁴⁹
- Segmento basal anterior, medial y lateral 7-8-9 de los lóbulos inferiores: paciente en decúbito lateral con una inclinación de la camilla de 40-45-2
- Segmento posterior basal 10 de los lóbulos inferiores: paciente en decúbito prono con una almohada bajo la pelvis y una inclinación de la camilla de 40-45°. (Figura 4)⁴⁹

Si el paciente no tolera alguna de estas posturas, lo colocaremos en posición neutra, es decir, sin ninguna inclinación de la camilla.⁵²

Figura 4 : Drenaje Postural



personal.telefonica.terra.es

Mantener al paciente un mínimo de 10 minutos en cada postura, según su tolerancia, esta técnica es más efectiva si se asocia a las técnicas de vibración y percusión, siempre durante la fase espiratoria hasta la obtención de la tos.⁵⁴

2) Ejercicios de Débito Inspiratorio Controlado (EDIC): Son maniobras inspiratorias lentas y profundas ejecutadas en decúbito lateral situando la región que hay que tratar en supralateral.⁵¹

Esta posición aprovecha los efectos de expansión regional pasiva de los espacios aéreos periféricos obtenida por la hiperinsuflación relativa del pulmón supralateral y el aumento del diámetro transversal del tórax obtenido por la inspiración profunda. Son los mismos ejercicios que en la ELGOL (descrito más adelante), pero en los EDIC tienen efectos regionales más localizados.

Contraindicaciones: falta de colaboración, dolor e hiperreactividad, en período postoperatorio de una neumonectomía.⁴⁹

B) Técnicas que Utilizan Ondas de Choque

1) Vibraciones: Técnicas utilizadas en fisioterapia respiratoria con el fin de facilitar que se desprendan y así limpiar las secreciones bronquiales. Esto ocurre a través de una onda de choque aplicada en la pared torácica.⁵¹

Se aplican según la zona que se quiere tratar, situando al paciente de forma en que se facilite la movilización del moco, drenaje postural.

Las vibraciones se realizan haciendo una vibración manual. El movimiento debe ser rítmico y progresivo, aplicando mayor presión cuando el paciente haya sacado todo el aire del pulmón.⁵²

Las vibraciones son más efectivas cuanto más próximas estén unas de otras.⁵⁵

La técnica se lleva a cabo de la siguiente manera:

El terapeuta coloca su mano en la zona a tratar, siendo ésta reforzada por la otra mano. El movimiento de la vibración sigue el movimiento de la espiración, ejerciendo la presión a medida que el aire va saliendo con el consecuente descenso de la caja torácica.⁴⁹

Las vibraciones se pueden asociar a otras técnicas, como es la técnica espiratoria forzada, en la cual cuando el individuo va progresivamente soltando el aire por la boca, el terapeuta le asiste a esa espiración con las vibraciones, favoreciendo a la expulsión total del aire.⁵¹

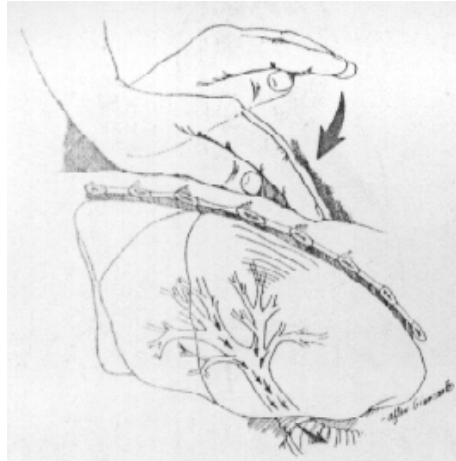
2) Percusiones o Clapping: El clapping actúa transmitiendo ondas con el fin de aumentar el movimiento de los cilios favoreciendo el desplazamiento del moco hacia la luz bronquial.⁵²

Esta técnica se lleva a cabo dando un golpeteo rítmico y firme colocando las palmas de las manos huecas y muñecas relajadas. El movimiento de la mano se debe dar a partir de la muñeca y no del codo.⁵²

Hay que tener en cuenta la fragilidad ósea del paciente, hemoptisis o alteraciones de la coagulación. El clapping está contraindicado en pacientes con neumotórax, tuberculosis, absceso pulmonar sangrante, embolia pulmonar,

hemorragia, dolor torácico agudo y alteraciones en la piel. Tanto el clapping como la vibración pueden ser realizadas usando equipos mecánicos.⁵²

Figura 5: Clapping



www.efisioterapia.net

C) Técnicas Que Utilizan La Compresión Del Gas

1) Técnicas De Tos Asistida: El objetivo de estas técnicas es asistir o sustituir a los músculos respiratorios cuando éstos se encuentran debilitados hasta el punto de ser incapaces de generar un esfuerzo tusígeno efectivo. En la práctica clínica se utilizan sobre todo en las enfermedades neuromusculares.⁵⁰

2) Tos asistida manual: Consiste en la compresión (thrust) del tórax, abdomen o unión toracoabdominal durante la fase expulsiva de un esfuerzo tusígeno. En los casos en los que la FVC es inferior a 1.500ml (o al 75% de su valor teórico) es conveniente realizarla después de obtener la capacidad máxima de insuflación (MIC). Se conoce como MIC el máximo volumen de aire que, con la glotis cerrada, puede ser mantenido intrapulmonar para después ser expulsado.⁵⁰

