

María del Carmen González Serafini
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad del Norte
Rev UN Med 2016 5(1): 283-360

Dispositivo Threshold IMT para el entrenamiento muscular respiratorio vs. fisioterapia respiratoria convencional en los pacientes que estuvieron internados en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente en la Ciudad de Asunción, año 2014

RESUMEN

Propósito: El objetivo de este estudio ha sido comparar la eficacia del Dispositivo utilizado para el Entrenamiento Muscular Respiratorio: Threshold IMT vs los Ejercicios Kinésicos Convencionales en pacientes que estuvieron internados en la UTIA del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente (INERAM), 2014. *Metodología:* La población de la investigación fue constituida por 10 pacientes del "INERAM", 4 pacientes que fueron entrenados con la Fisioterapia Respiratoria Convencional y otros 6 pacientes que fueron entrenados con el dispositivo Threshold IMT. La muestra está conformada por el 100% de lo establecido como universo o población. El instrumento utilizado para dar sustento a la tarea investigativa de grado fueron las fichas médicas de los pacientes, dispositivo Threshold IMT, PiMax; los resultados y el análisis correspondiente se presentan en la conclusión del trabajo, elaborada en base a los objetivos propuestos por la investigación. Todos los datos mencionados fueron registrados en un cuadro comparativo de muestras para poder así realizar posteriormente el análisis estadístico donde se determinaron las variaciones de los parámetros clínicos desde el inicio del entrenamiento del paciente, hasta el día de su alta final y/o término de sesión de entrenamiento muscular. Además se hallaron niveles de significancia con sus valores comparativos de dichos entrenamientos. *Resultados:* La muestra fue conformada por personas de ambos sexos siendo el 70% del sexo masculino y un 30% del sexo femenino. En general, la edad promedio y el Desvío Estándar de la muestra fue de $36,15 \pm 18,95$ años. En lo que respecta al dispositivo Threshold IMT obtuvo mayor significancia en cuanto a los parámetros de los signos vitales, así como los valores de la PiMax, a diferencia de la Fisioterapia Respiratoria

Convencional que no presentó mucha significancia. Demostramos que de 6 pacientes evaluados y entrenados con el dispositivo Threshold IMT los 6 pacientes lograron su alta final con un PiMax efectivamente mayor que del inicio; y de 4 pacientes evaluados y entrenados con la Fisioterapia Respiratoria Convencional sólo 2 fueron dados de alta final con un PiMax favorable. *Conclusión:* Es importante destacar que la Fisioterapia Respiratoria Convencional y la utilización del dispositivo Threshold IMT resultan muy favorables en la rehabilitación e inclusive utilizándolos en conjunto con otros dispositivos tienen mayor efectividad en menos tiempo en el paciente.

Palabras claves: PiMax, Fisioterapia Respiratoria Convencional, Threshold IMT

INTRODUCCIÓN

Durante el transcurso del año, los cambios de temperatura y la humedad influyen significativamente en la propagación de enfermedades respiratorias, en los niños más pequeños y en los adultos. La Kinesioterapia Respiratoria es uno de los procedimientos clínicos más frecuentes a la hora de atender los trastornos causados por patologías respiratorias tanto en la atención primaria como en los otros niveles del sistema de salud, por lo tanto es importante conocer la visión que tiene este procedimiento sobre las enfermedades respirato-

rias tanto como para las personas que estén dentro o fuera del área de la salud.

La Kinesioterapia Respiratoria es la aplicación de distintas maniobras que modifican la biomecánica respiratoria por su acción sobre el tórax, las vías respiratorias y la musculatura que ayuda al parénquima pulmonar a obtener un efecto kinésico-terapéutico. Esto se logra mediante la integración del conocimiento en técnicas Kinésicas por medio del estudio desde la Anatomía hasta la Fisiopatologías del Sistema Respiratorio. Algunas de las maniobras manuales más frecuentes son:

Presiones torácicas, Descompresiones, Reeducción diafragmática y de la tos: Tos asistida o estimulada, Aspiración de secreciones bronquiales mediante el uso de bombas de aspiración, reeducación de la musculatura respiratoria, entre otras técnicas.

El tratamiento kinésico respiratorio puede eventualmente realizarse en conjunto con equipos de oxigenoterapia, uso de inhaladores (puff o nebulización) o de espirometría de incentivo respiratorio (Threshold IMT), como también la utilización de dispositivos para el fortalecimiento muscular respiratorio (Threshold IMT). Según evidencias científicas hechas con este dispositivo han dado un satisfactorio resultado para el entrenamiento de fortalecimiento muscular, han demostrado ser efectivo en la reducción de la disnea y una mejoría en la resistencia inspiratoria.

Dentro del trabajo clínico la Kinesiterapia Respiratoria es una de las más potentes aliadas en Medicina Intensiva involucrada en la evaluación y el tratamiento intensivo de los trastornos respiratorios incluyendo problemas pulmonares crónicos, como el asma, bronquiolitis obstructiva, bronquitis crónica, enfisema, fibrosis quística, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquiectasia, entre muchas otras afecciones del sistema ventilatorio, además se encarga de tratar los componentes de las vías respiratorias agudas. En ciertas épocas del año los kinesiólogos se ven enfrentados a una altísima carga asistencial y que deben atender enormes cantidades de pacientes, muchos de los cuales tienen bronquiolitis, asma, grados variables de hipersecreción, y una gran disminución de fuerza muscular respiratoria.

Finalmente el objetivo concluyente de esta investigación es ver cual es más efectivo para valorar a la fuerza muscular por medio del Threshold IMT por un parte y de otro lado utilizando a los Ejercicios Kinésicos Convencionales.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las enfermedades respiratorias graves son una de las causas que llevan al paciente a internarse en una Unidad de Terapia Intensiva Adultos (UTIA), según su evolución sea favorable o no, el paciente es derivado a sala común de internación o prolonga su estadía en la UTIA. Dicha evolución es evaluada a través de parámetros tales como: Signos Vitales, Tipo de Respiración, Fuerza Muscular y signos de probables secuelas. Ante esta situación surgen los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la importancia de la kinesiólogía respiratoria y la utilización del dispositivo Threshold IMT como parte del tratamiento efectivo en pacientes con patologías respiratorias que estuvieron internados en la UTIA? ¿La utilización del dispositivo Threshold IMT

tiene un resultado de mejoría para la recuperación y reinserción a las actividades de la vida diaria (AVD) del paciente que estuvo internado en la UTIA? ¿Se podría mejorar los resultados del tratamiento paliativo global en pacientes con patologías respiratorias teniendo a kinesiólogos dentro del conjunto multidisciplinario?

JUSTIFICACIÓN

La Kinesiterapia Respiratoria se puede definir como el Arte y Ciencia de los Cuidados Respiratorios cuyos ejecutores son los Kinesiólogos, Terapeutas Respiratorios y Fisioterapeutas expertos en: el manejo de la vía aérea, ventilación mecánica, el equilibrio ácido-base, y los parámetros tanto para la intubación y extubación, donde el objetivo principal de la Kinesiterapia Respiratoria es devolver al máximo posible la independencia funcional del paciente, de acuerdo a sus potencialidades.

Los propósitos fundamentales a obtener con la aplicación de la kinesioterapia respiratoria son:

- Optimizar el intercambio de gases a nivel alvéolo-arterial, donde se entrega el oxígeno a la sangre y de ahí al resto del cuerpo y además se produce la expulsión del CO₂ (desecho metabólico) hacia el exterior del organismo.
- Favorecer la evacuación de las secreciones desde el aparato respiratorio, mejorando la permeabilidad de la vía aérea y evitando la sobre infección de éstas mismas.

Por otra parte al dispositivo Threshold IMT: proporciona una presión constante y específica para fortalecer y aumentar la resistencia de los músculos inspiratorios, independientemente de la rapidez con la que respiren los pacientes. Teniendo en cuenta todo lo anteriormente citado, sería de suma importancia medir la eficacia obtenida para mejorar la fuerza muscular respiratoria del paciente, tanto de las técnicas convencionales de Kinesioterapia Respiratoria como del uso del dispositivo Threshold IMT.

Una de las principales limitaciones fue el número de casos de pacientes que fueron tratados por medio de la Rehabilitación Respiratoria. Está demostrado que en UTIA disminuye la fuerza muscular por la falta de una buena oxigenación, expansión pulmonar e intercambio de gases, es por ello que la fisioterapia respiratoria se incorpora para la rehabilitación desde la UTIA hasta que el paciente sea trasladado a sala del hospital y educarle junto con los dispositivos para ejercitar su musculatura respiratoria hasta que sea dado de alta total médica y Kinésica.

HIPÓTESIS

Hipótesis Estadísticas

Las hipótesis estadísticas son presentadas en una forma nula y a partir de ésta última son presentadas dos hipótesis derivadas adaptándose como criterio de aceptación o rechazo el nivel de p igual o $< 0,05$.

Hipótesis Nula

La mayor eficacia fue del dispositivo Threshold IMT vs los Ejercicios Kinésicos Convencionales en pacientes que estuvieron internados en la UTIA del INERAM.

Hipótesis derivadas

- La menor eficacia fue de los Ejercicios Kinésicos Respiratorios Convencionales vs el dispositivo Threshold IMT en pacientes que estuvieron internados en la UTIA del INERAM.
- La mayor significancia en los valores de PiMax en pacientes rehabilitados con el dispositivo Threshold IMT.

OBJETIVOS

General

- Comparar la eficacia del Dispositivo Threshold IMT utilizado para el Entrenamiento Muscular Respiratorio versus la Fisioterapia Respiratoria Convencional en pacientes que estuvieron internados en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos (UTIA) del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente (INERAM).

Específicos

- Analizar las evoluciones de los pacientes sometidos a tratamiento Kinésico convencional y la de los pacientes sometidos al tratamiento con el dispositivo Threshold IMT
- Evaluar la fuerza muscular inspiratoria mediante el Threshold IMT a pacientes sometidos a tratamiento con el dispositivo Threshold IMT
- Valorar la fuerza muscular inspiratoria mediante el Pimax en los pacientes sometidos a tratamiento Kinésico convencional
- Medir la disnea que presenta el paciente al inicio y al final del tratamiento

MARCO TEÓRICO

Anatomía del Aparato Respiratorio

Para llegar a los pulmones el aire atmosférico sigue un largo conducto que se conoce con el nombre de tractus respiratorio o vías aéreas; constituida por:

- Vía respiratoria alta: Fosas nasales, faringe.
- Vía respiratoria baja: laringe, tráquea, bronquios y sus ramificaciones, pulmones.

Fosas nasales

Es la parte inicial del aparato respiratorio, en ella el aire inspirado antes de ponerse en contacto con el delicado tejido de los pulmones debe ser purificado de partículas de polvo, calentado y humidificado.

- Está cubierta de un epitelio vibrátil cuyos cilios constituyen un verdadero tapiz en el que se sedimenta el polvo y gracias a la vibración de los cilios en dirección a las coanas, el polvo sedimentados es expulsado al exterior.
- La membrana contiene glándulas mucosas, cuya secreción envuelve las partículas de polvo facilitando su expulsión y humedecimiento del aire.
- El tejido submucoso es muy rico en capilares venosos, los cuales en el lóbulo inferior y en el borde inferior del lóbulo medio constituyen plexos muy densos, cuya misión es el calentamiento y la regulación de la columna de aire que pasa a través de la nariz.
- Estos dispositivos descritos están destinados a la elaboración mecánica del aire, por lo que se denomina región respiratoria.
- En la parte superior de la cavidad nasal a nivel del lóbulo superior, existe un dispositivo para el control del aire inspirado, formando el órgano del olfato y por eso esta parte interna de la nariz se denomina región olfatoria; en ella se encuentran las terminaciones nerviosas periféricas del nervio olfatorio, las células olfatorias que constituyen el receptor del analizador olfatorio.

Faringe

Es la parte del tubo digestivo y de las vías respiratorias que forma el eslabón entre las cavidades nasal y bucal por un lado, y el esófago y la laringe por otro. Se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel de las VI - VII vértebras cervicales. Está dividida en 3 partes: porción nasal o rinofaringe, porción oral u orofaringe, porción laríngea o laringofaringe.

- Porción nasal: Desde el punto de vista funcional, es estrictamente respiratorio; a diferencia de las otras porciones sus paredes no se deprimen, ya que son inmóviles. La pared anterior está ocupada por las coanas. Está tapizada por una membrana mucosa rica en estructuras linfáticas que sirve de mecanismo de defensa contra la infección.

- Porción oral: Es la parte media de la faringe. Tiene función mixta, ya que en ella se cruzan las vías respiratorias y digestivas. Cobra importancia desde el punto de vista respiratorio ya que puede ser ocluida por la lengua o secreciones, provocando asfixia.
- Porción laríngea: Segmento inferior de la faringe, situado por detrás de la laringe, extendiéndose desde la entrada a esta última hasta la entrada al esófago.

