

**PROPUESTA DE UN PROTOCOLO PARA EL ENTRENAMIENTO MUSCULAR  
RESPIRATORIO AL INTERIOR DE LAS UNIDADES DE CUIDADO INTENSIVOS.  
FASE II.**



**COAUTORES**

**ADRIANA CRISEIDA ACOSTA ORTEGA**

**OSCAR EDUARDO NARVAEZ DIAZ**

**SHARON CAROLINA HERRERA RODRIGUEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA  
ESPECIALIZACIÓN EN FISIOTERAPIA EN CUIDADO CRÍTICO  
BOGOTÁ D.C  
ENERO 2018**

**PROPUESTA DE UN PROTOCOLO PARA EL ENTRENAMIENTO MUSCULAR  
RESPIRATORIO AL INTERIOR DE LAS UNIDADES DE CUIDADO INTENSIVOS.**

**FASE II**



**COAUTORES**

**ADRIANA CRISEIDA ACOSTA ORTEGA**

**OSCAR EDUARDO NARVAEZ DIAZ**

**SHARON CAROLINA HERRERA RODRIGUEZ**

**DOCENTE ASESOR Y COAUTORA**

**LUZ ÁNGELA ALEJO DE PAULA**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
PROGRAMA DE FISIOTERAPIA  
ESPECIALIZACIÓN EN FISIOTERAPIA EN CUIDADO CRÍTICO  
BOGOTÁ D.C  
ENERO 2018**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO</b>	<b>8</b>
<b>MARCO REFERENCIAL</b>	<b>14</b>
<b>MARCO METODOLOGICO</b>	<b>34</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>36</b>
<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>54</b>

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Escala de fuerza muscular M.R.C.....	18
<b>Tabla 2</b> Ecuación PIM cmH <sub>2</sub> O .....	21
<b>Tabla 3</b> Actividades del Protocolo.....	47

**INDICE DE GRAFICAS**

<b>Gráfica 1</b> Liberacion del paciente de V.M.....	20
--	----

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo A.</b> protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivos.	54
<b>Anexo B.</b> Carpeta académica.	111

## INTRODUCCIÓN

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) reúne un grupo multidisciplinario de profesionales del área de la salud en un espacio determinado del hospital, en el cual se garantizan condiciones de seguridad, calidad y eficacia para la atención de pacientes, en pro de su recuperación, allí se pueden encontrar pacientes que requieren soporte ventilatorio o que precisan soporte respiratorio básico junto con soporte de al menos dos órganos o sistemas; así como todos los pacientes con falla multiorgánica<sup>1</sup>.

La ventilación mecánica, reemplaza o asiste de forma temporal la función del sistema respiratorio del paciente crítico, aproximadamente el 50% de los pacientes internados en Unidades de Cuidado Crítico dependen de este mecanismo<sup>2</sup>.

La inmovilización prolongada que se genera dentro de la UCI, incrementa la debilidad muscular con pérdida de fuerza, generando una atrofia por desuso, esto a su vez trae cambios a nivel histológico y electrofisiológicos en las primeras 24 horas de conexión a la ventilación mecánica. Cálculos aseguran que en las UCI un paciente puede llegar a perder 2% de masa muscular día y un 4 – 5 % de fuerza muscular contráctil a la semana de haber ingresado. Después de las 18 – 69 horas de ventilación mecánica controlada, se produce proteólisis del diafragma produciendo una debilidad de los músculos respiratorios mientras se encuentran soportados por ventilación mecánica<sup>3</sup>.

Dentro de la literatura se encuentra gran cantidad de información sobre alteraciones de la estructura y de la función de los músculos respiratorios en variadas patologías, donde describen el entrenamiento de músculos inspiratorios como importante estrategia terapéutica. Demostrando que el entrenamiento muscular es efectivo cuando se utiliza dispositivos de umbral o proporcionando determinada intensidad de entrenamiento. Aunque no existe consenso que indique cómo establecer un programa de actividades en entrenamiento, muchos expertos concluyen que el entrenamiento contribuye en aumentar la fuerza inspiratoria, aumentando la tolerancia al ejercicio y la disminución de la disnea. También

---

<sup>1</sup> Ministerio de Sanidad y Política Social. Unidad de Cuidados Intensivos. Madrid. 2010.

<sup>2</sup> Santacruz, H., Moreno, C., Torres, A., y Alejo, L. Intervención en la Fuerza Muscular de Resistencia de los Músculos Respiratorios en Pacientes Adultos en la Unidad de Cuidados Intensivos. Revista Movimiento científico. 2015.

<sup>3</sup> Schweickert, W., Pohlman, M., Nigos, C., Spears, L., Miller, M., y McCallister, K. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. Vol. 373. N°. 9678. 30 mayo de 2009.

evidenciando que el entrenamiento muscular sin un objetivo no muestra mejoría en estas variables<sup>4</sup>.

La segunda fase del protocolo es el resultado de una búsqueda literaria de revisiones sistemáticas en revistas electrónicas, seleccionando 50 artículos científicos con niveles de evidencia I, la y II, los cuales analiza las actividades en entrenamiento músculos respiratorios.

Los principios de actividades en entrenamiento muscular incluyen tres premisas: a) sobrecarga, es decir someter al músculo a una actividad mayor de la habitual; especificidad, dirigir la carga sobre el grupo muscular respiratorio, y c) reversibilidad: cualidad de suspender el entrenamiento. Este programa de entrenamiento incluye variables de prescripción como intensidad, duración y frecuencia, durante un periodo de tiempo. El entrenamiento de fuerza requiere maniobras de presión máxima o contra una resistencia inspiratoria utilizando dispositivos umbral con una carga prefijada, generando que el flujo de aire solo se libere cuando el paciente venza la carga impuesta. Valorando el proceso de entrenamiento por medio de PIM<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Orozco, M., Marco, E., Ramírez, A. Entrenamiento de los Músculos Respiratorios: ¿sí o no? Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física. Vol. 44. N°. 2. 2010.

<sup>5</sup> Ramos, P., González, M., Rehabilitación de los Músculos Respiratorios en la EPOC. Servicio de Neumología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. 2017.

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 1.1. Antecedentes

Aunque las Ciencias de la Salud han experimentado en el último medio siglo un avance más que notable, existen múltiples ocasiones en las que ante un mismo problema se actúa de manera diferente. Una forma de paliar este efecto es incorporar instrumentos que faciliten la toma de decisiones. Para ello, se debe contar con varias herramientas que, en esencia, son principios y recomendaciones diseñadas bajo una metodología apropiada para cada caso o situación de salud y así normalizar la práctica clínica, disminuir la variabilidad en la atención y por ende mejorar la calidad de los servicios prestados. Dichas herramientas son los protocolos y las guías y vías clínicas

Al interior del Cuidado Intensivo y la Medicina Crítica, la Fisioterapia carece de protocolos estandarizados, con evidencia científica, con calidad óptima, basados en recomendaciones metodológicas para su elaboración y con aceptación académica, por tanto, el avance profesional en este campo es limitado y hoy en día como se planteó con anterioridad es una necesidad puntual en la ciencia de la Salud.

La especialización en Fisioterapia en Cuidado Crítico del Programa de Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana en los últimos años ha desarrollado una serie de estudios investigativos en busca de sustento teórico soportado en la literatura mundial sobre las prácticas profesionales de fisioterapeuta al interior de la Unidad de cuidado intensivo; Hoy en día tiene la necesidad de avanzar en sus investigaciones y dar respuesta a las recomendaciones generadas en sus propios estudios, donde la gran mayoría giran en torno al diseño, generación de estándares de atención, normalización, calidad y soporte científico en sus prácticas clínicas para de esta manera desarrollar a futuro estudios aplicados que puedan ser generalizables y constituyan una poderosa fuente de información y soporte teórico, metodológico y científico.