La MIC se consigue introduciendo artificialmente aire en los pulmones mediante insuflaciones con un resucitador manual tipo ambú, mediante emboladas de un ventilador volumétrico o mediante respiración glossofaríngea.⁵⁰

La efectividad de las técnicas de tos asistida (MIC + thrust) depende de la colaboración del paciente, del grado de disfunción bulbar y de la compliance toracopulmonar. Cuando los picos flujo de tos (PCF) asistidos manualmente sobrepasan los 4 L/s, no tiene sentido utilizar técnicas de tos asistida mecánica, pues no aportan mayores beneficios que las manuales.⁵⁰ (figura 6)

Figura 6: Tos Asistida Manual



rhpulmonar.blogspot.com

3) Tos asistida mecánicamente (In-Exuflación mecánica): El procedimiento se inicia aplicando presión positiva en la vía aérea mediante un dispositivo mecánico (Cough-Assist), que insufla al máximo los pulmones (insuflación), para transformar esa presión positiva en negativa (exuflación). Este cambio brusco de presión en tan poco tiempo ($<0.02s$) genera unos flujos de aire capaces de arrastrar hacia el exterior las secreciones respiratorias.⁵⁰

Si la exuflación se acompaña de un thrust toracoabdominal, se incrementa la efectividad de la maniobra.

Cada sesión consta de 6-8 ciclos (un ciclo está compuesto, habitualmente, por 2 segundos de insuflación y 3 segundos de exuflación) con presiones en torno a ± 40 cmH₂O, seguidos de unos 5-10 minutos de descanso para evitar las hiperventilaciones. Presiones inferiores a ± 30 cmH₂O son inefectivas, y en situaciones agudas, con aumento de la resistencia de la vía aérea por retención de secreciones, o en situaciones con disminución de la compliance toracopulmonar, pueden ser necesarias presiones más elevadas.⁵⁰

Aunque la tos asistida mecánica no requiere la colaboración del paciente, su utilidad está limitada por el grado de disfunción bulbar. En los enfermos con afectación bulbar severa se produce un colapso dinámico durante la exuflación que impide que los flujos sean efectivos.⁵⁰ (Figura 7)

Figura 7 Tos Asistida Mecánicamente



hospitalmalvinas.gov.com

4) Presiones Torácicas: Son fuerzas manuales ejercidas sobre una parte del tórax, costal superior o inferior, con el objetivo de aumentar el flujo espiratorio o inspiratorio. La mano se aplica plana sobre el tórax respetando la movilidad costal.⁵²

La fuerza es ejercida durante la fase espiratoria y debe ceder al final de la espiración, el propósito de esta técnica es mejorar la ventilación alveolar, movilizar secreciones bronquiales y facilitar la inspiración.⁴⁹

5) Técnica de Espiración Forzada: Secuencia de 3-4 respiraciones diafragmáticas a volumen corriente, seguida de 3-4 movimientos de expansión torácica (inspiración lenta y profunda con espiración pasiva), repitiendo de nuevo los ejercicios de respiración controlada y finalizando con 1-2 espiraciones forzadas con la glotis abierta (huffing) a volumen pulmonar medio o bajo.⁵¹

Se realiza en diferentes posiciones (drenaje postural) o sentado. Requiere de la comprensión del paciente y por tanto sólo es aplicable a niños mayores de 4 años.⁵² (Figura 8)

Figura 8 Técnica de Espiración Forzada



www.parkinsonblanes.org

6) Aumento de Flujo Inspiratorio: Un aumento, activa o activa- asistido, del volumen y velocidad del aire espirado con el objetivo de la movilización y evacuación de secreciones bronquiales, con o sin la ayuda del fisioterapeuta.⁵²

La técnica (activa-asistida) se realiza de la siguiente forma: el paciente con la boca abierta espira todo el aire permisible a la mayor velocidad posible, para mayor comprensión del paciente se le pone el ejemplo de empañar con vaho un espejo de forma brusca y rápida.⁵²

El fisioterapeuta asistirá esta acción (para disminuir todo el volumen posible) colocando su mano craneal sobre la parte alta del tórax del paciente (en la parte alta de costillas y esternón) esta mano realizará una presión en sentido caudal y posterior. La mano caudal del fisioterapeuta la coloca sobre el abdomen del paciente y realizará una presión en sentido craneal y posterior.⁵²

La presión que realiza el fisioterapeuta debe estar sincronizada con la espiración del paciente.⁵¹ (Figura 9)

Figura 9 Aumento de Flujo Inspiratorio



Fisiobronquial.com

7) Drenaje Autógeno: Se trata de una modificación de la técnica de espiración forzada. El ciclo completo consta de 3 fases: despegamiento periférico de las mucosidades, acumulación de secreciones en las vías aéreas de mediano - gran calibre y su expulsión.⁵⁰

El paciente realiza inspiraciones lentas y profundas a través de la nariz para humidificar y calentar el aire, así como evitar el desplazamiento distal de las secreciones; una apnea de 2-3 s y espiraciones moderadamente forzadas a flujos mantenidos con la glotis y la boca abiertas a diferentes volúmenes pulmonares, evitando la tos.⁵⁰

El despegamiento se consigue con espiraciones a volumen de reserva espiratorio, la acumulación con espiraciones a volumen corriente y la expulsión con espiraciones a volumen de reserva inspiratorio. De este modo la mucosidad progresa desde las vías aéreas más distales hasta las centrales.⁵⁴

La complejidad de la técnica exige un elevado grado de atención, comprensión, aprendizaje y tiempo en su realización, aunque se acompaña de menos efectos adversos (broncospasmo, desaturación) que otras técnicas.⁵⁰