Excepto durante la deglución, las paredes anterior y posterior de este segmento, están aplicadas una a la otra, separándose únicamente para el paso de los alimentos.

Laringe

Es un órgano impar, situado en la región del cuello a nivel de las IV, V y VI vértebras cervicales. Por detrás de la laringe se encuentra la faringe, con la que se comunica directamente a través del orificio de entrada en la laringe, por debajo continúa con la tráquea. Está constituido por una armazón de cartílagos articulados entre sí y unidos por músculos y membranas. Está formado por los cartílagos tiroideos, cricoides y aritenoides (cartílagos hialinos), por la epiglotis (cartílago elástico) y los cartílagos accesorios de Santorini y Wrisberg (cartílagos fibroelásticos, sin importancia funcional).

A la entrada de la laringe se encuentra un espacio limitado que recibe el nombre de glotis. Cerrando la glotis se encuentra un cartílago en forma de lengüeta que recibe el nombre de epiglotis y que evita el paso de líquidos y alimentos al aparato respiratorio durante la deglución y el vómito, si permanece abierto se produce la bronco-aspiración. La laringe en su interior presenta un estrechamiento, producido por 4 repliegues, dos a cada lado, denominándose cuerdas vocales superiores e inferiores, encargadas de la fonación.

Tráquea

Es la prolongación de la laringe que se inicia a nivel del borde inferior de la VI vértebra cervical y termina a nivel del borde superior de la V vértebra torácica, donde se bifurca, en el mediastino, en los dos bronquios. Aproximadamente la mitad de la tráquea se encuentra en el cuello mientras que el resto es intratorácico. Consta de 16 a 20 anillos cartilaginosos incompletos (cartílagos traqueales) unidos entre sí por un ligamento fibroso denominándose ligamentos anulares. La pared membranosa posterior de la tráquea es aplanada y contiene fascículos de tejido muscular liso de dirección transversal y longitudinal que aseguran los movimientos activos de la tráquea durante la respiración y tos.

La mucosa está tapizada por un epitelio vibrátil o cilios (excepto en los pliegues vocales y región de la cara posterior de la epiglotis) que se encuentra en

movimiento constante para hacer ascender o expulsar las secreciones o cuerpos extraños que puedan penetrar en las vías aéreas. El movimiento ciliar es capaz de movilizar grandes cantidades de material pero no lo puede realizar sin una cubierta de mucus. Si la secreción de mucus es insuficiente por el uso de atropina o el paciente respira gases secos, el movimiento ciliar se detiene. Un Ph < 6.4 o > de 8.0 lo suprime.

Bronquios y sus ramificaciones

A nivel de la IV vértebra torácica la tráquea se divide en los bronquios principales: derecho e izquierdo. El lugar de la división de la tráquea en dos bronquios recibe el nombre de bifurcación traqueal. La parte interna del lugar de la bifurcación presenta un saliente semilunar penetrante en la tráquea, la carina traqueal.

Los bronquios se dirigen asimétricamente hacia los lados, el bronquio derecho es más corto (3 cm), pero más ancho y se aleja de la tráquea casi en ángulo obtuso, el bronquio izquierdo es más largo (4 - 5 cm), más estrecho y más horizontal. Lo que explica que los cuerpos extraños, tubos endotraqueales y sondas de aspiración tiendan a ubicarse más frecuentemente en el bronquio principal derecho. En los niños menores de 3 años el ángulo que forman los dos bronquios principales en la Carina, es igual en ambos lados.

El número de cartílagos del bronquio derecho es de 6 a 8 y el bronquio izquierdo de 9 a 12. Los cartílagos se unen entre sí mediante los ligamentos anulares traqueales.

Al llegar los bronquios a los pulmones, penetran en ellos por el hilio pulmonar, acompañado de vasos sanguíneos, linfáticos y nervios, iniciando su ramificación. El bronquio derecho se divide en 3 ramas (superior, media e inferior), mientras que el izquierdo se divide en 2 ramas (superior e inferior). En el interior de los pulmones cada una de estas ramas se divide en bronquios de menor calibre, dando lugar a los llamados bronquiolos, que se subdividen progresivamente en bronquiolos de 1ero, 2do y 3er orden, finalizando en el bronquiolo terminal, bronquiolo respiratorio, conducto alveolar, sacos alveolares y atrios. A medida de la ramificación de los bronquios va cambiando la estructura de sus paredes. Las primeras 11 generaciones tienen cartílagos como soporte principal de su pared, mientras que las generaciones siguientes carecen de él.

Pulmones

El pulmón es un órgano par, rodeado por la pleura. El espacio que queda entre ambos recesos pleurales se denomina mediastino, ocupado por órganos importantes como el corazón, el timo y los grandes vasos. Por otra parte, el diafragma es un músculo que separa a los pulmones de los órganos abdominales.

Cada pulmón tiene forma de un semicono irregular con una base dirigida hacia abajo y un ápice o vértice redondeado que por delante rebasa en 3 - 4 cm el nivel de la I costilla o en 2 - 3 cm el nivel de la clavícula, alcanzando por detrás el nivel de la VII vértebra cervical. En el ápice de los pulmones se observa un pequeño surco (surco subclavicular), como resultado de la presión de la arteria subclavia que pasa por ese lugar. En el pulmón se distinguen 3 caras:

- Cara diafragmática
- Cara costal
- Cara media (se encuentra el hilio del pulmón a través del cual penetra los bronquios y la arteria pulmonar, así como los nervios y salen las dos venas pulmonares y los vasos linfáticos, constituyendo en su conjunto la raíz del pulmón)

El pulmón derecho es más ancho que el izquierdo, pero un poco más corto y el pulmón izquierdo, en la porción inferior del borde anterior, presenta la incisura cardiaca. Los pulmones se componen de lóbulos; el derecho tiene 3 (superior, medio e inferior) y el izquierdo tiene 2 (superior e inferior). Cada lóbulo pulmonar recibe una de las ramas bronquiales que se dividen en segmentos, los que a su vez están constituidos por infinidad de lobulillos pulmonares. A cada lobulillo pulmonar va a parar un bronquiolo, que se divide en varias ramas y después de múltiples ramificaciones, termina en cavidades llamadas alvéolos pulmonares.

Los alvéolos constituyen la unidad terminal de la vía aérea y su función fundamental es el intercambio gaseoso. Tiene forma redondeada y su diámetro varía en la profundidad de la respiración. Los alvéolos se comunican entre sí por intermedio de aberturas de 10 a 15 micras de diámetro en la pared alveolar que recibe el nombre de poros de Kohn y que tienen como función permitir una buena distribución de los gases entre los alvéolos, así como prevenir su colapso por oclusión de la vía aérea pulmonar. Existen otras comunicaciones tubulares entre los bronquiolos distales y los alvéolos vecinos a él, que son los canales de Lambert. Su papel en la ventilación colateral es importante tanto en la salud como en la enfermedad.

Existen diferentes características anatómicas que deben ser recordadas:

- El vértice pulmonar derecho se encuentra más alto que el izquierdo, al encontrarse el hígado debajo del pulmón derecho
- En el lado derecho la arteria subclavia se encuentra por delante del vértice, mientras que en el izquierdo su porción es más medial
- El pulmón derecho es más corto y ancho que el izquierdo

- El parénquima pulmonar carece de inervación sensitiva, por lo que muchos procesos pulmonares resultan silentes

Pleural: Representa una túnica serosa, brillante y lisa. Como toda serosa, posee 2 membranas, una que se adhiere íntimamente al pulmón (pleura visceral) y otra que reviste el interior de la cavidad torácica (pleura parietal). Entre ambas se forma una fisura (la cavidad pleural), ocupada por una pequeña cantidad de líquido pleural que actúa como lubricante y permite el deslizamiento de ambas hojas pleurales. La pleura visceral carece de inervación sensitiva mientras que la parietal si posee inervación sensitiva, esto hace que los procesos que afectan a la pleura parietal sean extremadamente dolorosos. La pleura parietal se divide en 3: pleura costal, pleura diafragmática y mediastínica.

Fisiología pulmonar

La función principal del Aparato Respiratorio es la de aportar al organismo el suficiente oxígeno necesario para el metabolismo celular, así como eliminar el dióxido de carbono producido como consecuencia de ese mismo metabolismo. El Aparato Respiratorio pone a disposición de la circulación pulmonar el oxígeno procedente de la atmósfera, y es el Aparato Circulatorio el que se encarga de su transporte (la mayor parte unido a la hemoglobina y una pequeña parte disuelto en el plasma) a todos los tejidos donde lo cede, recogiendo el dióxido de carbono para transportarlo a los pulmones donde éstos se encargaran de su expulsión al exterior.

El proceso de la respiración puede dividirse en cuatro etapas mecánicas principales:

- Ventilación pulmonar: significa entrada y salida de aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares.
- Perfusión pulmonar: permite la difusión del oxígeno y dióxido de carbono entre alvéolos y sangre.
- Transporte: de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre y líquidos corporales a las células y viceversa, debe realizarse con un gasto mínimo de energía.
- Regulación de la ventilación

Ventilación pulmonar: Se denomina Ventilación pulmonar a la cantidad de aire que entra o sale del pulmón cada minuto. Si conocemos la cantidad de aire que entra en el pulmón en cada respiración (a esto se le de-

nomina Volumen Corriente) y lo multiplicamos por la frecuencia respiratoria, tendremos el volumen / minuto.

Presiones normales de oxígeno en el aire atmosférico: La presión se mide en varias unidades como cm de agua y mmHg. Si se toma como referencia el cm de agua, esto significa que la presión que ejerce el agua en un cilindro que tiene un cm de alto sobre una superficie de un $\text{cm}^2 = 1 \text{ cm de H}_2\text{O}$. La equivalencia en mmHg es $1 \text{ cm de H}_2\text{O} = 0.73 \text{ mmHg}$.

La presión atmosférica, también denominada presión barométrica (PB), oscila alrededor de 760 mmHg a nivel del mar. El aire atmosférico se compone de una mezcla de gases, los más importantes, el Oxígeno y el Nitrógeno. Si sumamos las presiones parciales de todos los gases que forman el aire, obtendremos la presión barométrica, es decir: $PB = PO_2 + PN_2 + P \text{ otros gases}$. Si conocemos la concentración de un gas en el aire atmosférico, podemos conocer fácilmente a la presión en que se encuentra dicho gas en el aire. Como ejemplo vamos a suponer que la concentración de Oxígeno es del 21%. Si el resto del aire fuese Nitrógeno (N_2), la fracción de este gas representaría el 79%. Si tenemos en cuenta que el aire atmosférico está formado cuantitativamente por Oxígeno y Nitrógeno (el resto se encuentra en proporciones tan pequeñas que lo despreciamos), obtendríamos $PO_2 + PN_2 = PB$, es decir, $159,6 \text{ mmHg} + 600,4 \text{ mmHg} = 760 \text{ mmHg}$.

El aire entra en el pulmón durante la inspiración, y esto es posible porque se crea dentro de los alvéolos una presión inferior a la presión barométrica, y el aire como gas que es, se desplaza de las zonas de mayor presión hacia las zonas de menor presión. Durante la espiración, el aire sale del pulmón porque se crea en este caso una presión superior a la atmosférica gracias a la elasticidad pulmonar. De todo el aire que entra en los pulmones en cada respiración, solo una parte llega a los alvéolos. Si consideramos un Volumen Corriente (Vc) de 500 cc en una persona sana, aproximadamente 350 ml llegarán a los alvéolos y 150 ml se quedarán ocupando las vías aéreas.

Al aire que llega a los alvéolos se le denomina ventilación alveolar, y es el que realmente toma parte en el intercambio gaseoso entre los capilares y los alvéolos. Al aire que se queda en las vías aéreas, se le denomina ventilación del espacio muerto, nombre que le viene al no tomar parte en el intercambio gaseoso. A la ventilación alveolar también se denomina ventilación eficaz.

El espacio muerto se divide en:

- Espacio muerto anatómico: se extiende desde las fosas nasales, pasando por la boca, hasta el bronquiolo terminal. El volumen de este espacio es de 150 ml (vd).

- Espacio muerto fisiológico: es igual al anatómico en el sujeto normal. Solo en condiciones patológicas (enfisema, etc.), Es distinto al anatómico y comprende los alvéolos que están hiperinsuflados y el aire de los alvéolos están ventilados pero no perfundidos.
- Espacio muerto mecánico: es aquel espacio que se agrega al anatómico producto de las conexiones de los equipos de ventilación artificial o de anestesia.

El espacio muerto puede aumentar con la edad por pérdida de elasticidad al igual que durante el ejercicio y disminuir cuando el individuo adopta el decúbito.