Con este pequeño preámbulo se vislumbra por un lado la necesidad que tiene la Fisioterapia desde las Ciencias de la salud de contar con instrumentos ampliamente soportados y aceptados que normalicen su práctica clínica, disminuyan la variabilidad en su atención y por ende mejoren la calidad de sus servicios prestados; y por otro lado la fuente de evidencia científica con la cual cuenta la especialización en Fisioterapia en Cuidado Crítico de la Corporación Universitaria Iberoamericana para emprender nuevas investigaciones que aporten fuertemente al crecimiento profesional del gremio en el campo de Cuidado Intensivo y la Medicina Crítica generando futuros protocolos y guías o vías clínicas.

Con el desarrollo de este trabajo investigativo se quiere dar respuesta a una importante recomendación generada en un estudio previo sobre el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado Intensivo desarrollado por Alejo, Hernández y Soler en 2015, los cuales realizaron un estudio de síntesis de la información científica disponible en la literatura mundial, donde se indagaron sobre la intervención terapéutica de la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios en paciente en UCI, dichas estrategias de entrenamiento demostraron resultados positivos en cuanto a mejoría de fuerza de resistencia muscular respiratoria, pero concluyeron que hace falta la estandarización de los programas de entrenamiento, en base a los criterios de especificidad, intensidad y reversibilidad, teniendo en cuenta variables de edad, condición física al ingreso a la unidad de cuidados intensivos, con el fin de garantizar una mayor tasa de éxito del entrenamiento, además de la aplicabilidad a cualquier tipo de paciente dentro de la unidad de cuidados intensivos.

A grandes rasgos el entrenamiento muscular se basa en la correcta aplicación de técnicas kinestésicas que tienen como objetivo mejorar la resistencia y la potencia muscular del diafragma y los músculos accesorios inspiratorios. En los pacientes ventilados este entrenamiento fisioterapéutico puede llevarse a cabo aplicando diferentes estrategias terapéuticas, las cuales a su vez cuentan con diversidad de variables, formas, técnicas y tiempos de aplicación, lo que genera en ocasiones confusión para su seguimiento e implementación de forma estandarizada y generación de nuevos estudios aplicados que creen mayor evidencia de su utilidad en la Medicina Crítica y el Cuidado Intensivo. Por tanto, en los últimos tiempos el entrenamiento muscular respiratorio se ha convertido en una estrategia terapéutica de tratamiento para acelerar el destete ventilatorio a nivel mundial (Cader, et al, 2010), pero hay carencia de protocolos ajustados metodológicamente a una reglamentación apropiada y con estándares de calidad.

Dicho lo anterior surge la necesidad de contar con un protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las UCI basado en estándares de calidad óptima, siguiendo recomendaciones metodológicas para la elaboración de protocolos y de esta manera disponer de un Instrumento diseñado por fisioterapeutas para fisioterapeutas especialistas en Cuidado Crítico que normalice la práctica clínica, disminuya la variabilidad en la atención y los cuidados, mejore la calidad de los servicios prestados y constituya una poderosa fuente de información con sustento y evidencia clínica.

## 1.2 Problema de investigación

A grandes rasgos el entrenamiento muscular se basa en la correcta aplicación de técnicas kinestésicas que tienen como objetivo mejorar la resistencia y la potencia muscular del diafragma y los músculos accesorios inspiratorios. En los pacientes ventilados este entrenamiento fisioterapéutico puede llevarse a cabo aplicando diferentes estrategias terapéuticas, las cuales a su vez cuentan con diversidad de variables, formas, técnicas y tiempos de aplicación, lo que genera en ocasiones confusión para su seguimiento e implementación de forma estandarizada y generación de nuevos estudios aplicados que creen mayor evidencia de su utilidad en la Medicina Crítica y el Cuidado Intensivo. Por tanto, en los últimos tiempos el entrenamiento muscular respiratorio se ha convertido en una estrategia terapéutica de tratamiento para acelerar el destete ventilatorio a nivel mundial (Cader, et al, 2010), pero se carece de actividades ajustadas metodológicamente a una reglamentación apropiada y con estándares de calidad.

En 2015, Alejo, Hernández, y Soler realizaron una revisión sistemática donde se describió de forma metodológica el entrenamiento muscular respiratorio encontrado en la literatura mundial para los pacientes con ventilación mecánica en las UCI. Dentro de sus importantes aportes lograron concluir que el entrenamiento muscular respiratorio, desde el ingreso a la unidad de cuidados intensivos, evidencia mejoría en parámetros de fuerza muscular respiratoria, mejoría en parámetros ventilatorios y de oxigenación tanto en pacientes quienes requieren de soporte ventilatorio, durante y después del destete. Las diferentes técnicas y herramientas utilizadas pueden generar beneficios a corto, mediano y largo plazo, disminuyendo así el tiempo de estancia en la UCI y días de hospitalización, además, facilitan la rehabilitación de los pacientes hospitalizados, disminuyendo los costos hospitalarios.

Sin embargo, y a pesar que cada estrategia de entrenamiento evidencia resultados positivos en cuanto a la mejoría de fuerza de resistencia muscular respiratoria, fueron enfáticos en definir que falta la estandarización de los programas de entrenamiento, con base a los criterios de especificidad, intensidad y reversibilidad, teniendo en cuenta variables de edad, condición física al ingreso a la UCI, con el fin de garantizar una mayor tasa de éxito del entrenamiento, además de la aplicabilidad a cualquier tipo de paciente dentro de la unidad de cuidados intensivos.

La Fisioterapia desde las Ciencias de la salud debe contar con actividades ampliamente soportadas y aceptadas que normalicen su práctica clínica, disminuyan

la variabilidad en su atención y por ende mejoren la calidad de sus servicios prestados.

La especialización en Fisioterapia en Cuidado Crítico del Programa de Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana en los últimos años ha desarrollado una serie de estudios investigativos en busca de sustento teórico soportado en la literatura mundial sobre las prácticas profesionales de fisioterapeuta al interior de la Unidad de cuidado intensivo; Hoy en día tiene la necesidad de avanzar en sus investigaciones y dar respuesta a las recomendaciones generadas en sus propios estudios, donde la gran mayoría giran en torno al diseño, generación de estándares de atención, normalización, calidad y soporte científico en sus prácticas clínicas para de esta manera desarrollar a futuro estudios aplicados que puedan ser generalizables y constituyan una poderosa fuente de información y soporte teórico, metodológico y científico.

Dicho lo anterior surge la necesidad de contar con actividades para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las UCI basado en estándares de calidad óptima, siguiendo recomendaciones metodológicas basadas en la evidencia científica y de esta manera disponer de actividades diseñado por fisioterapeutas para fisioterapeutas en Cuidado Critico que cuenten con un instrumento clínico, para obtener una disminución en la variabilidad de la atención y los cuidados, mejore la calidad de los servicios prestados y constituya una poderosa fuente de información con sustento y evidencia clínica.

### **1.3 OBJETIVOS:**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Definir metodológicamente las actividades fisioterapéuticas para el entrenamiento muscular respiratorio en los pacientes sometidos a ventilación mecánica al interior de la Unidad de Cuidados Intensivos.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Plantear detalladamente las conductas fisioterapéuticas del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo, teniendo en cuenta la estrategia PICO (paciente, intervención, comparación y resultados), revisar y completar.