8) ELTGOL. La espiración lenta total con glotis abierta en infralateral: Es una espiración lenta, comenzada en la FRC y continuada hasta el RV; el fisioterapeuta toma la precaución de situar la región con la acumulación de secreciones, localizada gracias a la detección de cruídos de frecuencia media durante la auscultación, en el lado del plano de apoyo, es decir, en infralateral. La elección del decúbito lateral para su ejecución se debe a la búsqueda de la mejor desinsuflación que existe en el pulmón infralateral.⁵²

La ELTGOL es una técnica activo-pasiva o activa. El paciente se coloca en decúbito lateral y realiza espiraciones lentas a partir de la FRC hasta el RV. El fisioterapeuta, situado detrás del paciente, ejerce una presión abdominal en infralateral con una mano y una presión de contra-apoyo a nivel de la parrilla costal supralateral con la otra mano. Esta presión dirigida hacia el hombro contralateral, favorece una desinsuflación lo más completa posible del pulmón infralateral. La ELTGOL también puede realizarla el paciente de forma autónoma, siempre con la necesidad de un control periódico de la ejecución debido al mal seguimiento habitual de la técnica por parte de los pacientes.⁵²

La ELTGOL se dirige esencialmente a las acumulaciones de secreciones bronquiales en la zona media del árbol respiratorio en pacientes preferentemente cooperantes: adultos y adolescentes, es decir, desde la edad de 10-12 años.⁵²

Cuando el paciente no puede ponerse en decúbito lateral (presencia de drenajes, período postoperatorio inmediato, dolores de decúbito) esta técnica

de fisioterapia respiratoria toma el nombre de ELTGO, es decir, que puede realizarse en decúbito dorsal, conservándose el principio de la espiración lenta.⁵²

La ELTGOL necesita la cooperación del paciente y no es conveniente para las acumulaciones de secreciones cavitativas, abscesos, bronquiectasias importantes.

La ELTGOL carece de interés en el bebé y en el niño hasta los 10 ó 12 años, ya que a estas edades se puede obtener una buena desinsuflación de los pulmones por las maniobras espiratorias lentas realizadas en decúbito dorsal.⁵²
(Figura 10)

Figura 10: ELTGOL



solofisio.com

C) Técnicas que utilizan presión positiva en la vía aérea

1) PEP (Presión Espiración Positiva): Se emplea una mascarilla almohadillada con una doble válvula inspiratoria y espiratoria. Sobre esta última se aplica una resistencia (adaptador de tubo endotraqueal reductor de calibre) y un manómetro intercalado.⁵²

La resistencia se selecciona para que la presión espiratoria alcanzada oscile entre 10 y 20 cmH₂O. El paciente, sentado con los codos apoyados sobre una mesa, se ajusta la mascarilla sobre la cara o la boca sobre la boquilla de la cámara y realiza sucesivas inspiraciones por encima del volumen corriente, seguidas de espiraciones activas no forzadas a capacidad funcional residual.⁵²

La técnica permite ventilar áreas colapsadas por la mucosidad a través de vías colaterales y facilitar el arrastre proximal de las secreciones.⁵²

Se realizan ciclos de 10-20 respiraciones seguidos de la retirada de la mascarilla y una espiración forzada con la glotis abierta. La autonomía, efectividad y escaso tiempo que requiere son sus puntos más favorables.⁵¹

La realización de esta técnica con espiración forzada a capacidad pulmonar total permite alcanzar presiones entre 40 y 100 cmH₂O. Se mejora la distribución aérea pulmonar incrementando el flujo aéreo colateral desde las zonas hiperinsufladas a las zonas hipoventiladas y secundariamente movilizar las secreciones responsables de la obstrucción de las vías aéreas.⁵²

2) CPAP (Presión Positiva Continua en la Vía Aérea): Es un modo de operación del ventilador, de un generador de alto flujo o de un compresor portátil, donde el paciente respira espontáneamente dentro de un nivel de presión superior a la atmosférica. Cualquiera sea el sistema empleado, éste debe ser capaz de generar altos flujos (entre 40-120 L/min) para satisfacer la demanda inspiratoria del paciente con insuficiencia respiratoria aguda.⁵¹

La CPAP es, por lo tanto, una modalidad de ventilación espontánea, controlada por presión, originada por flujo o presión, limitada por presión, y ciclada por el paciente.

Como la ventilación no es apoyada, el volumen corriente, la frecuencia respiratoria y consecuentemente, la ventilación alveolar, pueden variar en el tiempo ya que dependen del patrón respiratorio del paciente.⁴⁹

A su vez, desde un punto de vista hemodinámico, dicha presión positiva constante intratorácica determina una caída del retorno venoso, lo permite que la CPAP sea un modo de apoyo en la descompensación respiratoria por edema pulmonar agudo.⁴⁹

En esta condición, la CPAP produce un rápido alivio de la disnea y mejoría del intercambio gaseoso comparado con la respiración espontánea, siempre que no exista hipercapnia ya que, como se ha dicho, esta modalidad no aumenta la ventilación.⁴⁹

3) BIPAP (Bi Presión Positiva): Los sistemas binivel son aparatos que mediante turbinas generan presiones controlables. La presión inspiratoria (IPAP) y espiratoria (EPAP) pueden ajustarse de forma separada, pero la EPAP no puede eliminarse completamente.