Mecánica de la ventilación pulmonar:

En la respiración normal, tranquila, la contracción de los músculos respiratorios solo ocurre durante la inspiración (proceso activo) y la espiración es un proceso completamente pasivo, causado por el retroceso elástico de los pulmones y de las estructuras de la caja torácica. En consecuencia, los músculos respiratorios normalmente solo trabajan para causar la inspiración y no la espiración. Los pulmones pueden dilatarse y contraerse por movimiento hacia arriba y abajo del diafragma, alargando o acortando la cavidad torácica, y por elevación y depresión de las costillas, aumentando y disminuyendo el diámetro antero-posterior de la misma cavidad.

Músculos respiratorios

- Músculos Inspiratorios más Importantes:
 - Diafragma
 - Intercostales externos
 - Esternocleidomastoidéa
- Músculos Espiratorios más Importantes:
 - Abdominales
 - Intercostales internos

Tendencia de los pulmones al rebote y presión intrapleurales: Los pulmones tienen tendencia elástica continua a estar en colapso y por tanto a apartarse de la pared torácica, esto está producido por 2 factores: numerosas fibras elásticas que se estiran al hincharse los pulmones y por tanto intentan acortarlos, y la tensión superficial del líquido que reviste los alvéolos también producen una tendencia elástica continua de estos para estar en colapso (es la más importante). Este efecto es producido por la atracción intermolecular entre las moléculas de superficie del líquido alveolar; esto es, cada molécula tira de la siguiente continuamente tratando de producir el colapso del pulmón. La tendencia total al colapso de los pulmones puede medirse por el grado de presión negativa en los espacios interpleu-

rales necesarios para evitar el colapso pulmonar (presión intrapleurales), que normalmente es de - 4 mmHg.

Sustancia tensioactiva (surfactante)

Hay células secretoras de agente tensioactivo que secretan la mezcla de lipoproteínas llamada así (Neumocitos Granulosos de tipo II), que son partes componentes del epitelio alveolar, cuando no existe esta sustancia, la expansión pulmonar es extremadamente difícil, dando lugar a atelectasias y al Síndrome de la Membrana Hialina o Síndrome de Dificultad Respiratoria en el Recién Nacido, fundamentalmente si son prematuros. Esto evidencia la importancia del surfactante. También es importante destacar el papel del surfactante para prevenir la acumulación de líquido en los alvéolos. La tensión superficial del líquido en los alvéolos no solo tiende a colapsarlos, sino también a llevar el líquido de la pared alveolar a su interior. Cuando hay cantidades adecuadas de tensioactivo los alvéolos se mantienen secos.

Adaptabilidad Pulmonar (Compliance):

Es la facilidad con que los pulmones se dejan inflar en relación a la presión de inflación. Esto significa que cada vez que la presión alveolar aumenta en 1 cm de H₂O, los pulmones se expanden 130 ml. Factores que Causan Distensibilidad Anormal:

- Estados que produzcan destrucción o cambios fibróticos o edematosos de tejido pulmonar o que bloquee los alveolos
- Anormalidades que reduzca la expansibilidad de la caja torácica (xifosis, escoliosis intensa) y otros procesos limitantes (pleuritis fibrótica o músculos paralizados y fibróticos, etc.)

Volúmenes pulmonares

Para facilitar la descripción de los acontecimientos durante la ventilación pulmonar, el aire en los pulmones se ha subdividido en diversos puntos del esquema en 4 volúmenes diferentes y 4 capacidades diferentes.

- Volumen corriente (vt) o volumen tidal (500ml): Es el volumen de aire inspirado o espirado durante cada ciclo respiratorio, su valor normal oscila entre 500 - 600 ml en el varón adulto promedio. Su cálculo se logra multiplicando un valor en mililitros que oscila entre 5 - 8 por los kg. de peso.
- Volumen de reserva inspiratoria (vri) (3000 ml): Volumen de aire máximo que puede ser inspirado después de una inspiración normal.
- Volumen de reserva expiratoria (vre) (1200 ml): Volumen de aire máximo que puede ser

expirado en espiración forzada después del final de una espiración normal.

- Volumen residual (vr) (1200 ml): Volumen de aire que permanece en el pulmón después de una espiración máxima.

Capacidades pulmonares:

- Capacidad vital (cv): equivale al vri + vt + vre: 4700 ml
- Capacidad inspiratoria (ci): equivale al vt + vri: 3500 ml. Esta es la cantidad de aire que una persona puede respirar comenzando en el nivel de espiración normal y distendiendo sus pulmones a máxima capacidad.
- Capacidad funcional residual (cfr): equivale al vre + vr: 2400 ml. Es la cantidad de aire que permanece en los pulmones al final de una espiración normal.
- Capacidad pulmonar total (cpt): 5900 ml . Es el volumen máximo al que pueden ampliar los pulmones con el mayor esfuerzo inspiratorio posible, es igual a cv + vr.

Perfusión pulmonar o riego sanguíneo pulmonar

Se denomina así al riego sanguíneo pulmonar. La circulación pulmonar se inicia en el ventrículo derecho, donde nace la arteria pulmonar. Esta arteria se divide en dos ramas pulmonares, cada una de ellas se dirige hacia un pulmón. Estas ramas pulmonares se van dividiendo a su vez en ramas más pequeñas para formar finalmente el lecho capilar que rodea a los alvéolos, siendo éste en su comienzo arterial y luego venoso. Del lecho venoso parte la circulación venosa que termina en las cuatro venas pulmonares, las cuales desembocan en la aurícula izquierda. La presión en que se encuentran el O₂ y el CO₂ en la sangre en los distintos compartimentos:

- Sistema venoso (pO₂: 40 mmhg, pCO₂: 45 mmhg). Cuando esta sangre se pone en contacto con el alvéolo, como en éste las presiones de oxígeno son más elevadas (paO₂ = 109 mmhg) el O₂ pasa desde el espacio alveolar al capilar intentando igualar las presiones. Simultáneamente ocurre lo contrario con el CO₂, siendo la presión mayor en la sangre venosa, tiende a pasar al alvéolo para compensar las presiones.
- Capilar venoso alveolar (pO₂: 109 mmhg, pCO₂: 40 mmhg). El aparato respiratorio no es totalmente "perfecto", existe territorios en el que determinado número de capilares no se pone en contacto con los alvéolos, y esto hace que la sangre pase directamente con las mismas presiones con las que llegó al pulmón hasta el ventrículo izquierdo, y aquí se

mezclará toda la sangre, aquella que ha podido ser bien oxigenada y aquella otra que por múltiples razones no se ha enriquecido adecuadamente de O₂. Entonces, en la gasometría que realizamos a cualquier arteria sistémica, la pO₂ es inferior a la considerada a la salida de la sangre del territorio capilar pulmonar, por ser la media de las presiones de todos los capilares pulmonares, lo que conforma las presiones arteriales sistémicas. Por tanto podemos considerar una gasometría arterial normal a la que cumpla con las siguientes presiones:

- pH: entre 7,35 y 7,45
- PCO₂: entre 35 y 45 mmHg
- PO₂: 85 y 100 mmHg
- EB: entre -2 +2
- HCO₃ entre 22 / 26
- SaO₂ entre 94 / 100%

Es importante señalar que al contrario de la circulación sistémica, las presiones existentes en la circulación pulmonar son más bajas, por lo que también es considerada como un circuito de bajas presiones, ya que el ventrículo derecho no necesita elevar sus presiones para enviar la sangre más allá de los hilios pulmonares. Cuando la presión arterial pulmonar sistólica excede de 30 mm Hg y la presión media de la arteria pulmonar es superior a 15 mm Hg, estamos en presencia de un estado de hipertensión pulmonar. Estas mediciones se hacen mediante el cateterismo; en ausencia de éste, el único indicador es el reconocimiento clínico.

Distribución de la ventilación pulmonar

La ventilación alveolar también sufre irregularidades en su distribución en las distintas zonas del pulmón debido a la acción de la gravedad, por lo que el mayor peso del órgano recae sobre sus porciones basales, condicionando una disminución de la presión negativa intrapleurar a ese nivel, lo que provoca el hecho que en reposo, los alvéolos de la zona basal del pulmón estén reducidos de tamaño. No obstante, durante la inspiración, estos reciben mayor creación debido a las características especiales de la dinámica respiratoria, pero de todas formas las diferencias son más evidentes en relación a la perfusión.

Distribución de la perfusión pulmonar

Como en condiciones normales el ventrículo derecho solo necesita bajas presiones para expulsar un gran volumen de sangre a corta distancia, la distribución de la misma no es uniforme y esa irregularidad está relacionada con la posición del sujeto, el volumen minuto del ventrículo derecho y la resistencia que pueden ofrecer los vasos en determinadas áreas del pulmón. Los

factores hidrostáticos juegan un papel importante y así, cuando el individuo está en posición erecta, las presiones en los vértices pulmonares serán menores, es decir, que la perfusión aquí está disminuida; sin embargo, en las zonas medias (a nivel de los hilios pulmonares) la sangre llega a los capilares con la misma presión que tiene la arteria pulmonar, mientras que en las bases ocurre un fenómeno inverso a las zonas apicales, pues las presiones de la arteria pulmonar, se ve potencializada por la acción de la gravedad y sus efectos se suman, es decir, que la perfusión en la parte baja del pulmón está aumentada.

Relación ventilación/perfusión normal (VA/Q)

Ya hemos visto la forma en que llega el aire a los pulmones con el fin de que los alvéolos estén bien ventilados; pero no basta con esto, es necesario que el parénquima pulmonar disfrute de una buena perfusión para lograr una buena oxigenación de los tejidos. Así pues es necesario que los alvéolos bien ventilados dispongan de una buena perfusión, y los alvéolos bien perfundidos dispongan de una buena ventilación. A esto se le denomina relación ventilación-perfusión normal. Si no existiera diferencia entre ventilación alveolar (VA) y perfusión (Q), es decir, si todos los alvéolos fueran equitativamente ventilados y perfundidos, el intercambio de gases sería igual a 1, pero las alteraciones que se señalarán modificarán este resultado.

Si tenemos en cuenta que en el individuo en posición erecta los alvéolos apicales se encuentran a unos 10 cm por encima del hilio pulmonar, sabremos que en ellas la presión media (PM) de la sangre será 10 cm de H₂O menor que la PM de la arteria pulmonar, pues será la presión consumida en su ascenso vertical hacia el vértice pulmonar, es decir, que si a nivel de la arteria pulmonar la PM es de 20 cm de H₂O (aproximadamente 15 mmHg), a nivel del capilar apical la PM será de 10 cm de H₂O, sin embargo aunque el riego sanguíneo en esta zona es menor, estos alvéolos son precisamente de mayor tamaño (más ventilados que perfundidos), lo que condiciona que una parte del aire alveolar no entre en contacto con el capilar pulmonar, creándose un incremento del espacio muerto fisiológico, aquí la VA/Q será >1.

A nivel de la zona media del pulmón, la situación es diferente, donde se logra un equilibrio perfecto de VA/Q pues en ella el intercambio gaseoso es normal (los alvéolos son también ventilados como perfundidos) y la relación VA/Q =1/3. Y a nivel de los segmentos basales, por haber un mayor aporte de sangre y por efecto de la gravedad, las presiones sanguíneas aumentan en unos 10 cm de H₂O por encima de la presión media de la arteria pulmonar, es decir que en estos segmentos la perfusión es mayor y las presiones de la sangre a nivel capilar podrá alcanzar unos 30 cm de

H₂O y aunque los alvéolos son más ventilados que en el resto del pulmón, no son aireados en correspondencia con el aumento de la perfusión (son menos ventilados que perfundidos), por tanto la relación VA/Q será < 1, por lo que la ventilación de los alvéolos basales es insuficiente para el volumen de sangre que atraviesan sus capilares y por este motivo, parte de ella queda sin intercambiar gases con el aire alveolar.

A este fenómeno se le denomina shunt intrapulmonar o cortocircuito pulmonar, es decir, que en condiciones normales, una pequeña parte de la sangre que llega a la aurícula izquierda, después de haber atravesado los pulmones, no va totalmente saturada de oxígeno. En decúbito estas irregularidades son menos intensas pues, aunque la perfusión sea mayor en las zonas posteriores de todo el pulmón, la distancia en altura para que la sangre alcance los capilares de la zona anterior, será menor y por tanto será mejor irrigada.