- Realizar los ajustes finales en la presentación terminada del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo teniendo en cuenta la metodología recomendada en la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia.
- diseñar un sistema de indicadores que faciliten la valoración y control de la efectividad del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo teniendo en cuenta la metodología recomendada en la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia.

#### 1.4 Justificación

La fisioterapia en cuidado crítico se basa en aplicar técnicas terapéuticas avanzadas, para disminuir en los pacientes la dependencia del ventilador, mejorando la función pulmonar residual, evitar ingresos nuevos, promover la independencia y mejorar así la calidad de vida. Un programa de actividades terapéuticas, ayuda a prevenir el retraso en la liberación de la ventilación mecánica, dependencia de la misma, limitación en la movilidad y todos los problemas que acarrea esta alteración. Es por lo anterior que la liberación de la ventilación mecánica y la fisioterapia tienen que estar ligadas para acelerar la recuperación del paciente<sup>6</sup>.

Cuando los pacientes son sometidos a estancias prolongadas dentro de la UCI se presentan condiciones adquiridas como los son polineuropatías mixtas y miopatías características de la debilidad de la musculatura respiratoria y la musculatura proximal de las extremidades<sup>7</sup>.

Dentro de la UCI los pacientes son sometidos a ventilación mecánica, sedados e inmovilizados, se ve expuesto a la disfunción muscular asociado a la atrofia por desuso, evidente en los cambios histológicos y electrofisiológicos dentro de las primeras 24h de ventilación mecánica. El paciente en UCI puede perder 2% de masa muscular día y 4 – 5% de la fuerza muscular por semana. A largo plazo puede

---

<sup>6</sup> Clini, E., Ambrosino, N. fisioterapia temprana en la unidad de cuidados intensivos respiratorios. Medicina Respiratoria. Vol. 99. N° 9. 2005.

<sup>7</sup> Mark, E., Dentice, R. el entrenamiento inspiratorio facilita el destete de la ventilación mecánica entre los pacientes en la unidad de cuidados intensivos: una revisión sistémica. Asociación Australiana de Fisioterapia. Vol. 61, N° 3. 2015.

influenciar la debilidad adquirida en UCI dificultando las actividades básicas cotidianas<sup>8</sup>.

En la atrofia, hay disminución del tamaño de las fibras musculares y reducción en el contenido de proteínas musculares (desequilibrio entre síntesis/degradación) y disminución de la resistencia a la fatiga. Estudios en animales han demostrado que la atrofia del diafragma ocurre temprano previa a la atrofia de los músculos periféricos. La programación de la ventilación mecánica con presión positiva al final de la espiración (PEEP) acelera el proceso de atrofia, ya que el diafragma queda en posición acortado<sup>9</sup>.

El entrenamiento muscular inspiratorio se describió por primera vez en el año de 1980 para prevenir y tratar la disfunción diafragmática inducida por el ventilador. El primer ensayo aleatorizado que muestra los beneficios del entrenamiento de los músculos inspiratorios y el éxito de la retirada del soporte ventilatorio se publicó en 2010. En el 2011 reunieron evidencia para demostrar que el entrenamiento muscular inspiratorio mejora la fuerza muscular inspiratoria. Una revisión sistemática más reciente muestra que facilita la liberación de la ventilación y disminuye los días de estancia en la UCI. La European Respiratory Society y la European Society of Intensive Care Medicine recomiendan el entrenamiento muscular inspiratorio a los pacientes con ventilación mecánica prolongada, incluyendo a los pacientes con debilidad muscular inspiratoria<sup>10</sup>.

En 2015, Alejo, Hernández, en su estudio concluyen que a pesar de los resultados positivos del entrenamiento muscular respiratorio sobre la fuerza de resistencia, falta la estandarización de un programa de entrenamiento en base a criterios de especificidad, intensidad y reversibilidad, dada a la variabilidad de la condición del paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos, que garantice el éxito de la intervención terapéutica y la aplicación a cualquier tipo de paciente dentro de la Unidad de Cuidado Intensivo<sup>11</sup>.

---

<sup>8</sup> Clavero, G., Naváis, M., Albuixech, M., Estalella, G y Huidobro, A. evolución de la fuerza muscular en pacientes críticos con ventilación mecánica. *Enfermería Intensiva*. 2013.

<sup>9</sup> Díaz, M., Tasco, G., Salazar, B. disfunción muscular respiratoria: una entidad multicausal en el paciente críticamente enfermo sometido a ventilación mecánica. *Bronconeumología*. 2013.

<sup>10</sup> Bonnevie, T., Danger, J., Gravier, F., Dupuis, J., Prieur, G. y Médrinal, C. El entrenamiento muscular inspiratorio se utiliza en algunas unidades de cuidados intensivos, pero muchos métodos de entrenamiento tienen una eficacia incierta: una encuesta de fisioterapeutas franceses. *Asociación Australiana de Fisioterapia*. Vol. 61. N° 4. 2015.

<sup>11</sup> Santacruz, H., Moreno, C., Torés, A., Alejo, L. intervención de la fuerza resistencia de los músculos respiratorios en paciente adulto en la unidad de cuidado intensivo. *Revista movimiento Científico*. 2015.

## 2 MARCO REFERENCIAL

### 2.2 Marco Teórico

La ventilación mecánica es una ayuda terapéutica cuyo fin es sustituir o dar soporte a la función respiratoria dada por los músculos respiratorios inspiratorios, manteniendo el objetivo de favorecer un volumen minuto adecuado para cubrir las necesidades respiratorias del paciente, logrando así la disminución del trabajo respiratorio, revirtiendo la hipoxemia o evitando una falla ventilatoria que derive en acidosis respiratoria, de tal forma se garantiza un intercambio gaseoso adecuado. En este sentido se afirma que “Dentro de las indicaciones de ventilación mecánica se encuentran la falla ventilatoria asociada a déficit neurológico con compromiso de los centros respiratorios, fatiga muscular respiratoria, alteraciones del intercambio gaseoso o pobre capacidad de defensa de vía aérea” (Lizcano y Bermon, 2011). Es entonces donde se da la necesidad de implementar un plan de entrenamiento específico para el diafragma, los músculos accesorios de la respiración y los músculos espiratorios favoreciendo así el destete ventilatorio y previniendo las patologías o efectos adversos a la ventilación mecánica Orozco, Marco y Ramirez S, (2010) como por ejemplo la neumonía asociada a la ventilación mecánica invasiva (VMI) ya que se considera como un factor de pronóstico relacionado con la mortalidad según el estudio de Navarro, Safonts, Guibert y Porto, (2013) donde en un estudio de tipo observacional, analítico y retrospectivo de 45 pacientes con neumonía asociada a la VMI atendidos en un hospital de Cuba desde Mayo de 2011 hasta Mayo de 2012; se demostró que la duración prolongada de la ventilación mecánica y la elevada estadía influyeron en los fallecimientos. Pues la neumonía es la segunda complicación infecciosa en el medio hospitalario y su riesgo aumenta más de 20 veces por la presencia de la vía aérea artificial. Así mismo, el 80% de los episodios de neumonía nosocomial se producen en individuos atendidos con vía aérea artificial, denominada neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAV), la cual afecta hasta 50% de los pacientes según las enfermedades que ocasionan ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Además, presenta una densidad de incidencia que varía entre 10-20 episodios por cada 1000 días de ventilación mecánica, con un riesgo diario de 1-3 %. De hecho, la NAV es la principal causa de muerte en los servicios de terapia intensiva. Por tal motivo se hace necesaria la intervención fisioterapéutica en los músculos respiratorios objetivizando un destete ventilatorio efectivo sin la necesidad de una reintubación y disminuyendo las patologías asociadas a la VMI.