La cuantía de la presión de soporte o la presión de asistencia que el paciente recibe viene determinada por la diferencia entre la IPAP y la EPAP.⁴⁹

VII 3.4.1.2 Técnicas de Relajación

El objetivo fundamental de las técnicas de relajación es dotar al paciente de la habilidad para disminuir el trabajo respiratorio y controlar la sensación de falta de aire (disnea). Específicamente, estas técnicas intentan.⁵¹

- Reducir la tensión muscular, fundamentalmente de los músculos respiratorios.
- Reducir la energía necesaria para respirar.
- Reducir la ansiedad producida por la disnea.
- Conseguir una sensación general de bienestar.

Existen diversas técnicas que se describen a continuación.⁵¹

A) *Técnica de Jacobson*: La relajación muscular progresiva es una técnica de tratamiento del control de la activación desarrollada por el fisioterapeuta Edmund Jacobson en los primeros años 1920. Jacobson argumentaba que ya

que la tensión muscular acompaña a la ansiedad, uno puede reducir la ansiedad aprendiendo a relajar la tensión muscular.⁵³

La técnica comienza sentándose en una silla confortable; sería ideal que tuviese reposabrazos. También puede hacerse acostando en una cama.⁵²

El paciente se pone tan cómodo como sea posible (no utilizar zapatos o ropa apretada) y no cruzar las piernas. Se hace una respiración profunda completa y lenta y se repite.⁵³

Después alternativamente se tensan y relajan grupos específicos de músculos. Después de tensionar un músculo, este se encontrara más relajado que antes de aplicar la tensión. Se debe concentrar en la sensación de los músculos, específicamente en el contraste entre la tensión y la relajación.⁵³

No se deben tensar músculos distintos que el grupo muscular que estamos trabajando en cada paso. Cada tensión debe durar unos 10 segundos; cada relajación otros 10 o 15 segundos.⁵³

Hacer la secuencia entera una vez al día hasta sentir que se el paciente es capaz de controlar las tensiones de los músculos. Hay que ser cuidadoso si se tienen fracturas, desgarres musculares, etc que hacen aconsejable consultar previamente con el médico.⁵³

B) Entrenamiento Autogeno de Schultz: Según el propio Schultz: "El principio sobre el que se fundamenta el método consiste en producir una transformación general del sujeto de experimentación mediante determinados ejercicios fisiológicos y racionales y que, en analogía con las más antiguas prácticas hipnóticas exógenas, permite obtener resultados idénticos a los que se logran con los estados sugestivos auténticos".⁵³

En general las condiciones del lugar donde realicemos la práctica tiene que cumplir unos requisitos mínimos:

- Ambiente tranquilo, sin demasiados ruidos y lejos de los posibles estímulos exteriores perturbantes.

- Temperatura adecuada; la habitación tiene que tener una temperatura moderada (ni alta ni baja) para facilitar la relajación.
- Luz moderada; es importante que se mantenga la habitación con una luz tenue.⁵³

Después de finalizar el entrenamiento y practicar la fórmula propuesta para terminar, es conveniente que el sujeto no abandone inmediatamente el sillón de relajación, y que si se le tiene que interrogar sobre la sesión, se le interrogue sentado en el lugar de práctica. Esta norma se le indica también para cuando practique en casa. Con esto conseguimos que el sujeto no se incorpore de forma rápida y por tanto evitamos que sufra algún mareo inoportuno que pueda hacerle temer por las consecuencias desagradables de la relajación.⁵⁰

C) *Relajación Dinámica de Caycedo*: El Método Abreviado de Relajación Dinámica (MARD) es la metodología sofrológica más utilizada a nivel preventivo, terapéutico y pedagógico.⁵³

Con su aprendizaje, se pretende enseñar al ser humano algo tan elemental como que él es el único dueño de sí mismo y que dispone de mecanismos con los que modificar sus estados de desequilibrio emocional.⁵³

El entrenamiento se lleva a cabo en un nivel de consciencia atenta y relajada en el que la persona dirige su mente con total autonomía a través de su cuerpo, facilitando la distensión voluntaria del mismo.⁵³

Todo este proceso se realiza conscientemente, de forma que las sensaciones de control llegan al cerebro como un lenguaje armónico. Desde la vivencia de autocontrol, el ser humano percibe una forma de estar en el mundo distinta, que poco a poco se va trasladando e instaurando en su vida diaria.⁵³

D) *Eufonía de Alexander* : Son varias las aproximaciones que Gerda Alexander hace sobre los objetivos de su trabajo

- Ayudar para que la persona desarrolle “una conciencia más profunda de su realidad corporal y espiritual como verdadera unidad”;
- Orientar la exploración del cuerpo hacia el “descubrimiento de sí mismo”;
- Construir “la aptitud para ser de ser objeto de la propia observación”. Este punto está ligado al hecho de que en los trabajos que buscan el desarrollo de la conciencia, las personas son sujeto y objeto de la investigación corporal.⁵³
- Descubrir a través de una investigación personal los “vínculos íntimos que existen entre la tonicidad y lo vivido consciente e inconscientemente”;
- Adquirir “el tono adecuado no sólo para la relajación sino para la vida”.⁵³

En este sentido, Gerda distingue entre:

1. la relajación, estado de tono bajo, con un cuerpo que se va haciendo más pesado, tal como lo propone el método de relajación de Shultz, tono adecuado para el descanso.⁵³

2. la regulación del tono: adaptación activa del tono a las variadas demandas de la existencia. La relajación sería un estado posible del tono, pero la gama de tonicidades es muy amplia y variada, tal como la gama de las emociones.⁵³

E) Técnicas Orientales (Yoga): El yoga lleva milenios practicándose y obteniendo sorprendentes beneficios para la salud con la respiración, la relajación y una serie de posturas llamadas asanas. Aprender a respirar es fundamental para iniciar una relajación con resultados rápidos y efectivos.⁵³

VII 3.4.1.3 Técnicas de Reeducción Muscular

Las técnicas de reeducación respiratoria agrupan una serie de técnicas en las que se intercomunican los tres mecanismos que permiten la ventilación: la caja torácica, los músculos respiratorios y el parénquima pulmonar.⁵³

Estas técnicas se basan en la biomecánica diafragmática y costovertebral, con el objetivo fundamental de favorecer la flexibilidad del tórax.