Difusión pulmonar

Se denomina de tal forma al paso de gases a través de la membrana alveolo-capilar desde las zonas de mayor concentración de gases a la de menor. Esta membrana recibe el nombre de unidad funcional respiratoria. El proceso de difusión está favorecido por las características anatómo-funcionales del tejido pulmonar:

- El capilar está en íntimo contacto con la pared alveolar reduciendo al mínimo el tejido intersticial
- Los capilares forman una red muy amplia que rodea totalmente el alvéolo, por lo que algunos autores lo identifican como una verdadera película de sangre que lo recubre
- El paso de la sangre por la pared alveolar dura el tiempo necesario para que la transferencia de gases resulte efectiva
- La membrana pulmonar es lo suficientemente delgada como para que sea fácilmente atravesada por los gases

En condiciones normales, esta membrana es tan delgada que no es obstáculo para el intercambio, los glóbulos rojos a su paso por la zona del capilar en contacto con el alvéolo, lo hacen de uno en uno debido a la extrema delgadez del capilar, y antes que haya sobrepasado el primer tercio de este territorio, ya se ha realizado perfectamente el intercambio gaseoso, pero en algunas enfermedades pulmonares como el SDRA, esta membrana se altera y dificulta el paso de gases, por tanto los trastornos de la difusión son otra causa de hipoxemias.

Factores que afectan la difusión a través de la membrana respiratoria:

- Espesor de la membrana: puede ser afectado por la presencia de líquido (edema) en el es-

pacio alveolar o intersticial. También se afecta por fibrosis pulmonar. La rapidez de difusión a través de la membrana, será inversamente proporcional al espesor de la misma.

- Superficie de la membrana: puede estar disminuida como ocurre en el enfisema, donde la ruptura de tabiques alveolares condicionan burbujas que se comportan como grandes cavidades mucho más amplia que los alvéolos, pero con reducción del área de membrana.
- Coeficiente de difusión del gas: para la transferencia de cada gas depende de la solubilidad de cada uno de ellos y de su peso molecular. La capacidad de difusión de la membrana respiratoria es similar a la del agua, por tanto el CO₂ es 20 veces más difusible que el O₂ y este 2 veces más rápido que el N₂. La lesión progresiva de la membrana se traduce por disminución de la capacidad de transportar O₂ hacia la sangre, constituyendo un problema mayor que la capacidad menor de transportar CO₂ hacia el alvéolo.
- Gradiente de presiones entre los gases existentes a ambos lados de la membrana: la presión parcial está determinada por el número de moléculas que chocan contra la superficie de la membrana a ambos lados de ella, lo que significa la tendencia de cada gas de atravesar la membrana. Los gases siempre se trasladarán de la zona de mayor presión a la de menor presión. La difusión se establece en virtud de los gradientes de presiones, es decir, de las distintas concentraciones de los gases según los diferentes sitios, proporcionando su movimiento desde las zonas de mayor concentración a las de menor concentración.

Transporte de oxígeno

Hasta ahora hemos recordado los caminos que recorre el O₂ para llegar desde el aire atmosférico hasta los capilares pulmonares. Pues bien ya en la sangre, el oxígeno en su mayor parte va unido a la Hemoglobina (porción hem) en forma de oxihemoglobina y una parte mínima va disuelto en el plasma sanguíneo. Por esta razón la cantidad de hemoglobina es un factor muy importante a tener en cuenta para saber si el enfermo está recibiendo una cantidad de oxígeno suficiente para su metabolismo tisular. Por este motivo, un paciente puede tener una gasometría normal, pero si presenta una anemia importante (disminuye el número de transportadores del O₂), la cantidad de O₂ que reciben sus tejidos no es suficiente.

Por ejemplo, 1g de Hb puede combinarse químicamente o asociarse con 1.39 ml de O₂, por lo que en 100 ml de sangre, que contiene 15 g de Hb,

esta puede combinarse químicamente con 20 ml de O₂, aunque esto dependerá de la presión parcial del O₂ en la sangre. Los tejidos consumen 5 ml por 100 ml, por lo que para un volumen sanguíneo de 5 l se consumirán 250 ml de O₂ aproximadamente. Si el total de O₂ de la sangre es de 1000 ml, en caso de paro cardíaco, este será consumido en solo 4 min, por lo que solo tenemos ese margen para restablecer la circulación sin que quede daño cerebral, lógicamente en dependencia con el estado previo del paciente.

Otro factor a tener en cuenta es la función cardíaca. Si existe una insuficiencia cardíaca, la corriente sanguínea se va a tornar lenta, se formarán zonas edematosas y con ello el oxígeno que llegará a los tejidos será posiblemente insuficiente para el adecuado metabolismo tisular.

Transporte de CO₂

En condiciones de reposo normal se transportan de los tejidos a los pulmones con cada 100 ml de sangre 4 ml de CO₂. El CO₂ se transporta en la sangre de 3 formas:

- Disuelto en el plasma
- En forma de carbamino-hemoglobina
- Como bicarbonato

Regulación de la respiración

El sistema nervioso ajusta el ritmo de ventilación alveolar casi exactamente a las necesidades del cuerpo, de manera que la presión sanguínea de oxígeno (pO₂) y la de dióxido de carbono (pCO₂) difícilmente se modifica durante un ejercicio intenso o en situaciones de alarma respiratoria, estos mecanismos de regulación son el nervioso (centro respiratorio) y el químico.

Centro respiratorio

Compuesto por varios grupos muy dispersos de neuronas localizadas de manera bilateral en el bulbo raquídeo y la protuberancia anular. Se divide en 3 acúmulos principales de neuronas:

- Grupo respiratorio dorsal: localizado en la porción dorsal del bulbo, que produce principalmente la inspiración (función fundamental)
- Grupo respiratorio ventral: localizado en la porción recto lateral del bulbo, que puede producir espiración o inspiración según las neuronas del grupo que estimulen
- Centro neumotáxico: localizado en ubicación dorsal en la parte superior de protuberancia, que ayuda a regular tanto la frecuencia como el patrón de la respiración

En los pulmones existen receptores que perciben la distensión y la compresión; algunos se hallan localizados en la pleura visceral, otros en los bronquios, bronquiolos e incluso en los alvéolos. Cuando

los pulmones se distienden los receptores transmiten impulsos hacia los nervios vagos y desde éstos hasta el centro respiratorio, donde inhiben la respiración. Sin embargo este reflejo no suele activarse probablemente hasta que el volumen se vuelve mayor de 1.5 litros aproximadamente. Así pues, parece ser más bien un mecanismo protector para prevenir el hinchamiento pulmonar excesivo en vez de un ingrediente importante de la regulación normal de la ventilación.

Regulación Química

El objetivo final de la respiración es conservar las concentraciones adecuadas de oxígeno, dióxido de carbono e hidrógeno en los líquidos del organismo. El exceso de CO₂ o de iones hidrógeno afecta la respiración principalmente por un efecto excitatorio directo en el centro respiratorio en sí, quimiorreceptor central, que determina una mayor intensidad de las señales inspiratorias y espiratorias a los músculos de la respiración.

El aumento resultante de la ventilación aumenta la eliminación del CO₂ desde la sangre, esto elimina también iones hidrógeno, porque la disminución del CO₂ disminuye también el ácido carbónico sanguíneo. El O₂ no parece tener efecto directo importante en el centro respiratorio del cerebro para controlar la respiración. Los quimiorreceptores periféricos se encuentran localizados en los cuerpos carotídeo y aórtico, que a su vez transmiten señales neuronales apropiadas al centro respiratorio para controlar la respiración.

Causas de depresión del centro respiratorio:

- Enfermedades cerebrovasculares
- Edema cerebral agudo
- Anestesia o narcóticos

Cianosis central y cianosis periférica: Es importante, diferenciar claramente los conceptos de cianosis central y cianosis periférica, porque diferentes son también las importantes decisiones terapéuticas, especialmente en los enfermos bajo VM. Cianosis es la coloración azul de la mucosa y la piel, como consecuencia de un aumento de la hemoglobina reducida (no se encuentra combinada con el O₂) por encima del valor absoluto de 5 gr por 100 ml, o lo que es lo mismo, cuando la cantidad de hemoglobina que transporta oxígeno ha disminuido considerablemente. En el caso de la llamada cianosis central, la disminución del oxígeno que transporta la hemoglobina, se debe a enfermedad pulmonar o anomalías congénitas cardíacas (shunt anatómico, etc.), las extremidades suelen estar calientes y tienen buen pulso. En el caso de la cianosis periférica, la hemoglobina se satura normalmente en el pulmón, pero la corriente circulatoria en la periferia es muy lenta o escasa, y suele ser secundaria a fenómenos locales como vasoconstricción por frío, oclusión arterial o

venosa, disminución del gasto cardíaco, shock, etc. Las extremidades suelen estar frías y el pulso imperceptible o filiforme. Tanto una como otra se observa mejor en las zonas distales del cuerpo (pies, manos, labios, pabellones auriculares, etc.), su significado es totalmente distinto y su confusión un grave error.

Hipoventilación e hiperventilación: La hipoventilación equivale a una ventilación pulmonar pobre, de forma tal que no se puede eliminar el suficiente CO₂, lo cual conlleva a una acumulación del mismo y se traduce en una gasometría arterial donde la pCO₂ está por encima de 45 mmHg. Hablamos de hiperventilación cuando la ventilación pulmonar es excesiva, de manera que se eliminan enormes cantidades de CO₂, traducido gasométricamente en una disminución de la pCO₂ arterial por debajo de 35 mmHg. Por lo tanto solo hablaremos de hiperventilación o hipoventilación cuando obtengamos los resultados de la pCO₂ mediante una gasometría arterial, o la PET CO₂ (Presión Espiratoria Total del CO₂), que mediante el capnógrafo, podemos obtener de forma incruenta en pacientes sometidos a la VM. La taquipnea y la bradipnea son síntomas clínicos que con frecuencia se asocian a la hipoventilación e hiperventilación, pero no siempre es así.

Fisiopatología respiratoria

Cor pulmonale: El cor pulmonale o hipertrofia ventricular derecha, aparece en los últimos estadios de los trastornos crónicos que afectan la función o la estructura pulmonar. Pese a su mal pronóstico, el tratamiento está dirigido a reducir la hipoxia y a incrementar la tolerancia al ejercicio y, siempre que sea posible, a corregir las causas subyacentes. Estas incluyen:

- Enfermedades pulmonares que afectan las vías respiratorias (EPOC, asma bronquial)
- Alteraciones que implican el parénquima pulmonar (como sarcoidosis, fibrosis pulmonar, neumoconiosis, periarteritis nudosa y tuberculosis)
- Enfermedades vasculares (como vasculitis, embolia pulmonar u obstrucción vascular externa causada por tumor o un aneurisma)
- Anomalías de las paredes torácicas, incluyendo las deformidades de la caja torácica, como cifoescoliosis y pectus excavatum
- Otros factores externos presentes en pacientes obesos, en los que viven a gran altura y en los que sufren trastornos neuromusculares (como distrofia muscular y poliomielitis)

Sistema respiratorio

- Taquipnea, Cianosis
- Dificultad para respirar ante los esfuerzos mínimos

- Posibles crepitantes en las bases pulmonares

Sistema Cardiovascular

- Taquicardia
- Distensión de las venas del cuello
- Edema en las extremidades inferiores

Sistema Neurológico

- Ansiedad
- Nivel de conciencia disminuido
- Confusión, posible pérdida de memoria

¿Qué pacientes pueden beneficiarse de la rehabilitación respiratoria?

- Enfermedades respiratorias crónicas
 - EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica)
 - Asma bronquial
 - Bronquiectasias
 - Fibrosis quística
- Enfermedades de la caja torácica
 - Escoliosis, cifoescoliosis
 - Espondilitis anquilosante
 - Traumatismos torácicos
- Enfermedades neuromusculares
 - Lesionado medular
 - Miopatías, distrofias, enfermedades degenerativas
 - Síndrome post-polio
- Afectaciones pleurales
 - Derrame pleural
 - Empiema
- Enfermedades intersticiales parénquima pulmonar
- Cirugía
 - Pre y post-trasplante pulmonar
 - Pre y post-cirugía de reducción de volumen
 - Cirugía de resección pulmonar
 - Cirugía abdomen alto
 - Trasplante cardíaco
- Enfermo geriátrico

Objetivos de la fisioterapia respiratoria

- Objetivos generales
 - Prevenir posibles disfunciones respiratorias

- Restituir y mantener la función pulmonar
 - Mejorar la capacidad funcional y la calidad de vida
 - Implicar al paciente y al cuidador en el proceso y la evolución de la enfermedad
- **Objetivos específicos**
- Enseñar mecanismos para disminuir la disnea
 - Facilitar y favorecer el drenaje de secreciones
 - Mejorar la eficacia de la musculatura respiratoria
 - Prevenir la atrofia muscular secundaria a la inactividad e hipoxemia
 - Realizar una educación sanitaria orientada al conocimiento de las técnicas de ahorro energético en el marco de las actividades de la vida diaria (AVD)
 - Favorecer la readaptación al esfuerzo, sobre todo en pacientes previamente independientes o poco dependientes
 - Prevenir la sobrecarga física del cuidador en los pacientes dependientes (ergonomía de la movilización de los enfermos: vueltas en la cama, transferencia a sedestación, giros, etc.)