Por lo tanto en la práctica clínica se incluye en general la recomendación de incluir los programas de rehabilitación pulmonar, incluso de forma específica de

acuerdo a la clasificación de las patologías respiratorias según su etiología obstructiva o restrictiva. La literatura evidencia una gran cantidad de información acerca de las alteraciones de estructura y función de los músculos respiratorios en diferentes patologías agudas y crónicas, y en estas se describe el entrenamiento muscular inspiratorio como una estrategia terapéutica de gran importancia. La efectividad del entrenamiento muscular respiratorio inspiratorio se describe a partir del uso de válvulas de tipo umbral o de dispositivos que gradúen la intensidad del ejercicio. Sin embargo, sobre efectividad demostrada en músculos espiratorios la evidencia no es suficiente (Orozco, Marco y Ramírez, 2010).

En este sentido la mayoría de ensayos clínicos en los cuales se observa la efectividad del entrenamiento de músculos respiratorios se ha realizado en pacientes con EPOC, al igual que varias revisiones sistemáticas del entrenamiento de músculos inspiratorios, muchos de los cuales identifican los factores que influyen en la eficacia del entrenamiento muscular inspiratorio y realizan comparaciones sobre diferentes aspectos, tales como los placebos, el tratamiento farmacológico, la intensidad de ejercicio, o de diferentes tipos de entrenamientos. De forma general dichos estudios concluyen que el uso de entrenamiento muscular inspiratorio y espiratorio combinado con el entrenamiento físico general aumenta significativamente la fuerza y la resistencia muscular inspiratoria (Hill, et al, 2006). La evidencia indica que el uso de válvulas de entrenamiento con resistencia o de tipo umbral se asocian con la mejoría de la función muscular inspiratoria en cuanto a fuerza, evidenciada en la presión inspiratoria máxima, como en la resistencia y la sensación de esfuerzo percibido, a partir de la evaluación según la escala de Borg o la carga máxima de trabajo, además de la disminución de la sensación de disnea. Sin embargo, el entrenamiento de músculos inspiratorios sin un objetivo claro o sin el uso de válvulas tipo umbral no evidencia mejoría significativa. (Crowe, et al, 2005).

De ahí que los músculos respiratorios son parte vital y primaria para una adecuada y eficiente ventilación alveolar. Los pacientes con enfermedades respiratorias se encuentran bajo un trabajo mayor debido a la carga mecánica aumentada por la limitación del flujo aéreo y a las alteraciones de la caja torácica (Orozco, Marco y Ramirez, 2010). Teniendo en cuenta esto cabe anotar que los cambios musculares se pueden dividir en dos grupos:

- Cambios deletéreos: se evidencian cambios en la estructura celular que son proporcionales a la gravedad de la enfermedad o de las condiciones concomitantes del paciente, tales como la edad, la condición física o el estado

nutricional, este deterioro se ve reflejado en la pérdida de fuerza y resistencia muscular y en la aparición temprana de la fatiga.

- Cambios adaptativos: se evidencian en la sobrecarga mecánica que impone la condición del sujeto, tales como alteraciones posturales o deformaciones articulares y/o de estructuras óseas, alterando tanto la longitud de las fibras musculares, como los vectores de fuerza durante la contracción, haciéndolos menos efectivos con un mayor costo energético para realizar su función.

A nivel de los músculos respiratorios en la mayoría de los casos estas adaptaciones logran un equilibrio que permite al sujeto mantener una función respiratoria suficientemente efectiva para suplir sus demandas de oxigenación y ventilación, sin embargo, este equilibrio puede verse fácilmente alterado por incrementos adicionales en cuanto a carga mecánica o alteraciones metabólicas sin asociarse de forma consistente con situaciones extremas; el ejercicio moderado, la exacerbación de una condición clínica de base, alteraciones intrínsecas y/o extrínsecas pueden generar aumento del trabajo respiratorio, mayor facilidad para presentar fatiga, disnea y aumentar el riesgo de falla ventilatoria.

En general, existen pocos estudios que comparen los efectos del entrenamiento muscular respiratorio en diferentes enfermedades respiratorias o torácicas y como tal no puede establecerse que el entrenamiento pueda aplicarse de forma indiscriminada. Por lo tanto desde la parte teórica y práctica se asume que el entrenamiento de los músculos respiratorios espíraos presenta una mejoría de las condiciones propias de patologías obstructivas como el EPOC, pero no puede hacerse una traslación a otras patologías, por lo cual se hace necesario realizar la identificación de cuales herramientas proveen mayores beneficios de acuerdo a las condiciones de cada paciente. Ahora bien, en pacientes bajo requerimiento de soporte ventilatorio hay que tener en cuenta tanto la condición que derivó en la necesidad de este soporte, si la alteración es intrínseca o extrínseca, y cómo todas las condiciones bajo las que se encuentra éste afectan la fuerza y la resistencia muscular respiratoria. (Orozco, Marco y Ramirez, 2010).

En el estudio de (Burgomaster, 2005) demuestran que un plan de ejercicios general durante dos semanas con 6 cargas diarias podía mejorar la capacidad de resistencia, evaluada a partir de una prueba a carga constante logrando el requerimiento de un metabolismo aeróbico. Dicho entrenamiento tenía como característica una duración por sesión de 15 minutos con carga muy intensa. A partir de esto pudieron concluir que, a una mayor carga inspiratoria, se evidencia una mayor mejoría en la función muscular respiratoria. Sumado a esto, en el estudio de

(Hill, 2006) demostraron que el entrenamiento de músculos respiratorios inspiratorios de alta intensidad lograba una mayor mejoría en la función muscular inspiratoria en pacientes con EPOC, reduciendo de forma significativa las sensaciones de disnea y fatiga. En ventilación mecánica se ha demostrado además que el entrenamiento de corta duración y alta intensidad es seguro y produce mejoría comparable de fuerza y resistencia de los músculos respiratorios que programas que contemplen tiempos más largos.

Uno de los puntos sobre los cuales se debe enfatizar es la forma de evaluación y monitoreo del entrenamiento muscular respiratorio para evidenciar los efectos positivos y/o negativos de este. Uno de los inconvenientes de las investigaciones en pacientes con limitación ventilatoria es el querer evaluar los efectos de un entrenamiento específico respiratorio a nivel sistémico. La literatura evidencia que en el entrenamiento específico sobre función respiratoria no se presenta efecto de transferencia sobre otros grupos musculares. En este caso los efectos del entrenamiento muscular respiratorio se ven reflejados en la mejoría del estado de salud y la mayor tolerancia y capacidad aeróbica, aunque cabe aclarar que muchas veces dicha mejoría puede estar dada en mayor medida por la mejoría en la función multiorgánica a ser netamente muscular respiratoria, y que dichos efectos presentan similitud entre sujetos sanos y enfermos, por lo cual se hace más difícil identificar la mejoría neta muscular respiratoria (Hill, 2006).

En la actualidad existen pocos estudios que realicen las comparaciones de los efectos del entrenamiento muscular en diferentes enfermedades y alteraciones musculares respiratorias y/o torácicas y no hay claridad para identificar si el entrenamiento muscular respiratorio pueda aplicarse de forma indistinta a cualquiera de ellas. De forma teórica y práctica se acepta que la mayoría de los resultados obtenidos del entrenamiento muscular en pacientes con EPOC puede transpolarse a otras patologías respiratorias, sin embargo, esto conlleva a evidenciar controversias respecto a indicaciones y contraindicaciones, sobre todo al tener en cuenta la fisiopatología propia del EPOC, muchas veces no similar al comportamiento de otras patologías. A pesar de ello se puede inferir que de los resultados obtenidos en entrenamiento muscular respiratorio en sujetos con EPOC y sujetos sanos es que los músculos respiratorios son capaces de adaptarse y responder a un entrenamiento específico, y que dicha adaptación se da de forma específica sobre los grupos musculares que se están trabajando, sin transferencia a otros grupos (Orozco, Marco y Ramirez, 2010).