El objetivo común y fundamental de estas técnicas es modular y crear un nuevo tipo de patrón ventilatorio con un mayor volumen circulante y una menor frecuencia respiratoria.⁵¹

Específicamente los objetivos de estas técnicas son:

- Aumentar la eficacia respiratoria, mejorando las relaciones ventilación-perfusión.
- Mejorar la función de los músculos respiratorios.
- Incrementar la movilidad de la caja torácica.
- Permitir una mejor tolerancia a las actividades de la vida diaria.
- Desensibilizar la disnea.⁵¹

Existen cuatro formas de trabajar la reeducación respiratoria:

A) Ventilación lenta controlada: Consiste en una ventilación abdomino-diafragmática, en la que el paciente respira a baja frecuencia sin controlar más. Es una técnica poco elaborada y controvertida, ya que es fatigante para el paciente, no hay estudios en la literatura que demuestren su eficacia, en general se utiliza en combinación con la técnica de la respiración a labios fruncidos.⁵¹

B) Respiración a labios fruncidos: Consiste en realizar inspiraciones nasales seguidas de espiraciones bucales lentas con los labios fruncidos.

El mecanismo de acción es desplazar el punto de igual presión hacia la parte proximal del árbol bronquial (menos colapsable), evitando así, el colapso precoz de la vía aérea.⁵¹

Existen varios estudios que han demostrado que esta técnica aplicada en los pacientes con EPOC consigue aumentar el volumen circulante, disminuir la frecuencia respiratoria y mejorar la PaO₂ y la SaO₂ en reposo; sin embargo, no existen estudios que demuestren que estos beneficios se consigan también durante el ejercicio, a pesar de que los pacientes refieren una mejor tolerancia

al ejercicio utilizando esta técnica. Del mismo modo, se ha demostrado en algunos estudios que esta técnica disminuye la disnea en algunos pacientes.⁵¹

Sin embargo, esta técnica no ha demostrado que disminuya la FRC ni el trabajo de los músculos respiratorios.⁵¹

C) Ventilación dirigida en reposo y en las actividades de la vida diaria: Es una técnica más elaborada, con la que pretendemos fundamentalmente tres objetivos:

Corregir los movimientos paradójicos y las asinergias ventilatorias, instaurar una ventilación de tipo abdomino-diafragmático a gran volumen y a baja frecuencia y adquirir un automatismo ventilatorio en las actividades de la vida diaria.⁵¹

Esta técnica está fundamentalmente indicada en aquellos pacientes que tienen una intensa hiperinsuflación con aplanamiento diafragmático.⁵¹

Requiere un aprendizaje muy cuidadoso y por tanto se precisa de un período más largo que va de 1 a 3 meses (realizando de 2 a 3 sesiones semanales).⁵⁵

La eficacia de esta técnica es controvertida. Hay unos pocos estudios en los que se demuestra que esta técnica mejora los parámetros de función pulmonar y de los gases arteriales en reposo. Sin embargo, hay varios trabajos que demuestran que produce una disminución significativa de la frecuencia respiratoria con un incremento del volumen circulante.⁵¹

D) *Movilizaciones torácicas:* Estas técnicas, basadas en la biomecánica costovertebral, se utilizan para estimular y ventilar selectivamente zonas pulmonares con lo que se logra un trabajo específico sobre el punto exacto que se quiere reeducar.⁵¹

Tabla III Análisis de las Técnicas más utilizadas en los Trastornos Respiratorios de las Enfermedades Neuromusculares.

Artículo	Autor/ Años	Síntesis	Argumento/Conclusión
Asistencia mecánica de la tos en pacientes neuromusculares en la unidad de cuidados intensivos ⁵⁴	Velasco E. Pons O. (2011)	La aplicación la tos asistida mecánicamente (Cough Assist In-Exsufflator) como agente físico, para la ayuda de drenaje de secreciones de las vías aéreas.	Una de las técnicas más utilizadas en los trastornos respiratorios de las ENM es la Tos Asistida Mecánicamente.
Tratamiento en la distrofia muscular de Duchenne: fisioterapia respiratoria frente a nuevos avances ⁵⁵	Escuela Universitaria Fisioterapia, Pontevedra, España. (2011)	Revisión bibliográfica en la que se destaca las técnicas de le Fisioterapia Respiratoria en los trastornos que presentan los pacientes con DMD.	Según el Autor las técnicas más utilizadas son: <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de Tos. • Técnicas de Ventilación Mecánica no Invasiva (VMNI) como lo son la CPAP.
Guía para el diagnóstico y tratamiento de las alteraciones respiratorias en las enfermedades neuromusculares. ³⁵	Domínguez Flores ME y et al. (2011)	Abarca las generalidades de las enfermedades neuromusculares, la fisiopatología de las alteraciones respiratorias en las enfermedades neuromusculares, su diagnóstico, su tratamiento, y la situación actual en México.	Maneja varias técnicas dentro de las que ayudan a mejorar la ventilación respiratoria y el manejo de secreciones, como son <ul style="list-style-type: none"> • Drenaje postural, • Vibración mecánica • Espiración con labios fruncidos. • Respiración glosofaríngea. Y para el manejo de los trastornos de sueño maneja la CPAP.
Abordaje respiratorio del paciente neuromuscular ³⁹	Piqueras I. (2010)	Aborda los trastornos respiratorios de manera interdisciplinaria, describe el trabajo del TF y las técnicas que utiliza este, para el manejo de las alteraciones respiratorias presentes en las ENM.	Técnicas más utilizadas según la autora: <ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de Tos, manejo y drenaje de secreciones.