Por tanto, es necesario evaluar en cada paciente, y dependiendo de su situación clínica, el procedimiento de fisioterapia más adecuado.

Aspectos de la valoración de la fisioterapia respiratoria y la rehabilitación en los pacientes

- Grado de severidad de la EPOC según la clasificación GOLD y exacerbaciones previas
- Hábitos tóxicos y comorbilidad asociada
- Tratamiento farmacológico
- Oxigenoterapia domiciliar y horas de administración
- Constantes vitales y saturación de O₂ en reposo y durante el esfuerzo
- Patrón respiratorio
- Tipo de tos y expectoración
- Grado de disnea (escalas MRC, Borg)
- Presencia de signos relacionados con la EPOC (cianosis, flapping, edemas, etc.)
- Deformidades torácicas
- Alteraciones osteomusculares (se debe prestar atención a la posible miopatía con afectación de la musculatura antigravitatoria)
- Algias
- Auscultación bronquial
- Grado de autonomía en las AVD (índice de Barthel) previa a la exacerbación y en el momento actual
- Evaluación de barreras arquitectónicas (escaleras, baño con bañera, etc.)

Valoración de la fisioterapia respiratoria

Los principales aspectos de esta valoración se resumen en la Tabla 2 y entre ellos se incluyen:

- Aspectos clínicos: enfermedad actual, antecedentes, tratamiento farmacológico, nutrición, etc
- Pruebas radiológicas y pruebas de función pulmonar
- Grado de afectación respiratoria, incluyendo el grado de disnea habitual y la presencia de hipersecreción bronquial (más de 30 ml/día)
- Grado de afectación funcional previa a la descompensación, distinguiendo entre pacientes independientes o con dependencia leve (índice de Barthel > 60) para las actividades básicas de la vida diaria (ABVD) y aquellos con dependencia total o severa (Barthel < 60)
- Exploración estática del tórax. Es la inspección de la morfología torácica (diámetros, deformaciones óseas, etc.) y del tono muscular. También forma parte de esta exploración la auscultación para detectar cualquier anomalía

Técnicas de fisioterapia respiratoria

Hay muchas técnicas de fisioterapia respiratoria. Algunas, muy populares, han quedado prácticamente en desuso por falta de eficacia (p. ej., clapping) o por ser muy complejas. La utilización de una u otra técnica depende del perfil de paciente (hipersecretor, grado de disnea, mayor o menor capacidad de comprensión, etc.) y de los objetivos que queramos lograr. Las que se describen a continuación son las más utilizadas por su sencillez y eficacia.

Es necesario que el paciente y el cuidador principal las aprendan de manera adecuada para poder realizarlas con efectividad y poder conseguir los objetivos marcados. También es importante no agotar al paciente y repartir las sesiones de fisioterapia a lo largo del día.

- Técnicas activas: Indicadas en pacientes colaboradores, con buena comprensión. En estas técnicas se trabaja con diferentes volúmenes y flujos de aire para movilizar las secreciones bronquiales desde las zonas distales a las proximales (flujos lentos para zonas distales y rápidos para las proximales). Con la tos eficaz, estas secreciones se evacúan al exterior.
- Técnicas con control del flujo respiratorio rápido. Destinadas al drenaje de secreciones de las vías aéreas proximales. AFE (aumento del flujo espiratorio) a bajo volumen y alto flujo. Se pide al paciente una espiración rápida y a glotis abierta. En este caso, el volumen de aire inspirado previamente ha de ser mínimo; el flujo, en contraposición, debe ser rápido. Si el estado del paciente lo permite se puede asistir la fase espiratoria con presiones manuales, tanto torácicas como abdominales.
- Técnicas de permeabilización de la vía aérea
 - Mejorar el transporte mucociliar
 - Aumentar el volumen de expectoración diaria
 - Disminuir la resistencia de la vía aérea
 - Mejorar la función pulmonar
 - Estas técnicas se pueden usar en hipersecretorios
- Técnicas de relajación. Controlar la disnea y disminuir el trabajo respiratorio
- Técnicas de reeducación respiratoria
 - 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 AVD
 - Desensibilizar la disnea
- Técnicas de readaptación al ejercicio
 - Permitir una mejor tolerancia a las AVD
 - Desensibilizar la disnea
- Técnicas que utilizan el efecto gravedad
 - Drenaje postural
 - Ejercicio a débito inspiratorio controlado
- Técnicas que utilizan las ondas de choque
 - Percusión
 - Vibraciones/sacudidas
 - Flutter
- Técnicas que utilizan la compresión del gas
 - Tos dirigida
 - Presiones manuales torácicas
 - Ciclo activo respiratorio
- Técnica de espiración forzada
 - Aumento del flujo espiratorio
 - Espiración lenta total a glotis abierta en lateralización
 - Drenaje
- Técnicas que utilizan la presión positiva de la vía aérea
 - Presión espiratoria positiva (PEP)
 - Presión positiva continua en la vía aérea (CPAP)
 - Sistema de bipresión positiva (BiPAP)
- Técnicas de reeducación respiratoria
 - Ventilación lenta controlada
 - Respiración con labios fruncidos
 - Ventilación dirigida
 - Movilizaciones torácicas
 - Control ventilatorio en AVD
 - Reentrenamiento físico general
 - Entrenamiento de las extremidades superiores y/o inferiores
 - Entrenamiento corporal global
 - Entrenamiento específico de los músculos respiratorios
 - Resistencia al flujo
 - Límite de carga
- Técnicas de control de flujo espiratorio lento. Destinadas a la movilización de las secreciones de las vías aéreas de pequeño diámetro hacia las de mayor diámetro.
- ELTGOL (espiración lenta total a glotis abierta en lateralización): Debe auscultarse al paciente con anterioridad a la realización de esta técnica, con el objetivo de identificar y localizar las secreciones en alguno de los campos pulmonares. El paciente se coloca en decúbito lateral, con semiflexión de cadera. El hemitórax a drenar debe colocarse en la parte inferior (en contacto directo con la cama). Se solicita al paciente una inspiración normal y a continuación una espiración lenta y larga con la glotis abierta hasta volumen residual. El cuidador puede ayudar al ejercicio colocando una mano en el Hemitórax superolateral (presión en sentido caudal) y la otra en el abdomen del lado infralateral (presión en sentido cefálico). El mismo paciente puede realizar dicha técnica sustituyendo las manos del cuidador por las suyas. Una vez la mucosidad se localice en las vías aéreas de mayor calibre

se asiste o facilita la tos con el fin de producir una expectoración activa. Podemos realizar la secuencia de tos 2 o 3 veces si el paciente lo requiere. La técnica se repite sobre el hemitórax contralateral. Se debe evitar esta maniobra en bronquiectasias, abscesos y anomalías vasculares.

- AFE a alto volumen y bajo flujo. Se pide al paciente una inspiración hasta el volumen de reserva inspiratorio y luego una espiración hasta llegar al volumen residual. La espiración ha de ser a bajo flujo y a glotis abierta (como si quisiera empañar un espejo).

Técnicas espiratorias y ayudas instrumentales

Las técnicas espiratorias no son aconsejadas durante el periodo de crisis debido a la obstrucción bronquial que se produce. Sin embargo, su práctica mejora la higiene bronquial, el drenaje de secreciones y contribuye a la reeducación del patrón respiratorio para disminuir la hiperinsuflación. Las ayudas instrumentales favorecen la limpieza de las vías aéreas mediante la vibración, la presión positiva o ambas. Tanto las técnicas espiratorias, como las ayudas instrumentales destinadas a la eliminación de secreciones, deben ir acompañadas con maniobras de reeducación de la tos. Con objeto de evitar la tos irritativa, el paciente debe aprender maniobras de tos productiva con el fin de expulsar las secreciones de manera eficaz y disminuir la fatiga.

Fisioterapia con ayudas instrumentales: Los dispositivos disponibles en el mercado y cuya eficacia depende en gran medida de su correcta utilización son diversos. Es importante recibir las instrucciones de empleo de un fisioterapeuta, que además debe controlar la forma de respirar. Los dispositivos se usan durante la fase espiratoria en la cual el paciente genera un flujo de aire constante. Es preferible que el paciente se encuentre sentado y con los codos apoyados encima de una mesa. La técnica se realiza a demanda, en relación con la cantidad de esputo y con la disminución de fuerza muscular presentada (Torres).

Inspirómetros de incentivo

Estos dispositivos son utilizados como una de las medidas para tratar y prevenir las complicaciones pulmonares pre operatorias aumentando el volumen pulmonar, favoreciendo el drenaje de secreciones y mejorando el intercambio de gases. Su función es incentivar al paciente a realizar inspiraciones largas y profundas ya que de esta forma conseguimos el objetivo principal del aparato que es aumentar el volumen corriente acercándonos lo máximo posible hasta la capacidad pulmonar total (Zuazagoitia).

Tipos de Inspirómetros:

- Orientados por flujo: Monitorizan el triflow inspiratorio que realiza el paciente. El respirador fue desarrollado específicamente para la prevención de infecciones pulmonares en general, elimina secreciones, incentivando al paciente a realizar inspiraciones profundas y forzadas. Facilitar la Ventilación Pulmonar previniendo e impidiendo la obstrucción de bronquiolos distendidos o los alvéolos pulmonares (Zuazagoitia). Modo de Uso:
Lograr elevar las 3 esferas, con varios niveles de dificultad y mantenerla elevada por unos instantes. Existe por lo tanto un incentivo para el paciente que justifica el resultado a través de su evolución.
- Orientados por volumen y flujo: Monitorizan el volumen de aire inspirado y facilitan el control del flujo inspiratorio. Indican al paciente el flujo medio correcto para conseguir altos volúmenes inspiratorios a la vez que monitorizan el volumen incentivando al paciente a ventilar acercándose a su capacidad vital. Consigue así el principal fin para el que se indica este dispositivo, el reclutamiento alveolar (Zuazagoitia).

Objetivos (flujo-volumen)

- Recuperar volumen pulmonar.
- Favorecer el reclutamiento alveolar.
- Mejorar el aclaramiento mucociliar.
- Prevenir el colapso pulmonar distal.
- Incentivar psicológicamente. 11

Indicaciones

- Atelectasia pulmonar o condiciones predisponentes a desarrollarla como cirugía torácica, cirugía abdominal alta.
- Afecciones pulmonares de origen restrictivo asociadas a disfunción de la musculatura diafragmática, deformidad de la caja torácica, etc.

Contraindicaciones

- Pacientes que no pueden ser instruidos o supervisados para un apropiado uso del dispositivo (no colaborador)
- Incapacidad física
- Pacientes que no logran realizar una ventilación profunda y efectiva
- Fatiga muscular inspiratoria
- Tiraje y/o patrón ventilatorio paradójico

Procedimiento

- Explicar al paciente el funcionamiento, el uso y el cuidado correcto del equipo
- Fijar el volumen meta en el inspirómetro
- Colocar al usuario en posición cómoda y adecuada (sentado o semisentado)

Instrucciones

- Sellar con los labios alrededor de la boquilla
- Exhalar normalmente y hacer una inspiración profunda y lenta
- Al final de esta inspiración mantener el aire dentro entre 3 y 5 segundos (apnea telinspiratoria)
- Dejar salir el aire lentamente

Evidencia Científica Disponible más Reciente: La guía clínica sobre Inspirometría de Incentivo de la Asociación Americana de Cuidados Respiratorios publicadas en Octubre de 2011 hacen las siguientes recomendaciones clasificadas según la escala GRADE (Zuazagoitia):

- Se recomienda el uso de la Inspirometría Incentivada en conjunto con técnicas de ventilación profunda, tos dirigida, movilización precoz y analgesia óptima para prevenir complicaciones pulmonares postoperatorias.
- Se sugiere que los ejercicios de ventilación profunda tengan el mismo efecto beneficioso que la Inspirometría Incentivada en el tratamiento pre y post operatorio para prevenir complicaciones postoperatorias.
- El uso rutinario de la Inspirometría Incentivada para prevenir atelectasias en pacientes sometidos a cirugía abdominal alta y de revascularización miocárdica no está recomendada.
- Se sugiere el inspirómetro de incentivo orientado por flujo y volumen como el dispositivo de elección.

Acapella

Combina también la PEP y la vibración producida por una resistencia intermitente al flujo de aire espirado. Combina la presión espiratoria positiva con la vibración. Pero este dispositivo, al contrario que el anterior, no depende de la gravedad. Existen tres modelos:

- Flujo lento (< 15 l/min)
- Flujo alto (> 15 l/min)
- Acapella Choice

Tiene un balancín con un metal en un lado.

Hay un imán que atrae al metal para que bloquee el orificio de paso del aire. Esto genera una presión que empuja el metal.