Se evidencia además que cuando el sujeto presenta una disfunción muscular respiratoria mayor, de la misma forma se evidencian mayores beneficios, y que

estos se pierden cuando se interrumpe el entrenamiento. Bajo esta situación debe tenerse en cuenta que no puede trasladarse los efectos ni beneficios del entrenamiento muscular respiratorio en pacientes con alteraciones neuromusculares ni de tipo central, sobre las cuales por la condición de base los resultados requieren de un entrenamiento y de medidas específicas.

Una gran cantidad de variables establecidas para la predicción del éxito del destete ventilatorio en pacientes bajo requerimiento de ventilación mecánica invasiva está relacionada con las cargas mecánicas respiratorias y la acción de los músculos respiratorios, en este caso, la función muscular respiratoria y el impacto del trabajo muscular sobre el sistema cardiovascular son variables predictivas de fracaso en el proceso de extubación. Hay que tener en cuenta además que el control neurológico central, la ventilación pulmonar y la demanda energética influyen sobre la capacidad del paciente en asumir su propia función respiratoria sin dependencia mecánica. Al enfocarse en el entrenamiento muscular respiratorio con una actitud postural favorable se puede lograr una adecuada o suficiente acción muscular que facilite los procesos de oxigenación – ventilación, a un costo energético menor. (Orozco, Marco y Ramirez, 2010).

Como se menciona anteriormente en diferentes estudios, concluyen que el uso de entrenamiento muscular inspiratorio y espiratorio combinado al mismo tiempo con el entrenamiento físico general aumenta significativamente la fuerza y la resistencia muscular inspiratoria. Entonces, para hacer el entrenamiento muscular general uno de los test aplicables para evaluar la fuerza muscular en pacientes que se encuentran en UCI con VM es la escala Medical Research Council (MRC). La escala MRC es validada y fácil de utilizar a nivel clínico a pie de cama que permite evaluar la fuerza muscular en 3 grupos musculares de cada extremidad superior e inferior en un rango de 0 (Parálisis) a 5 (Fuerza normal) para cada grupo muscular. El resultado final obtenido oscila entre 0 (Parálisis total) y 60 (Fuerza muscular normal en las 4 extremidades). Un valor por debajo de 48 se considera definitorio de debilidad adquirida en la UCI. Ver tabla 1. (Via y cols., 2013).

Tabla 1.  
Escala de fuerza muscular M.R.C

Tabla 1 Escala de fuerza muscular Medical Research Council	
Valor para cada movimiento	Examen muscular
0	Contracción no visible
1	Contracción muscular visible pero sin movimiento de la extremidad
2	Movimiento activo pero no contra gravedad
3	Movimiento activo contra gravedad
4	Movimiento activo contra gravedad y resistencia
5	Movimiento activo contra total resistencia
Funciones evaluadas: Extremidad superior: Extensión de muñeca, Flexión del codo, Abducción del hombro. Extremidad inferior: Dorsiflexión de tobillo, extensión de rodilla, flexión de cadera. Valor máximo: 60 (4 extremidades, máximo 15 puntos por cada extremidad) Valor mínimo: 0 (tetraplejía).	

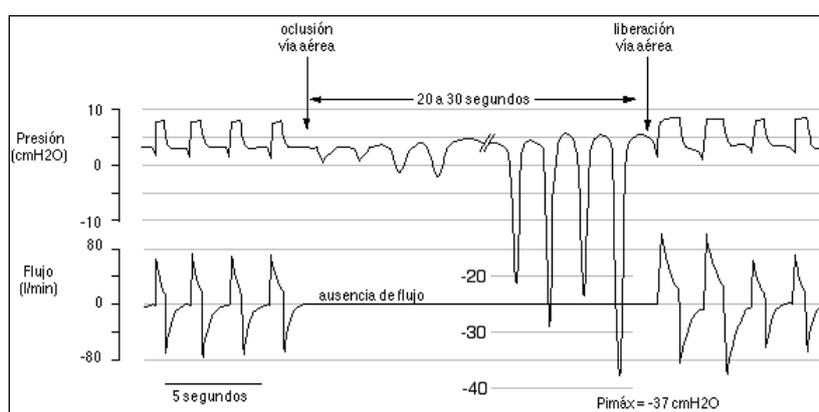
Tomado de Alejo, Hernández, Soler y Laverde, 2015

Teniendo en cuenta la calificación obtenida con la MRC se podrá identificar el punto de partida para iniciar la intervención por ejemplo: si el paciente puede mover los brazos contra la gravedad se puede iniciar con movilizaciones articulares pasivas en cama, ejercicios articulares activo-asistidos en cama, ejercicios articulares activos en cama combinados con cambios de posición hasta lograr la posición de sedestación durante 20 minutos como mínimo; 2 veces al día; si el paciente puede mover las piernas contra gravedad se progresará hasta lograr la sedestación en borde de cama, las transferencias de cama a silla y la sedestación en silla durante mínimo 20 minutos. Se debe tener en cuenta que las movilizaciones y ejercicios articulares se realizarán 3 veces al día y los cambios de posición cada 2 horas (Via y cols, 2013).

### **Presión de oclusión de la vía aérea.**

La presión de oclusión de la vía aérea se ha utilizado como un indicador del estímulo central respiratorio. Es la presión medida en la vía aérea al inicio de la inspiración durante una respiración espontánea tras haber ocluido la vía aérea justo al final de la espiración. Si la presión se considera en los primeros 100 ms de iniciada la inspiración, hablamos de la P0.1, cuyo valor normal en reposo es de 1 o 2 cm H<sub>2</sub>O. Los pacientes que no toleran la respiración espontánea tienen una P0.1 mayor que aquellos que pueden ser desconectados del ventilador. Suelen utilizarse valores de 4 o 5 cm H<sub>2</sub>O como límite para tener éxito en la prueba de desconexión; valores superiores fracasan en la prueba. Las limitaciones de esta medida hacen suponer que quizás los pacientes con poca reserva muscular, que no les permite cubrir sus demandas ventilatorias, no elevan la presión. Por ello, se ha recomendado relacionar la P0.1 con la presión inspiratoria máxima (PIM). (Ramos y Benito, 2010).

La PIM es la maniobra más sencilla y confiable de evaluar la fuerza muscular respiratoria y que no requiere de gran cooperación del paciente. Para esto, conectamos al paciente a un manómetro y ocluimos la vía aérea por 20 a 30 segundos, mientras el paciente está en su volumen residual (Gráfico 1) Figura que muestra la presión y el flujo en la vía aérea mientras el paciente ventila con un soporte inspiratorio de 5 cmH<sub>2</sub>O y PEEP de 3 cmH<sub>2</sub>O. Bruscamente, las válvulas inspiratoria y espiratoria son ocluidas al final de la espiración, de modo de que el paciente esté en su volumen residual. El paciente irá haciendo esfuerzos negativos tratando de gatillar el soporte inspiratorio sin conseguirlo. A los 20 a 30 segundos se alcanzará la PIM, que es un reflejo de la fuerza de la musculatura ventilatoria y de la capacidad de toser del paciente. Esta maniobra puede significar un estrés para el paciente, especialmente si éste está muy despierto y ansioso, por lo que, si logramos un valor satisfactorio en los primeros diez a quince segundos, la oclusión debe liberarse. Valores de -15 a -30 cmH<sub>2</sub>O han sido sugeridos como buen predictor de destete. Sin embargo, su valor discriminativo en forma aislada no es muy bueno por cuanto no considera la carga ventilatoria del paciente. Si tenemos la posibilidad de graficar la presión de la vía aérea, la relación entre el primer esfuerzo (Pin) y el esfuerzo máximo (Pimax) después de ocluida la vía aérea, con un valor menor a 0,3, mejora el índice predictivo de esta maniobra. La medición de la capacidad vital también evalúa la fuerza de la musculatura ventilatoria, pero requiere de la colaboración del paciente y su reproducibilidad no es buena, por ello, su valor no se relaciona bien con los otros criterios evaluados, de modo que no siempre la realizamos o consideramos en la decisión de destete (Díaz y Bugedo, 2011).