Tabla IV Análisis de los Beneficios ofrecidos por la Fisioterapia Respiratoria en los Trastornos Respiratorios de las Enfermedades Neuromusculares.

Artículo	Autor/ Año	Beneficio Corto Plazo	Beneficios a Largo Plazo
Asistencia mecánica de la tos en pacientes neuromusculares en la unidad de cuidados intensivos ⁵⁴	Velasco E. Pons O. (2011)	Se encontró un leve aumento en la capacidad ventilatoria y una disminución de secreciones después de 7 días de aplicar la tos asistida mecánicamente.	No se reportan beneficios.
Tratamiento en la distrofia muscular de Duchenne: fisioterapia respiratoria frente a nuevos avances ⁵⁵	Escuela Universitaria Fisioterapia, Pontevedra, España. (2011)	Con la utilización de las técnicas de tos asistida se observó un leve incremento del Pico Flujo de Tos. Llegando alrededor de 160-180L/min lo que nos proporciona un aclaramiento efectivo de la vía aérea, como segundo beneficio, esto siempre y cuando el paciente aun no presente disfunciones bulbares. Resalta que los indicadores para medir qué pacientes podrían beneficiarse de las técnicas de tos son: la CV, la presión espiratoria máxima (PEM) y el PCF (Pico Flujo de Tos) sin ayuda; ya que podrían predecir los límites inferior (PCF <160 L/min) y superior	Los principales beneficios que se obtienen son mediante la VMNI con técnicas como son CPAP otorgan beneficios como son: mejoras en la supervivencia, la composición de gases en sangre y la estabilidad clínica; disminuyendo el riesgo de insuficiencia aguda y/o admisión en una Unidad de cuidados intensivos.
Guía para el diagnóstico y tratamiento de las alteraciones respiratorias en las enfermedades neuromusculares. ³⁵	Domínguez Flores ME y et al. (2011)	Con la técnica de tos asistida manual se logró un incremento manualmente el pico flujo de tos entre el 14 y 100%. Reporta un estudio sobre la terapia respiratoria usada en escoliosis con ENM, sin embargo no menciona	Describe a la Respiración Glossofaríngea como una técnica que ayuda a evitar la traqueotomía, disminuye la ansiedad lo que ayuda a la interacción social. La presión positiva binivel ha mostrado estabilizar la vía aérea superior, reducir atelectasias y lograr un mejor control de

		técnica, solo arroja resultados como los son un pequeño incremento de la capacidad vital forzada, y un incremento en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo, esto en 24 días.	gases arteriales durante el sueño fisiológico en ENM.
Abordaje respiratorio del paciente neuromuscular ³⁹	Piqueras I. (2010)	. No reporta resultados a corto plazo.	No menciona técnicas solo el resultado de un manejo precoz de FR dará como resultado una mejora la calidad de vida, el intercambio de gases diurno y la supervivencia.

Se toma como beneficio a corto plazo aquel que es menor a 12 meses, en este caso se tomaron beneficios que sean cuantitativamente como lo son el aumento de las capacidades o volúmenes pulmonares, o el pico flujo de tos, como se encuentra en el artículo que lleva por nombre; Tratamiento en la distrofia muscular de Duchenne: fisioterapia respiratoria frente a nuevos avances , y para el beneficio a largo plazo se toman medidas cualitativas porque la misma progresión de las enfermedades no permite mantener estandarizada una medida cualitativa.

Se hace un análisis solo de estos 4 artículos porque son los más completos en cuanto al tema “Intervención del Terapeuta Físico en los trastornos respiratorios que presentan los pacientes que padecen enfermedades neuromusculares” para dar respuesta a los objetivos específicos, desgraciadamente aun no existe referencia bibliográfica vigente que describa el papel del terapeuta físico en la prevención de complicaciones.

En respuesta a la pregunta principal con este trabajo se puede dar por concluido que es solo la aplicación de las técnicas de compresión de gas, que nos ayudara a mejorar la capacidad ventilatoria, y a mejorar la calidad de vida de los pacientes neuromusculares que presenten trastornos respiratorios.