Resistencia:

- El mecanismo es por medio de un imán que mantiene el agujero tapado. Regulando la separación del imán, se regula la fuerza que hace este sobre el balancín (González).
- Produce un efecto de despegue y arrastre de la mucosidad alojada en la pared bronquial acercándolas a vías aéreas más proximales y de mayor calibre.

Uso:

- Posición del paciente: sedestación y en los distintos decúbitos.
- Fase 1: liberación y movilización
 - Inspiración lenta en VRI. Apnea teleinspiratoria de 2-3"
 - Espiración activa, pero no forzada a través del dispositivo de PEP oscilatorio. No llevar a VR
 - Buscar máxima sensación de vibración en los pulmones. Se puede poner la mano en el tórax para valorar la vibración, pero nuestra sensación varía según el tórax
 - Realizar de 5-10 veces
- Fase 2: eliminación
 - Inspiración lenta a CPT, con apnea teleinspiratoria 2 o 3"
 - Espiración máxima y forzada a través del sistema
 - Repetir esto 1-2 veces
 - Finalizar la secuencia con TEF o tos a volumen alto, para eliminar las secreciones proximales.
- Repetir las fases 1 y 2 hasta haber aclarado las secreciones (González).

Función y Evidencia Científica: Favorece la limpieza traqueobronquial y la broncodilatación. Algunos estudios muestran ventajas de la Acapella (forma de onda más estable y mayor rango de flujo de aire) sobre el Flutter pero no se han realizado ningún estudio en pacientes con fibrosis quística (Gonzalez).

Threshold IMT

Proporciona una presión constante y específica para fortalecer y aumentar la resistencia de los músculos inspiratorios, independientemente de la rapidez con la que respiren los pacientes. Este dispositivo incorpora una válvula unidireccional independiente del flujo para garantizar una resistencia constante e incluye un ajuste

de presión específico (en cm H₂O) que el profesional médico puede ajustar. Cuando el paciente inhala a través del dispositivo Threshold IMT, una válvula accionada por resorte ofrece una resistencia que ejercita los músculos respiratorios (Larson). Muestran un aumento en la fuerza muscular respiratoria y ejecución de ejercicio en individuos con músculos inspiratorios débiles y pobre tolerancia al ejercicio.

Funcionamiento

- Resistencia
- Presión threshold (umbral)

IMT resistencia

- Típicamente consisten de respiraciones a través de una serie de orificios ajustables proveyendo una resistencia flujo - dependiente que disminuye al disminuir el flujo
- Pflflex (respironic), Dispositivo pressure threshold
- Provee una presión constante y sostenida durante toda la inspiración que es independiente del flujo de aire.
- Funcionamiento: El individuo genera una mínima fuerza muscular inspiratoria para vencer una carga umbral para generar una fuerza inspiratoria suficiente para abrir la válvula de resorte activado.

Indicaciones

- Reduce disnea ejercional en pacientes con enfisema, aumenta la resistencia a la vía aérea glótica y la fibrosis quística.
- Aumentar fuerza muscular inspiratoria en pacientes no dependientes y dependientes de VM

Características del Threshold IMT

- Válvula unidireccional independiente del flujo.
- La presión constante (independiente del flujo de aire del paciente) elimina la necesidad de un indicador de presión.
- Fácil de instalar, presión realmente ajustable (incrementos de 2 cm H₂O)
- Terapia efectiva en cualquier posición.
- Puede utilizarse con pieza bucal o mascarilla
- Fácil de limpiar.
- Fabricado en acrílico de alto impacto duradero.
- Fortalece los músculos respiratorios.
- Aumenta la resistencia de los músculos respiratorios.
- Aumenta la tolerancia al ejercicio (Larson)

Evidencias Científicas: Existen evidencias que ha demostrado ser eficaz en la mejoría de la fuerza y re-

sistencia muscular, parámetros que han demostrado ser efectivo en la reducción de la disnea y una mejoría en la resistencia inspiratoria (Torres).

Técnicas pasivas: Indicadas en pacientes con escasa colaboración, dificultad de comprensión, limitación importante del flujo espiratorio o debilidad muscular severa. Se realizan presiones torácicas manuales coordinadamente durante la fase espiratoria en el AFE. Estas presiones las realiza el cuidador o fisioterapeuta en el abdomen y esternón conjuntamente, en el tórax de forma bilateral (Curia).

Técnicas de control de la disnea: El paciente debe tomar conciencia de su patrón ventilatorio, ya que es el primer paso para la reeducación respiratoria. Es necesario conseguir un estado de relajación, preferiblemente con el paciente en decúbito supino adoptando una posición de semiflexión de extremidades inferiores con el fin de permitir la relajación de la musculatura abdominal y, en consecuencia, favorecer el libre movimiento del músculo diafragma.

- Ventilación lenta controlada. Ventilación abdominal diafragmática a baja frecuencia. Resulta bastante fatigante.
- Ventilación a labios fruncidos. Especialmente indicada en EPOC con disnea grave. Es una técnica fácil y algunos pacientes la utilizan de forma espontánea. Se trata de realizar una inspiración nasal lenta seguida de una espiración con los labios fruncidos. Esta maniobra consigue evitar el colapso precoz de la vía aérea desplazando el punto de igual presión hacia la parte proximal del árbol bronquial.
- Ventilaciones dirigidas por el fisioterapeuta o autodirigidas por el propio paciente. Se trata de reeducar la respiración, tanto en reposo como en ejercicio, dirigiendo la respiración del paciente. Para ello se debe movilizar la zona que se quiere tratar sin movilizar el resto del tórax. Esta técnica está fundamentalmente indicada en los pacientes que tienen una intensa hiperinsuflación con aplanamiento diafragmático.
- Movilizaciones torácicas. Pueden ser activas por parte del paciente, activas asistidas o pasivas. Se trata de estimular y ventilar selectivamente zonas pulmonares (las manos del fisioterapeuta del paciente guían la zona a ventilar) (Curia).

Es útil también enseñar al paciente técnicas de relajación. Estas técnicas pretenden conseguir una sensación general de bienestar y reducir la tensión

muscular (especialmente de los músculos accesorios de la respiración), el coste energético de la respiración y la ansiedad producida por la disnea. La posición del paciente es importante y se recomienda el decúbito supino (si se tolera), la semisedestación o el decúbito lateral con ayuda de varios cojines que permitan dar soporte y relajar los músculos accesorios del cuello y de la cintura escapular (Curia).

Contraindicaciones de la fisioterapia respiratoria

No se deben realizar técnicas de fisioterapia respiratoria, en concreto las que demandan flujos espiratorios altos, si se sospecha que pueden desencadenar broncospasmo. Tampoco está indicada en los pacientes que tengan falta de motivación, disfunción cognitiva grave, comorbilidad descompensada, hemoptisis o hipoxemia grave no corregida con suplemento de oxígeno. Asimismo, es conveniente realizar el tratamiento broncodilatador antes de iniciar las técnicas de drenaje bronquial y la terapia antibiótica posteriormente a la fisioterapia (Curia).

Readaptación al esfuerzo

Otro aspecto destacado en la calidad de vida del paciente con EPOC u otro paciente con patología respiratoria, es la intolerancia al ejercicio, ya que la actividad física empeora su disnea. Por eso es fundamental practicar ejercicio físico de forma regular, con incrementos progresivos de la intensidad y adaptado a las características y necesidades de cada paciente. Con el fin de evitar el deterioro de la función muscular y mejorar la funcionalidad, el entrenamiento debe empezar lo antes posible. Debe basarse en pautas de ejercicio sencillas, reproducibles y fáciles de recordar para el paciente y su cuidador.

El desarrollo del plan de trabajo funcional y sus objetivos finales dependen del estado funcional previo a la exacerbación. Se deben contemplar todos los casos con objetivos realistas, considerando las necesidades y limitaciones de cada paciente. Del mismo modo es necesario tener en cuenta otras necesidades, como asistencias técnicas para la deambulación (andadores, etc.), barreras arquitectónicas dentro y fuera del domicilio, etc.

La sesión de fisioterapia funcional tiene que desarrollarse basándose en el grado de disnea y la presencia de signos de fatiga respiratoria como tiraje de la musculatura accesoria, espiración activa en reposo, aleteo nasal, taquipnea marcada, etc. La intensidad del ejercicio puede variar entre sesiones, dependiendo del estado del paciente (Curia). Como norma general, cada ejercicio puede repetirse 10 veces y se recomienda realizar 3 sesiones diarias. Es tan importante no llegar a un grado extremo de sobrecarga como in-

crementar la dificultad de los ejercicios para mejorar la forma física.

Según estas recomendaciones se plantean 3 fases de tratamiento, desde la más precoz, para pacientes más dependientes o graves, hasta la fase final, para pacientes con mejor estado funcional. En caso de tolerar la fase final se debe plantear un programa de rehabilitación respiratoria ambulatoria (Curia).

- Fase inicial

- Ejercicios en decúbito
- Flexoextensión de tobillo (mejoran el retorno venoso)
- Flexión de cadera con flexión de rodilla (mejor con medias y vigilando el rozamiento del talón con las sábanas)
- Ejercicios en sedestación
- Hacer el gesto de levantarse (despegar los glúteos unos centímetros del asiento) con las manos apoyadas en los brazos de la butaca y aguantar la posición 5-10 s
- Extensión de la rodilla manteniendo la contracción activa del cuádriceps 2-3 s.
- Flexión de la cadera despegando la zona plantar del suelo
- Flexión activa de las extremidades superiores con las manos cruzadas, codos en extensión o flexión, dependiendo del grado de disnea. Se debe combinar el tiempo inspiratorio con la flexión activa.
- Abducción de las extremidades superiores de modo bilateral. Se debe combinar el tiempo inspiratorio durante la abducción activa (Curia)
- Fase media: En el momento en que el paciente lo tolere, se inicia la pauta de fisioterapia en bipedestación. Inicialmente debe evaluarse el correcto control postural. Si éste fuese deficiente se debe poner especial énfasis en el trabajo de las reacciones de equilibrio. En esta fase, los ejercicios para el paciente es permanecer en bipedestación apoyando las extremidades superiores en un soporte (respaldo de una butaca pesada), controlando el correcto control postural (espalda recta, vista al frente).
 - Semiflexión de rodillas (squat) realizando la flexión en el tiempo espiratorio.
 - Contracción activa tanto de glúteo medio como de glúteo mayor, tra-

- ducido en lateralización activa y alterna de cada una de las extremidades inferiores con la rodilla en extensión, así como extensión activa de cada una de las extremidades inferiores.
- Flexión activa de la cadera hasta los 90° con la rodilla en flexión.
 - Elevación talar activa manteniendo la elevación 2-3 s.
 - En el momento de iniciar la deambulación es necesario valorar el tipo de asistencia técnica previa a la exacerbación y si la necesita en la actualidad.
 - Del mismo modo es preciso evaluar el conjunto de barreras arquitectónicas del domicilio. Con el fin de evitar caídas es conveniente retirar utensilios y mobiliario que puedan entorpecer la deambulación del paciente (alfombras, etc.). Deben tenerse en cuenta las necesidades de oxigenoterapia, adaptando la marcha al uso de este dispositivo y valorar si precisa un aumento de la FiO_2 durante el esfuerzo.
 - Iniciar la deambulación con calzado cerrado, cerca de la pared siempre que sea posible. Vigilar la necesidad de supervisión, asistencia manual o técnica según cada caso. Utilizar las técnicas de ahorro energético (iniciar los pasos en el tiempo que dure la espiración).
 - Marcha lateral: el paciente se coloca de lado deambutando de este modo, alternando abducción y aducción de ambas extremidades inferiores.
 - Cambios de ritmo de marcha dentro del domicilio pasando por fases de mayor y menor carga funcional (pasos rápidos alternando con pasos más lentos).
 - Deambulación con aumento del tiempo en la fase de oscilación de la marcha con flexión de la cadera hasta los 80-90° con el fin de trabajar las reacciones de equilibrio.
 - Reproducción de la marcha lineal o en tándem.
 - Reproducción del ritmo de marcha extradomiciliario dentro del domicilio (si el paciente hacía vida extradomiciliaria).
- Fase final: En esta fase se anima al paciente a la realización de ejercicio físico fuera del domicilio, básicamente andar durante varios minutos cada día hasta llegar a los 30 min. En caso de vivienda con escaleras se reentrena al paciente aplicando las técnicas de ahorro energético (subir escaleras durante el tiempo que dure la espiración).
 - La readaptación al esfuerzo se puede complementar con otros ejercicios y actividades. El entrenamiento de extremidades superiores se puede realizar con ergómetro, pero se obtienen mejores resultados con pesas, empezando sin carga y aumentando progresivamente hasta 20-30 min. En el entrenamiento de extremidades inferiores, varios estudios han demostrado que la realización de diferentes ejercicios (bicicleta, cinta, escaleras, andar, etc.) mejora la capacidad física y la resistencia. El tipo de ejercicio no es determinante, pero debe hacerse de 3 a 5 veces por semana en sesiones de 20 a 30 min.
 - El test de marcha de 6 min permite evaluar la capacidad de ejercicio antes y después de realizar un programa de rehabilitación respiratoria.
 - El entrenamiento muscular debe finalizar con estiramientos y técnicas de relajación, ya que el paciente con EPOC presenta sobrecarga de la musculatura respiratoria y accesoria.
 - En pacientes muy dependientes las estrategias irán encaminadas a mejorar la ergonomía del paciente y del cuidador en los cambios posturales y las transferencias.