Gráfica 1. Liberación del paciente de V.M Díaz, O. (2011). Liberación del paciente de ventilación mecánica. Recuperado de <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/MedicinaIntensiva/Liberacion.html>

En consecuencia la medida de la presión inspiratoria o espiratoria máxima es una prueba sencilla que permite evaluar en forma global la fuerza de los músculos respiratorios. Esta prueba mide la presión (en cmH<sub>2</sub>O o mmHg) generada por los músculos respiratorios al realizar una maniobra inspiratoria o espiratoria forzada en contra de una vía aérea ocluida. Esta medida puede ser realizada en diferentes

niveles (nariz, esófago y estómago) por medio de la introducción de sondas con balones conectadas a transductores de presión. Sin embargo, la más comúnmente realizada por su carácter no invasivo es la medida de la presión en boca que se realiza con una boquilla especial y un adaptador al cual se conecta el transductor de presión. La presión inspiratoria máxima (PIM) es un índice representativo de la fuerza global de los músculos inspiratorios (diafragma e intercostales externos como los más importantes) además de un conjunto de variables como las relaciones de longitud-tensión, frecuencia de estimulación y velocidad de contracción que presentan dichos músculos. Del mismo modo la presión espiratoria máxima (PEM) es representativa de la fuerza de grupos musculares espiratorios principalmente abdominales e intercostales internos. El método más común para la medida de estas presiones es el propuesto por (Díaz y Bugedo, 2011).

Cuando se realizan esfuerzos físicos (carga de entrenamiento o competición), el organismo reacciona con una disminución de su capacidad funcional. Para (Díaz y Bugedo, 2011) "los procesos de adaptación dependen de un esfuerzo óptimo y de una fase de descanso óptima". Atendiendo a esto, tenemos que considerar que: Los estímulos han de tener una determinada duración e intensificación para provocar unas determinadas adaptaciones.

La recuperación, dependiendo de los estímulos aplicados y de la capacidad funcional del individuo, deberá tener un tiempo para que en el organismo se produzca una supercompensación. Este tiempo depende del tipo de esfuerzo o carga de entrenamiento. Así, por ejemplo, un trabajo de velocidad requiere de una recuperación de 24 horas y un mínimo de 48 horas para que se produzca una supercompensación. En un trabajo de resistencia anaeróbica, la recuperación será de 48 horas y 72 horas para su supercompensación. (Beachle y Earle, 2007).

Por lo tanto, una de las estrategias para intervenir en la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios es:

El paciente debe realizar la prueba en posición sedente o semiflower. Para la medida de la PIM si el paciente es consciente solicítele que exhale suave pero completamente (con el fin de llegar a volumen residual VR) y que luego inhale tan fuerte y rápido como le sea posible. Anime al paciente para que lo haga con toda la fuerza posible. Obtenga tres intentos seleccionando el más alto correlacionándolo con el 100% de la Pim Max del paciente. Permita que el paciente descanse de 30-60 segundos entre un intento y otro. Se utilizará como valores de referencia los propuestos por (Díaz y Bugedo, 2011). Ver (Tabla 2).

Tabla 2.  
Ecuación PIM cmH<sub>2</sub>O

Tabla 2. Ecuaciones de referencia de (Díaz y Bugedo, 2011).		
PIM cmH <sub>2</sub> O	Mujer	104-(0.51 x edad)
	Hombre	143-(0.55 x edad)

Tomado de Alejo, Hernández, Soler y Laverde, 2015

En la interpretación debe tenerse en cuenta los porcentajes de los valores medidos con relación a las ecuaciones de referencia, considerándose normal las medidas > 80% del valor predicho, con el fin de individualizar los resultados por género y edad. También se han propuesto límites de normalidad como valor absoluto para la PIM medida a VR de 75cm cmH<sub>2</sub>O para hombres y 50cm cmH<sub>2</sub>O para mujeres. (Fundación neumológica colombiana, 2012).

En la literatura médica mundial no existen programas estandarizados de entrenamiento muscular. El único criterio establecido en forma general es que el programa de entrenamiento debe tener en cuenta los 3 principios fisiológicos: intensidad, especificidad y reversibilidad. El principio de intensidad establece que solamente el ejercicio con una carga por encima de la basal es capaz de inducir un efecto de entrenamiento. La intensidad del entrenamiento aerobico se programa en personas sanas llevando la frecuencia cardiaca al 60-90% de la frecuencia cardiaca máxima predicha (220 menos la edad en años) o llevando el consumo de oxígeno al 50-80 % del consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max). Dicho nivel de ejercicio debe ser sostenido por 20 a 45 min 3 veces a la semana. Un entrenamiento con esta intensidad (la cual está lejos del umbral anaerobio) logra adaptaciones fisiológicas en los músculos periféricos y mejoría de la función cardiaca en los sujetos sanos incrementando la resistencia al ejercicio. Principio de especificidad. De acuerdo con este principio únicamente se presenta mejoría en el grupo muscular con el cual se está practicando el ejercicio. Principio de reversibilidad. El efecto de condicionamiento debe ser reversible, transitorio, de manera que una vez suspendido el estímulo los cambios adaptativos regresen a su estado inicial (Acosta, 2005).

### **Función del diafragma durante la colocación de cargas en el abdomen.**

En otro estudio se observaron los efectos de las cargas en el abdomen con el objeto de producir entrenamiento del diafragma, ya que estos no han sido suficientemente evaluados. Estudiaron la función del diafragma durante la colocación de cargas sobre el abdomen y con cambios en el patrón respiratorio. Se