VIII CONCLUSIONES

- El principal trastorno a nivel respiratorio, que se presenta en las enfermedades neuromusculares es la hipoventilación alveolar, seguida por la disminución de la mecánica ventilatoria ya sea por presencia de escoliosis o atelectasias, sin olvidar la presencia de los trastornos que afectan el sueño, presentándose estos frecuentemente en las enfermedades neuromusculares progresivas como lo son las distrofias de Duchenne y Becker así como la Esclerosis Lateral Amiotrofica, por mencionar algunos ejemplos.
- Dentro del ámbito de la Rehabilitación Respiratoria, el Terapeuta Físico, solo es observado cómo el ejecutor de las técnicas e indicaciones de un neumólogo y/o medico rehabilitador, que según la evidencia bibliográfica el Terapeuta Físico dentro de este ámbito, es incapaz de diagnosticar, evaluar y llevar a cabo un tratamiento bajo su propio criterio.
- El manejo de secreciones es de suma importancia por lo que el manejo de las técnicas túsigenas, es de suma importancia en los trastornos respiratorios que presentan las ENM, también resulta de suma importancia el uso de de la Ventilación Mecánica No Invasiva aun no manejada al 100% por los Terapeutas Físicos aunque es un campo de inclusión que no se debe dejar de lado.
- En base a los beneficios y las técnicas más utilizadas, se puede concluir que las técnicas más útiles son aquellas que cumplen la función para que fueron creadas, por lo que las más útiles en el ámbito de la aplicación de la terapia física en los trastornos respiratorios que presentan los enfermos neuromusculares, resultan ser, las técnicas que utilizan la compresión de gas.
- Reportando que la utilización de las técnicas de tos aporta la mayoría de beneficios a corto plazo y las técnicas que utilizan presión positiva de en la vía aérea o VMNI (Ventilación Mecánica No Invasiva) son las que aportan la mayoría de beneficios a largo plazo.

IX RECOMENDACIONES

- Se deberían de hacer mas estudios, sobre el trabajo que realiza el Terapeuta Físico sobre los trastornos respiratorios que presentan los pacientes con ENM, ya que existen muy pocos.
- Se recomienda hacer un trabajo donde se describa que el papel del Terapeuta Físico en el ámbito de la Respiratoria ya que el Terapeuta Físico está preparado para evaluar, diagnosticar y realizar un plan de tratamiento bajo su propio criterio en cualquier ámbito.
- Se recomienda realizar un trabajo sobre la intervención del Terapeuta Físico sobre la prevención de complicaciones en los trastornos respiratorios presentes en la ENM, y observar si estos son positivos o negativos.

X BIBLIOGRAFÍA

1. Agur MR, Dalley F. Grant. Atlas de Anatomía. 11ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007.
2. Moore KL. Anatomía con orientación clínica. 3ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1993.
3. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de Anatomía y Fisiología. 11ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
4. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM . GRAY Anatomía para estudiantes. 1ª ed. Madrid: Elsevier; 2005.
5. Guyton AC. Tratado de Fisiología Médica. 11ª ed. Madrid: Elsevier España; 2006.
6. Ganong W. Fisiología Médica. 14ª ed. México: El Manual moderno; 1994.
7. Mier-Jedrzejowicz A, Brophy C, Green M. Respiratory muscle weakness during upper respiratory tract infections. Am Rev Respir Dis 1988;138:5-7.
8. Epstein S.K. An Overview on Respiratory Muscle Function. Clin Chest Med. 1994; 15(4):619-39.
9. Roussos C, Macklem PT. Clinical implications of respiratory muscle fatigue. En : Fishman AP. Pulmonary diseases and disorders. 2ª ed. New York: McGraw Hill, 1988.
10. Douglas NJ. Respiratory physiology: Control of ventilation. En : Kryger MH, Roth T, Dement WC. Principles and practice of sleep medicine. 3ª ed. Philadelphia: WB Saunders, 2000.
11. Grinman S, Whitelaw WA. Pattern of breathing in a case of generalized respiratory muscle weakness. Chest 1983;84(6):770-2.
12. Nochomovitz ML, Goldman M, Mitra J, Cherniack NS. Respiratory responses in reversible diaphragm paralysis. J Appl Physiol 1981;51(5):1150-6.
13. Estenne M, Gevenois PA, Kinnear W, P Soudon, Heilporn A, y A De Troyer Lung volume restriction in patients with chronic respiratory muscle weakness: the role of microatelectasis . Thorax 1993 July;48 (7):698 -701.
14. Esten M. Pathophysiology of ventilatory insufficiency of neuromuscular origin. J Med Rehabil 1991; 11:101-5.

15. De Troyer A, Estenne M. The respiratory system in neuromuscular disorders. In: Macklem PT, Roussos C, editors. The thorax. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 1995; p. 2177-212.
16. Hu F, Comtois A, Grassino AE. Optimal diaphragmatic blood perfusion. *J Appl Physiol* 1992;72(1) :149-57.
17. Gáldiz Iturri JB. Función de los músculos respiratorios en la EPOC. *Arch Bronconeumol* 2000;36(5):275-85.
18. Labanowski M, Schmidt-Nowara W, Guilleminault C. Sleep and neuromuscular disease: frequency of sleep-disordered breathing in a neuromuscular disease clinic population. *Neurology* 1996;47(5):1173-80.
19. Culebras A, Kelly JJ. Sleep disorders and neuromuscular disease. *Rev Neurol Dis* 2008;5:153-158.
20. Attarian H. Sleep and neuromuscular disorders. *Sleep Medicine* 2000;1(1):3-9.
21. Flaminiano LE, Celli BR. Respiratory muscle testing. *Clin Chest Med* 2001;22(4):661-77.
22. Fiz JA, Morera J. Exploración funcional de los músculos respiratorios. *Arch Bronconeumol* 2000;36(7) :391-410.
23. ATS/ERS. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(4):518-624.
24. Lechtzin N, Wiener CM, Shade DM, Clawson L, Diette GB. Spirometry in the supine position improves the detection of diaphragmatic weakness in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Chest* 2002;121(2):436-42.
25. Vincken WG, Elleker MG, Cosio MG. Flow-volume loop changes reflecting respiratory muscle weakness in chronic neuromuscular disorders. *Am J Med* 1987;83(4):673-80.
26. DePalo Vera A., McCool F. Dennis. Respiratory Muscle Evaluation of the Patient with Neuromuscular Disease. *Seminars in respiratory and critical care medicine* 2000;23(3) 201-209.
27. Serveraa, B, J. Sanchoa y M.J. Zafra.Tos y enfermedades neuromusculares. Manejo no invasivo de las secreciones respiratorias. *Arch Bronconeumol* 2003;39(9):418-27.