Técnicas de ahorro energético

El entrenamiento en técnicas de ahorro energético supone optimizar las capacidades funcionales del paciente en actividades básicas diarias, como el vestirse, la higiene personal, el cuidado del hogar y las actividades de ocio. Para reducir la disnea se enseña a evitar movimientos innecesarios, adoptar posturas correctas, utilizar técnicas de respiración durante la actividad y realizar las actividades en sedestación siempre que sea posible (Curia). Se han de planificar y priorizar las actividades y, si es necesario, utilizar ayudas mecánicas. La dificultad estriba en cambiar de hábitos al paciente y, aunque son técnicas sencillas, necesitan un tiempo de aprendizaje y automatización. El paciente ha

de entender que necesita más tiempo para poder realizar una actividad sin que le produzca disnea o con la menor dificultad respiratoria posible. 6

Componentes de la Rehabilitación Respiratoria

- Medidas generales
 - Educación del paciente y su familia
 - Programa de abandono tabáquica (en caso de que sea fumador)
 - Intervención nutricional
- Medidas especiales
 - Entrenamiento de ejercicio
 - Entrenamiento músculos respiratorios
 - Fisioterapia
 - Oxigenoterapia
 - Ventilación mecánica en sala y/o domiciliaria
 - Rehabilitación Psicosocial
 - Asistencia domiciliaria

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de la Investigación

- Cuasi experimental, comparativo, prospectivo, de corte longitudinal.

Delimitación de Estudio

- Se realizará en la ciudad de Asunción – Paraguay, en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente (INERAM), ubicado en Avda. Venezuela c/ Tte. Insaurrealde
- Duración: 2 meses. Meses: Noviembre y Diciembre

Población

- Hombres y mujeres de 15 a 53 años que cursen con patologías respiratorias y estén internados en el (INERAM).

Muestra

- Pacientes que estuvieron internados en UTIA y recibieron fisioterapia respiratoria, los cuales fueron divididos en 2 grupos de tratamientos:
 - Grupo 1: Cuatro Pacientes que recibieron tratamiento con ejercicios respiratorios kinésicos convencionales, establecidos según un protocolo específico
 - Grupo 2: Seis Pacientes que recibieron tratamiento con el dispositivo

Threshold IMT, establecidos según un protocolo específico

Criterios

- Criterios de Inclusión: Pacientes de ambos sexos que cursen con patología respiratorias de 15 a 53 años con indicación de Kinesioterapia Respiratoria y que hayan estado internados en la UTIA
- Criterios de Exclusión: Pacientes que no estén en el rango de edad a ser estudiado, Neumotórax a tensión, hemorragia pulmonar activa o posible, que presenten antecedentes de barotrauma, cirugía pulmonar reciente, insuficiencia cardiovascular, distensión abdominal aguda, o con falta de cooperación y que no hayan sido internado en la UTIA.

Metodología

Análisis de fichas de pacientes a ser evaluados y tratados:

- Historia clínica
 - Historia tabáquica (en caso de ser paciente fumador), previos ingresos, oxigenoterapia domiciliaria.
 - Morbilidades Asociadas: cardiopatía isquémica, HTA, problemas osteoarticulares, deformidades esqueléticas, etc.
 - Síntomas respiratorios: disnea, tos, expectoración (repercusión en la vida diaria del paciente)
 - Situación laboral, entorno familiar y social, grado independencia funcional, motivación y disponibilidad para RR.
- Exploración física
 - Taquipnea o taquicardia basal, asincronías respiratorias, tiraje, respiración paradójica
 - Estado nutricional, peso, talla, musculatura espiratoria y abdominal competente
 - Balance articular de extremidades
- Valoración funcional respiratoria
 - Espirometría, volúmenes pulmonares estáticos, estudio de difusión pulmonar y gases arteriales
- Valoración fuerza muscular
 - Fuerza músculos respiratorios: Presión inspiratoria máxima

- Valoración disnea
 - Escalas de Borg y analógica visual.

jabón iop, papel para secar las manos, alcohol en gel, Triflow, Saturómetro, Reloj, PiMax, Threshold IMT, globos, Acapella, Boltain.

Técnicas

- Historia Clínica Médica y Kinésica desde el inicio al alta del tratamiento.
- Ficha médica de cada paciente:
 - Evaluación y evolución del paciente desde el inicio al alta del tratamiento.
 - Protocolo a seguir desde el inicio al alta para el tratamiento comparativo de los pacientes estudiados en el Hospital de INERAM
- Para la Valoración Funcional Respiratoria: fueron utilizados, además los dispositivos PiMax y Threshold IMT.
- Para la Valoración de fuerza muscular: fueron utilizados varios dispositivos por el cual estaré midiendo la fuerza muscular periférica, la fuerza muscular respiratoria con los dispositivos del PiMax, Threshold IMT.
- Para la Valoración de la Disnea: se utilizó la Escala de Borg.

Análisis Estadísticos

Los resultados de variables cualitativas y cuantitativas fueron expresadas en frecuencias y porcentajes, las variables cualitativas fueron expresadas en promedio y desviación estándar. Además se aplicó el Test de Student para determinar el nivel de significancia de las variaciones de parámetros encontrados, teniendo en cuenta un nivel de significancia de $P < 0,05$.

Asuntos Éticos

La identidad del paciente no será divulgada y solamente podrá ser objeto de investigación si el mismo o sus familiares lo autorizan por medio de un consentimiento por escrito.

Tratamiento Kinésico Respiratorio a ser realizado

- Analizar la historia clínica, evaluación y evolución de los pacientes
- Evaluaciones con escalas
- Ejercitar los músculos respiratorios con el dispositivo Threshold IMT en el grupo 2
- Ejercitar los MMII y MMSS en el grupo 1 con los ejercicios de fisioterapia respiratoria convencional
- Medir fuerza muscular respiratoria (PiMax y Threshold IMT)
- Demostrar la evolución desde el inicio al alta

RESULTADOS

Entre los meses de noviembre y diciembre de 2014, se evaluó y trató a 10 pacientes internados en sala del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente "INERAM" con una edad el promedio y DE (Desviación Estándar) de $29 \pm 13,82$ años, de los cuales el 70% fue del sexo masculino y un 30% del sexo femenino (Gráfico 1 y 2).

En cuanto a la evolución de los valores de la Presión Inspiratoria Máxima (PiMax) utilizando el dispositivo de Threshold IMT previo al tratamiento observamos un promedio y DE de $75 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 16,12 \text{ cmH}_2\text{O}$, un máximo de $95 \text{ cmH}_2\text{O}$ y un mínimo de $50 \text{ cmH}_2\text{O}$; posterior al tratamiento con el dispositivo del Threshold IMT observamos un promedio y DE de $92 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 13,66 \text{ cmH}_2\text{O}$, un máximo de $110 \text{ cmH}_2\text{O}$, y un mínimo de $75 \text{ cmH}_2\text{O}$ (Gráfico 3).

Variables

- Cualitativas: sexo, morbilidad asociada, paciente fumador o no, paciente con oxigenoterapia o no, diagnóstico médico, consistencia y presencia de secreciones, estado nutricional
- Cuantitativas: edad, talla, PiMax, fuerza muscular, escalas de disnea Borg, saturación arterial de oxígeno, IMC, signos vitales

Los valores previos de PiMax en pacientes tratados con Fisioterapia Respiratoria Convencional presentaron un promedio y DE de $62,5 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 16,58 \text{ cmH}_2\text{O}$, un máximo de $80 \text{ cmH}_2\text{O}$, y un mínimo de $40 \text{ cmH}_2\text{O}$; posterior al tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional observamos un promedio y DE de $86,25 \text{ cmH}_2\text{O} \pm 22,87 \text{ cmH}_2\text{O}$, un máximo de $110 \text{ cmH}_2\text{O}$, y un mínimo de $60 \text{ cmH}_2\text{O}$ (Gráfico 3).

Materiales

- Bolígrafos, lápiz, borrador, resaltadores.
- Carpetas, Folios, Hojas.
- Notebook Acer Aspire 4810TZ-4439
- Sistema Operativo Windows 7 Ultimate
- Impresora HP Deskjet Ink Advantage 1015
- Estetoscopio, Guantes de procedimiento, tapabocas, Guardapolvo, gorrito, algodón,

Asimismo en los valores de la Presión Arterial Sistólica (P.A.S.) con el entrenamiento utilizando el dispositivo Threshold IMT previo al tratamiento observamos un promedio y DE de $117 \text{ mmHg} \pm 8,16 \text{ mmHg}$, un máximo de 130 mmHg y un mínimo de 110 mmHg ; posterior al tratamiento con el dispositivo Threshold IMT observamos un promedio y DE de $115 \text{ mmHg} \pm 8,37 \text{ mmHg}$, un máximo de 120 mmHg y un mínimo de 100 mmHg (Gráfico 4).

Los valores previos al tratamiento de la Presión Arterial Sistólica (P.A.S.), con el entrenamiento de la Fisioterapia Respiratoria Convencional presentaron un promedio y DE de $118 \text{ mmHg} \pm 9,57 \text{ mmHg}$, un máximo de 130 mmHg y un mínimo de 110 mmHg ; posterior al tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional observamos un promedio y DE de $115 \text{ mmHg} \pm 5,77 \text{ mmHg}$, un máximo de 120 mmHg y un mínimo de 110 mmHg (Gráfico 4).

Además en los valores de la Presión Arterial Diastólica (P.A.D.) con el entrenamiento utilizando el dispositivo Threshold IMT previo al tratamiento observamos un promedio y DE de $70 \text{ mmHg} \pm 8,94 \text{ mmHg}$, un máximo de 80 mmHg y un mínimo de 60 mmHg ; posterior al tratamiento con el dispositivo Threshold IMT observamos un promedio y DE de $62 \text{ mmHg} \pm 7,53 \text{ mmHg}$, un máximo de 70 mmHg y un mínimo de 50 mmHg (Gráfico 5).

Los valores previos al tratamiento de la Presión Arterial Diastólica (P.A.D.), con el entrenamiento de la Fisioterapia Respiratoria Convencional presentaron un promedio y DE de $70 \text{ mmHg} \pm 11,55 \text{ mmHg}$, un máximo de 80 mmHg y un mínimo de 60 mmHg ; posterior al tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional observamos un promedio y DE de $62,5 \text{ mmHg} \pm 5,00 \text{ mmHg}$, un máximo de 70 mmHg y un mínimo de 60 mmHg (Gráfico 5).

Al mismo tiempo en los valores de la Frecuencia Respiratoria (FR) con el entrenamiento utilizando el dispositivo Threshold IMT previo al tratamiento observamos un promedio y DE de $18 \text{ rpm} \pm 1,47 \text{ rpm}$, un máximo de 20 rpm y un mínimo de 17 rpm ; posterior al tratamiento con el dispositivo Threshold IMT observamos un promedio y DE de $19 \text{ rpm} \pm 2,28 \text{ rpm}$, un máximo de 21 rpm y un mínimo de 16 rpm (Gráfico 6).

Los valores previos al tratamiento de la Frecuencia Respiratoria (FR), con el entrenamiento de la Fisioterapia Respiratoria Convencional presentaron un promedio y DE de $20 \text{ rpm} \pm 2,65 \text{ rpm}$, un máximo de 23 rpm y un mínimo de 17 rpm ; posterior al tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional observamos un promedio y DE de $20 \text{ rpm} \pm 2,75 \text{ rpm}$, un máximo de 23 rpm y un mínimo de 17 rpm (Gráfico 6).

Mientras en los valores de la Frecuencia Cardíaca (FC) con el entrenamiento utilizando el dispositivo Threshold IMT previo al tratamiento observamos un promedio y DE de $84 \text{ lpm} \pm 11,63 \text{ lpm}$, un máximo de 103 lpm y un mínimo de 68 lpm ; posterior al tratamiento con el dispositivo Threshold IMT observamos un promedio y DE de $84 \text{ lpm} \pm 9,61 \text{ lpm}$, un máximo de 98 lpm y un mínimo de 73 lpm (Gráfico 7).