estudiaron 6 voluntarios normales. Se obtuvo flujo en la boca, presión gástrica (Pga), presión esofágica (Pes), movimiento torácico (TX) y abdominal (AB), presión inspiratoria máxima (PIM) y presión transdiafragmática media (Pdi) y máxima (Pdimax). Se calculó la relación  $Pdi/Pdimax$  y el índice tensión-tiempo del diafragma (TTdi). Etapas: patrón normal (PN), patrón abdominal (PA) y carga de 1, 2, 4 y 6 kg con PN y PA. El PA fue facilitado por las cargas sobre el abdomen. Solo con 6 kg (PN y PA) la Pga a capacidad residual funcional aumentó significativamente ( $p < 0.001$ ). La Pdi siguió a las variaciones de la Pga y aumentó con todos los PA ( $p < 0.001$ ). Con PA y carga el índice TTdi alcanzó un valor de  $0.05 \pm 0.02$  ( $p < 0.001$ ). Las cargas no aumentaron este índice más de lo que hizo el PA solo. Los hallazgos sugieren que las cargas sobre el abdomen aumentan la propiocepción relacionada con los movimientos respiratorios y descenso del diafragma. Las cargas producen cambios leves en la mecánica del diafragma (en sujetos normales, 1/3 de la carga necesaria para desarrollar fatiga). En sujetos normales estos cambios parecen ser insuficientes para producir entrenamiento de los músculos respiratorios (Monteiro, Pessolano, Suárez y Vito, 2012). Por lo tanto, se concluye que las cargas extrínsecas deben ser mayores a 6Kg en pacientes sanos, pero se desconoce el peso exacto para pacientes críticos, adicionalmente no basta solo con implementar en los entrenamientos una carga que aumente progresivamente ya que no se van a observar cambios fisiológicos significativos, sino que también se debe tener en cuenta los tiempos implementados para generar cambios estructurales y funcionales en la musculatura respiratoria. Adicionalmente se debe tener en cuenta el reflejo metabólico respiratorio como lo menciona el estudio de (González, Pardal, Fernández, Arnedillo, costa y Gómez, 2012) ya que se produce como consecuencia de los músculos respiratorios (MR) ante un esfuerzo intenso y mantenido, respondiendo el sistema simpático con una vasoconstricción, disminuyendo el flujo sanguíneo y haciendo una redistribución sin comprometer la demanda energética de los MR. Durante ejercicios intensos, se ha estimado que los MR pueden llegar a utilizar un 16% del gasto cardiaco y junto a (McConnell y Lomax, 2006) resaltan la importancia de cómo un adecuado protocolo de entrenamiento de los MR puede producir una mejora en la tolerancia a la fatiga y mayor eficiencia respiratoria, lo que podría retrasar el reflejo metabólico respiratorio. Adicionalmente se debe tener en cuenta los principales factores respiratorios limitantes del rendimiento físico de alta intensidad los cuales son: a) limitaciones de la mecánica pulmonar, b) limitación de la difusión pulmonar, c) reflejo metabólico respiratorio y d) fatiga muscular respiratoria. Los dos últimos factores se consideran fundamentales en cuanto a su relación con el entrenamiento de la musculatura respiratoria (López y Fernández, 2001). El diafragma del cuerpo humano es considerado como un músculo con buena capacidad oxidativa, sin embargo, después de ejercicios de resistencia aeróbica prolongados se ha observado un agotamiento de las reservas de

glucógeno tanto en diafragma como en los intercostales, lo que implica la posibilidad de que los MR puedan fatigarse por depleción de sustratos en este tipo de ejercicio. En este sentido se muestra que esta capacidad oxidativa puede ser mejorada mediante cargas de resistencia durante la inspiración (González y cols., 2012). Por otro lado, se ha descubierto que el entrenamiento de los MR provoca una mejora en la cinética de aclaración del lactato y un descenso en las sensaciones de percepción del esfuerzo, tanto respiratorio como locomotor según (Brown, Sharpe y Johnson, 2010).

Durante todo el trayecto investigativo sobre literatura que justifique el valor positivo del entrenamiento muscular inspiratorio se comprobó que son más los efectos positivos que los deletéreos, puesto que los pacientes que se intervinieron con dicho entrenamiento se facilitó el destete ventilatorio y por ende menos días en UCI.

Las estrategias más usadas y con mejores resultados en pacientes con VM fue la modificación de la sensibilidad e identificar el tipo de entrenamiento, basados en un tiempo inicial de 5 minutos por sesión, aumentando gradualmente la resistencia, lo cual se puede evidenciar en el seguimiento de la PIM. Algunos artículos resaltan la necesidad de un entrenamiento paralelo con musculatura periférica para garantizar disminución de la aparición de desacondicionamiento físico y posteriormente calidad en la funcionalidad del paciente.

Después de 7 días de soporte ventilatorio, del 25% al 33% de los pacientes experimentan debilidad neuromuscular evidente a nivel clínico, lo que se considera una causa importante para aumentar el tiempo de su duración y por lo tanto de permanencia en la Unidad (Needham, 2008; Charry Segura, et al, 2013).

Con base a la información anterior y la descripción realizada en el estudio de Alejo, Hernández y Soler en 2015, es necesario que la fisioterapia cuente con herramientas basadas en la evidencia, con óptimos niveles de calidad que permitan la estandarización del manejo y abordaje del quehacer profesional, para orientar la valoración e intervención, logrando así que el fisioterapeuta reduzca la variabilidad de la atención y mejore la atención de los servicios, además de reducir las diferencias injustificadas en el abordaje, para llevar a cabo el cumplimiento de dichas condiciones que mejoran y centralizan la atención, se han descrito diversas estrategias y métodos de abordaje a través de protocolos y guías de manejo basadas en la evidencia.

Por ello, se llevó a cabo la revisión de literatura mundial de herramientas para la elaboración de protocolos, en la cual se identificaron tres propuestas validadas a nivel mundial, que son la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia, la propuesta del instrumento AGREE y la National Institute of Clinical Excellence.

Con respecto a la *Guía metodológica para la elaboración de un protocolo basado en la evidencia*, la cual tiene como finalidad brindar las herramientas necesarias para llevar a cabo la realización de un protocolo a través de 15 puntos y que fue la seleccionada para el desarrollo de este protocolo, dichos ítem son:

1. Autores: es importante que el protocolo lleve esta información nombre, apellido, titulación, cargo, así como los datos del contacto.
2. Revisores externos: identificar el nombre de la comisión y la institución a la que pertenecen.
3. Declaraciones de conflicto de interés de los autores/revisores: cuando los autores del protocolo tienen relaciones económicas o personales y puede sesgar o influir inadecuadamente.
4. Justificación: desde exponer las causas y motivos que justifique la necesidad de un protocolo.
5. Objetivos: los objetivos deben ser específicos, medibles, realizables, limitados de tiempo y deben empezar con un verbo infinitivo.
6. Profesionales a quien va dirigido. profesionales que sean potencialmente usuarios del protocolo.
7. Población diana/excepciones: en la población diana se debe tener en cuenta que el protocolo aplica en poblaciones específicas como edad, sexo patología o riesgo; y en las excepciones paciente que hagan innecesarias la aplicación del protocolo.
8. Metodología: las preguntas metodológicas se elaboran con metodología paciente, intervención, comparación y resultado.
9. Actividades o procedimientos: listar en orden cronológica las recomendaciones con nivel de evidencia, fuentes bibliográficas.

10. Algoritmo de actuación: de una forma descriptiva las actividades o procedimientos.

11. Indicadores de evaluación: son unidades de medida que nos permiten si están consignados los objetivos, este tipo de datos pueden ser estructura, proceso y resultado.

12. Glosario / definiciones: definiciones de términos o siglas utilizados en el protocolo.

13. Bibliografía: autor, título del artículo. abreviatura internacional de la revista, año, volumen página inicial y página final del artículo.

14. Listado anexos: listado de documentos asociados a protocolo

15. Anexos:

Por otra parte, se encuentra la *Nacional Institute of Clinical Excellence (NICE)* cuya función es brindar orientación basada en la evidencia en salud y asistencia social. La guía NICE, las normas y otros recursos ayudan a los profesionales de la salud, la salud pública y los servicios sociales a brindar la mejor atención posible dentro de los recursos disponibles. (NICE, 2016). Esta guía a su vez describe 12 items que permiten orientar a los profesionales a seguir una ruta confiable para el diseño de un protocolo minimizando el riesgo de fracaso.

PASO 1. Seleccionar y priorizar un tema; este paso determina que el tema a trabajar, debe ser seleccionado a través de dos rutas principales:

- La publicación de normas nacionales
- La identificación de las prioridades de mejora de los servicios locales

PASO 2. Crear un equipo; en el cual se debe establecer un equipo multidisciplinario. Cabe destacar que, al seleccionar a los miembros del equipo, se deben acordar una serie de funciones. Sugiere grupos no tan grandes para evitar el riesgo de falta en el control. El número óptimo de personas que tienen en un equipo está entre 6 y 10.