28. Güell R., Avendaño M. Rehabilitación en pacientes con enfermedades neuromusculares y con deformidades de la caja torácica. Arch Bronconeumol 2003;39(12):559-65.
29. Alonso López Juan , Morant Pilar. Fisioterapia respiratoria: indicaciones y técnica. An Pediatr Contin 2004;2(5):303-6
30. Guyton AC. Hall E. Tratado de Fisiología Medica 12ª Edicion. Tratado de Fisiología Medica. Madrid: Elsevier 2012.
31. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de Anatomía y Fisiología 12ª Ed. Madrid: Panamericana;2008
32. Nogués M, Benarroch E. Alteraciones del control respiratorio y de la unidad motora respiratoria. Neuarg. 2011;14: 88-273.
33. West JB. Fisiología respiratoria 8ª ed. España: Lippincott; 2005.
34. Patich HB, The pathophyiology of respiratory impairment in pediatric neuromuscular diseases. Pediatrics.2009; Supl: 215-218.
35. Domínguez Flores ME. Luna Padrón E. et al Guía para el diagnóstico y tratamiento de las alteraciones respiratorias en las enfermedades neuromusculares. Neumol Cir Torax. 2011;70 (1).
36. Sivori M. Almeida M. Nuevo consenso argentino de rehabilitación respiratoria. Med. (Buenos Aires) 2008; 68: 325-344.
37. Febrer A. Escoliosis en enfermedades neuromusculares infantiles. SERMEF 2009;43(6):251-257.
38. Muñoz JL. Enfermedades neuromusculares catastróficas. Neurología 2010;25(Supl 1):37-45
39. Piqueras I. Abordaje respiratorio del paciente neuromuscular. An Pediatr Contin. 2010;8 (3):120-8
40. Rehabilitación respiratoria Parte I: Fisioterapia respiratoria [en línea]. España: Forumclinic; 2012. [Fecha de acceso 6 de Diciembre de 2012]. URL disponible en: <http://www.forumclinic.org/epoc/reportajes/rehabilitacionrespiratoriapartei3afisioterapia>.
41. Ruiz J. Avances en la Salud Respiratoria 2009: Una visión a través de la SEPAR. Arch. Ronconeumol.2010;46(Supl 1):1-2
42. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO. Workshop Report. [Actualizado el

- 10 de Marzo de 2010; acceso el 6 de Diciembre de 2012] disponible en: (www.goldcopd.com.)
43. Sivori M. Almeida M. Nuevo consenso argentino de rehabilitación respiratoria. Med. (Buenos Aires) 2008; 68: 325-344.
44. Güell MR, Diez JL. Rehabilitación respiratoria y fisioterapia respiratoria. Un buen momento para su impulso. Arch Bronconeumol. 2008;44(1):35-40
45. Cano R. Useros AI. Eficacia de los programas de educación terapéutica y de rehabilitación respiratoria en el paciente con asma. Publicado en Arch Bronconeumol. 2010;46:600-6
46. Martín R. Cuesta AI. Revisión de ensayos clínicos sobre rehabilitación respiratoria en enfermos pulmonares obstructivos crónicos. Rehabilitación (Madr). 2010;44:158-66
47. Güell MR. Cejudo MP. Estándares de calidad asistencial en rehabilitación respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. Arch Bronconeumol. 2012;48:396-404
48. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO. Workshop Report. [Actualizado el 10 de Marzo de 2010; acceso el 6 de Diciembre de 2012] disponible en: (www.goldcopd.com.)
49. Pryor, J. Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems. Adults and Paediatrics. 4ª Edición. Edingburgh: Churchill Livingstone. 2008
50. Sancho J, Servera E. Guía para el Manejo de Secreciones. Unidad de Cuidados Respiratorios. Servicio de Neumología Hospital Clínico Universitario, Valencia 2009;1:40-44.
51. 2010 McLuckie, A. Respiratory Disease and its Management (Competency-Based Critical Care). 1ª Edición. Berlin: Springer; 2009
52. DeTurk, W. - Cahalin, L. Cardiovascular & pulmonary physical therapy. 2ª Edición. Estados Unidos: McGraw Hill; 2010.
53. Giles P. Las tensiones musculares. Del diagnóstico al tratamiento. 1ª Edición. Madrid: Elsevier Masson.
54. Velasco E. Pons O. Asistencia mecánica de la tos en pacientes neuromusculares en la unidad de cuidados intensivos. An Pediatr (Barc). 2011;75 (2):146-8.

55. Escuela Universitaria Fisioterapia, Pontevedra, España. Tratamiento en la distrofia muscular de Duchenne: fisioterapia respiratoria frente a nuevos avances. Fisioterapia. 2013;35(2):32-9.