Los valores previos al tratamiento de la Frecuencia Cardíaca (FC), con el entrenamiento de la Fisioterapia Respiratoria Convencional presentaron un promedio y DE de $85 \text{ lpm} \pm 6,08 \text{ lpm}$, un máximo de

90 lpm y un mínimo de 79 lpm ; posterior al tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional observamos un promedio y DE de $85 \text{ lpm} \pm 9,88 \text{ lpm}$, un máximo de 95 lpm y un mínimo de 73 lpm (Gráfico 7).

De esta manera los valores de Saturación de Oxígeno en sangre (SaO₂) con el entrenamiento utilizando el dispositivo Threshold IMT previo al tratamiento observamos un promedio y DE de $98 \text{ SaO}_2 \pm 1,51 \text{ SaO}_2$, un máximo de 99 SaO_2 y un mínimo de 95 SaO_2 ; posterior al tratamiento con el dispositivo Threshold IMT observamos un promedio y DE de $98 \text{ SaO}_2 \pm 0,82 \text{ SaO}_2$, un máximo de 99 SaO_2 y un mínimo de 97 SaO_2 (Gráfico 8).

Los valores previos al tratamiento de Saturación de Oxígeno en sangre (SaO₂), con el entrenamiento de la Fisioterapia Respiratoria Convencional presentaron un promedio de $93 \text{ SaO}_2 \pm 5,50 \text{ SaO}_2$, un máximo de 98 SaO_2 y un mínimo de 85 SaO_2 ; posterior al tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional observamos un promedio de $98 \text{ SaO}_2 \pm 0,96 \text{ SaO}_2$, un máximo de 99 SaO_2 y un mínimo de 97 SaO_2 (Gráfico 8).

La duración de los días de tratamiento con el dispositivo Threshold IMT presentó un promedio de 5 días de tratamiento, con un mínimo de 5 días y con un máximo de 5 días; de los cuales fueron evaluados y tratados 6 pacientes durante 5 días (Gráfico 9).

La duración de los días de tratamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional presentó un promedio de 5 días de tratamiento, con un mínimo de 5 días y con un máximo de 5 días; de los cuales fueron evaluados y tratados 4 pacientes durante 5 días (Gráfico 9).

Por último demostramos las evoluciones y altas de cada paciente, de 6 pacientes seleccionados para el entrenamiento con el dispositivo Threshold IMT sólo 6 pacientes fueron aumentando su PiMax y dados de alta final, a diferencia con el entrenamiento de la Fisioterapia Respiratoria Convencional se observó que de 4 pacientes seleccionados, sólo 2 pacientes fueron evolucionando favorablemente y dados de alta final (Gráfico 10).

DISCUSIÓN

Los valores registrados de la PiMax adquiridos con el dispositivo de Threshold IMT, eran significativamente mayores ($P = 0,039$) a diferencia que con la Fisioterapia Respiratoria Convencional que fue de menor significancia ($P = 0,026$); aquí observamos que con el entrenamiento realizado con el dispositivo Threshold IMT se logró obtener una efectividad en muy poco tiempo, por el hecho de que el dispositivo posee una resistencia que brinda al paciente a realizar con más de es-

fuerzo la inspiración, así mismo podemos expresar que en el entrenamiento muscular inspiratorio formaría parte en obtener éstos efectos favorables en estos componentes que son: la resistencia, el número de repeticiones, la frecuencia respiratoria, la duración del entrenamiento y la intensidad que es la carga que modifica la magnitud de la respuesta del Sistema Nervioso Autónomo (a mayor carga, mayor activación), lo cual se asocia probablemente con adaptaciones a largo plazo (SIIC).

En cuanto al entrenamiento realizado con el dispositivo del Threshold IMT notamos que la variación de disminución la Presión Arterial Sistólica (P.A.S.) fue de menor significancia ($P = 0,695$) al finalizar el tratamiento, y que la variación de disminución de la Presión Arterial Diastólica (P.A.D.) igualmente fue de menor significancia ($P = 0,141$); a diferencia del entrenamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional donde observamos que la variación de disminución P.A.S. fue de mayor significancia ($P = 0,391$) y en cuanto a la variación de disminución de la P.A.D. observamos de igual manera una variación mayor significancia ($P = 0,215$). De esta manera notamos que en cuanto a la P.A.S. y la P.A.D. con el entrenamiento realizado con la Fisioterapia Respiratoria Convencional fue más efectivo ya que los mismos realizaban ejercicios respiratorios asistidos con miembros superiores e inferiores y diafragmáticos dos veces por día; lo que provocó una disminución de la presión arterial tras culminar los ejercicios, debido a la mayor exigencia de aporte de Oxígeno durante el ejercicios es importante recordar que hacer los ejercicios físicos de forma moderada es altamente recomendable y forma parte del tratamiento de la hipertensión arterial por sus efectos beneficiosos sobre ésta, tal como en otros factores como ser: riesgo cardiovascular, problemas respiratorios, obesidad, diabetes, etc. (Aguilera).

En cuanto a los valores obtenidos de la Frecuencia Respiratoria (FR) y Frecuencia Cardíaca (FC) con el entrenamiento realizado con el dispositivo Threshold IMT observamos que su variación fue de menor significancia en ambos casos (FR: $P = 0,474$; FC: $P = 0,916$), sin embargo la variación de la Saturación de Oxígeno en Sangre (SaO₂) presentó una mayor significancia ($P = 0,363$) al término del tratamiento; a diferencia del entrenamiento con la Fisioterapia Respiratoria Convencional en donde observamos que a la FR y FC presentaron una variación en aumento de mayor significancia (FR: $P = 0,920$; FC: $P = 0,969$), mientras que en la variación de aumento de la SaO₂ vemos una menor significancia ($P = 0,154$). Esto demuestra que con el entrenamiento realizado con la Fisioterapia Respiratoria Convencional se provoca un mayor aumento de FR y FC debido a la mayor demanda de oxígeno por la exigencia de más grupos

musculares con consecuente menor aumento en la SaO₂ en relación al entrenamiento con el dispositivo Threshold IMT donde no hubo mayor exigencia de grupos musculares provocando así un mayor aumento de SaO₂ con menor aumento de FR y FC (Guyton).

Al relacionar los grupos de entrenamientos y los números de alta hospitalarias durante el tiempo transcurrido del estudio, el 100% de los pacientes entrenados con el dispositivo Threshold IMT fue dado de alta, a diferencia que el grupo con el entrenamiento de Fisioterapia Respiratoria Convencional donde solo el 50 % de los pacientes fue dado de alta. Coincidentemente el grupo entrenado con el dispositivo Threshold IMT obtuvo mayor efectividad en cuanto al aumento en la PiMax en un menor lapso de tiempo.

CONCLUSIÓN

En esta investigación hecha que se titula: Dispositivo Threshold IMT para el entrenamiento muscular respiratorio Vs Fisioterapia Respiratoria Convencional en los pacientes que estuvieron internados en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos "UTIA" del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente "INERAM" en la Ciudad de Asunción. Año 2014 salieron diferentes resultados los cuales se describen a continuación.

El objetivo general de la misma fue comparar la eficacia del Dispositivo Threshold IMT utilizado para el Entrenamiento Muscular Respiratorio versus la Fisioterapia Respiratoria Convencional en pacientes que estuvieron internados en la Unidad de Terapia Intensiva Adultos "UTIA" del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias y del Ambiente (INERAM), lo cual tuvo una significativa diferencia de eficacia desde el inicio y el alta final de los pacientes evaluados y tratados.

En cuanto a los objetivos específicos: Las evoluciones de los pacientes sometidos a tratamiento Kinésico convencional y con el dispositivo Threshold IMT, presentó favorables resultados en ambos tratamientos; al evaluar la fuerza muscular inspiratoria mediante el Threshold IMT a pacientes sometidos a este tratamiento, se observó que la mayoría de los pacientes presentaron mejoría y una significativa mayor valoración de la PiMax con el tratamiento hecho.

Se ha observado en ambos grupos que durante el inicio hasta el final del tratamiento de cada paciente, la gran mayoría han demostrado un gran aumento de PiMax, pero con mayor significancia del dispositivo Threshold IMT. Ambos grupos de pacientes han manifestado una efectividad del entrenamiento muscular a lo largo del tratamiento lo cual se ha medido mediante la escala de Borg.

En cuanto a la importancia de la Kinesiología Respiratoria y la utilización del dispositivo Threshold IMT resultan muy favorables en la rehabilitación e inclusive utilizándolos en conjunto con otros dispositivos tienen mayor efectividad en menos tiempo en el paciente. De esta manera se logró un resultado favorable con el dispositivo Threshold IMT, los pacientes presentaron mejoría para la recuperación y reinserción a las actividades de la vida diaria con los pacientes que estuvieron internados en UTIA que pasaron a sala y finalmente su alta definitiva con un PiMax de evolución favorable en tan poco tiempo.

Asimismo destacó la labor del Kinesiólogo dentro del conjunto multidisciplinario ya que sin su participación primordial desde el inicio al final del tratamiento no lograremos una rápida mejoría del paciente.

RECOMENDACIONES

Recomiendo esta investigación a todos aquellos personales de la salud que desean aumentar su conocimiento con respecto a este tema, por el cual se ha observado la efectividad de la rehabilitación respiratoria para el entrenamiento de los músculos respirato-

rios inspiratorios y para aumentar así la PiMax de cada paciente en un lapso de tiempo, se da un mayor énfasis en el tratamiento con el dispositivo del Threshold IMT.

Se recomienda que una vez dado de alta médica, se siga brindando rehabilitación respiratoria a todos aquellos pacientes que iniciaron el tratamiento hasta demostrar una evolución favorable de salud, y no sólo fijarse en las 10 sesiones primitivas; sino en su evolución Kinésica de mejoría.

También insto a que los Colegas y Doctores especializados en el ámbito Respiratorio den valor a los instrumentos y tratamientos de fisioterapia tras el conocimiento obtenidos en esta investigación ya que el mismo demuestra y brinda una efectividad de recuperación y mejoría del paciente en un lapso de tiempo, lo cual es el objetivo primordial que se busca desde el inicio hasta el final de cada tratamiento con cada uno de los pacientes asistidos.

Realizar investigaciones experimentales con ambos tratamientos con grupo control con el dispositivo del Threshold IMT y con la Fisioterapia Respiratoria Convencional.

TRABAJOS CITADOS

- Aguilera E., Delgado Y., Hernández S., Maldonado Y., Prieto L., Torres G. *Signos Vitales*. Universidad de Oriente Núcleo Bolívar. Escuela de Ciencias de la Salud. Cátedra ITPP 2. Ciudad de Bolívar. Internet. Mayo 2012.
- Cejudo P., Ortega Ruiz F., Sánchez Riera H., Montemayor Rubio T. *Rehabilitación Respiratoria: Aplicaciones*. Impreso.
- Curia D., Mateu L., Planas R., Santos S. y Folch E., *Fisioterapia Respiratoria y Rehabilitación: Capítulo IV*. Impreso.
- González V., Sanz C., Moreno I., Ruiz R., Laureano A., Hristara A., Tsanakas J., Diomou G., Papadopoulou O., Hippokratia. "Ayudas Instrumentales en Fisioterapia Respiratoria." *Fisioterapia UFV* 12.4 (2008): 211-220. Impreso.
- Grupo de Trabajo SAHS y VMNI de la Sociedad Valenciana de Neumología. Servicio de Neumología. Hospital Clínico Universitario Unidad de Cuidados Respiratorios, Valencia. Internet. Enero 2009
- Guyton & Hall. *Tratado de Fisiología Médica*. Elsevier : España. Impreso.
- Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, Larson DA. "Inspiratory Muscle Training With a Pressure Threshold Breathing Device in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease." *Am Rev Resp Dis* 133 (1986): A100. Internet.
- Manual de Cuidados Respiratorios – Enfermería*. Ediciones Doyma: Barcelona, 1991.
- Pilar M., Guell Rous M., Sobradillo V., Jimenez C., Sangenis M., Montemayor T., Servera E., Escarrabill J. *Rehabilitación respiratoria*. Internet.
- Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC). Autoevaluaciones del Entrenamiento Muscular Inspiratorio Sobre el Control Autónomo de Individuos Saludables." *Programa de SIIC de Educación Médica Continuada*. Buenos Aires. Internet.
- Torres R., Kuo C., Vera R., Espinoza S., Romero J., Equipo de Kinesiólogos Terapia Respiratoria Chile. *Entrenamiento muscular en Paciente Traqueostomizado*. Internet.
- Tratado de Enfermería en Cuidados Críticos Pediátricos y Neonatal*. IX Edición Premios SEEI, Artículos de Enfermería, 2006. Impreso.
- Zuazagoitia C., "Inspirómetros de Incentivo." *Fisioterapia Respiratoria* (2012). Internet.