PASO 3. Involucrar a pacientes y usuarios.

PASO 4. Aceptar objetivos; Es importante que cualquier protocolo se asocie con objetivos claros que sean específicos, el equipo de desarrollo debe identificar metas que son alcanzables.

PASO 5. Construir conciencia y compromiso.

PASO 6. Recopilar información; Se debe buscar información sobre, Normas nacionales, Evidencia publicada de buenas prácticas, Experiencia y protocolos de otras organizaciones, Opiniones de pacientes y usuarios de servicios.

PASO 7. Evaluación de referencia; Se debe determinar la línea de base del desempeño en el servicio, cuyas fuentes de datos para la evaluación deben comenzar a identificar donde hay deficiencias y donde se pueden hacer mejoras.

PASO 8. Producir el protocolo; Realización propia del protocolo.

PASO 9. Piloto del protocolo; La aplicación del protocolo debe comenzar con una fase piloto, con el fin de resolver cualquier problema operacional y proporcionar seguridad al personal.

PASO 10. Implementación del protocolo; Se ha demostrado que la aplicación debe estar respaldada por un programa detallado de capacitación para el personal que va a utilizar el protocolo.

PASO 11. Variación del monitor; Documentar las variaciones del protocolo ayuda a establecer lo que ocurre en la práctica. Además, hace más fácil, la implementación de correcciones.

PASO 12. Revisar el protocolo; Es importante mantener los protocolos bajo revisión para: medir y cuantificar los beneficios para los pacientes y el personal, asegurar cumplimiento de objetivos y que todo el personal nuevo reciba capacitación en el uso de los protocolos, mantener al día los cambios en la práctica clínica, garantizar modificaciones y actualizaciones.

Finalmente, se encuentra *el instrumento AGREE* o instrumento para la evaluación e investigación de la calidad de las Guías de práctica clínica, el cual se basa en recomendaciones sistemáticas elaboradas para facilitar la toma de decisiones entre profesionales de la salud y los pacientes.

Dicho instrumento se realizó con el fin de evaluar la calidad de las guías de práctica clínica, mediante el análisis del rigor metodológico y la transparencia en la cual se elabora la guía, cuyos objetivos son evaluar la calidad de las guías, proporcionar una estrategia metodológica para el desarrollo de guías, establecer qué información y cómo se debe presentar en las guías.

Esta herramienta consta de 23 ítems organizado en seis dominios seguidos de 2 ítems de puntuación global, cabe destacar que cada dominio abarca aspectos relevantes de la calidad de la guía.

**Dominio 1.** Alcance y Objetivo, hace referencia al propósito de la guía, a los aspectos de salud específicos y la población.

**Dominio 2.** Participación de los implicados, es el grado en el que la guía ha sido elaborada por los implicados.

**Dominio 3.** Rigor en la Elaboración, indica el proceso utilizado para reunir la información y métodos para establecer las recomendaciones

**Dominio 4.** Claridad de la Presentación, indica el lenguaje, la estructura y el formato de la guía.

**Dominio 5.** Aplicabilidad, hace referencia a las barreras y facilitadores para su utilización.

**Dominio 6.** Independencia editorial, indica la formulación de las recomendaciones las cuales no deben tener conflictos de interés.

**La Evaluación global** incluye una puntuación de la calidad general de la guía y sobre si la guía debe ser recomendada para su utilización.

Dichos ítems comprenden:

1. El objetivo general de la guía está específicamente descrito.
2. El(los) aspecto(s) de salud cubierto(s) por la guía está(n) específicamente descrito(s).
3. La población (pacientes, público, etc.) a la cual se pretende aplicar la guía está específicamente descrita.
4. El grupo que desarrolla la guía incluye individuos de todos los grupos profesionales relevantes.
5. Se han tenido en cuenta los puntos de vista y preferencias de la población diana (pacientes, público, etc.).
6. Los usuarios diana de la guía están claramente definidos.
7. Se han utilizado métodos sistemáticos para la búsqueda de la evidencia.

8. Los criterios para seleccionar la evidencia se describen con claridad.
9. Las fortalezas y limitaciones del conjunto de la evidencia están claramente descritas.
10. Los métodos utilizados para formular las recomendaciones están claramente descritos.
11. Al formular las recomendaciones han sido considerados los beneficios en salud, los efectos secundarios y los riesgos.
12. Hay una relación explícita entre cada una de las recomendaciones y las evidencias en las que se basan.
13. La guía ha sido revisada por expertos externos antes de su publicación.
14. Se incluye un procedimiento para actualizar la guía.
15. Las recomendaciones son específicas y no son ambiguas.
16. Las distintas opciones para el manejo de la enfermedad o condición de salud se presentan claramente.
17. Las recomendaciones clave son fácilmente identificables.
18. La guía describe factores facilitadores y barreras para su aplicación.
19. La guía proporciona consejo y/o herramientas sobre cómo las recomendaciones pueden ser llevadas a la práctica.
20. Se han considerado las posibles implicaciones de la aplicación de las recomendaciones sobre los recursos.
21. La guía ofrece criterios para monitorización y/o auditoría.
22. Los puntos de vista de la entidad financiadora no han influido en el contenido de la guía.
23. Se han registrado y abordado los conflictos de intereses de los miembros del grupo elaborador de la guía.

Es por todo lo anterior que, para la realización de la presente investigación y elaboración del protocolo para el entrenamiento de los músculos respiratorios en las unidades de cuidados intensivos, se decide utilizar la Guía metodológica para la elaboración de protocolos dado por descripción rigurosa, especificidad y su gran validez a nivel mundial, además se establece un complemento con la *Nacional Institute of Clinical Excellence*, Adicionalmente, se llevara a cabo la implementación del instrumento AGREE en la fase de evaluación y revisión para llevar a cabo el análisis de la calidad del mismo.

## 2.2 Marco conceptual

- **Fuerza Muscular:** Fuerza generada por actividad bioquímica, o el estiramiento de tejido no contráctil, que tiende a acercar entre sí los extremos opuestos de un músculo (Beachle y Earle, 2007).
- **Ventilación:** Es el proceso fisiológico mediante el cual se realiza el intercambio gaseoso entre el medio externo y los espacios alveolares, el cual involucra una serie de determinantes mecánicos tanto estáticos (distensibilidad, elastancia y propiedades mecánicas pulmonares) como dinámicos (flujo, cambios cíclicos de volúmenes y presiones) e implica la generación de diferentes niveles de trabajo respiratorio. (Sprague y Hopkins, 2003).
- **Ventilación Mecánica:** Es un sistema de soporte vital cuya eficacia está claramente establecida. Su utilidad radica en que es capaz de mantener la ventilación alveolar cuando el paciente no puede sostenerla por más tiempo, es decir, cuando aparece insuficiencia respiratoria. Tal desequilibrio es cualitativamente similar, tanto si es debido a que los pulmones pierden deformabilidad (como en el edema pulmonar o la fibrosis pulmonar) como si es debido a un aumento de los requerimientos ventilatorios (Por incremento de la producción de CO<sub>2</sub> o por empeoramiento del espacio muerto) u ocasionado por debilidad muscular (Net Castel y Benito Vales, 2000).
- **Fuerza de Resistencia:** Es la capacidad para mantener la disminución de la intensidad de los impulsos de fuerza lo más escasa posible ante un número determinado de repeticiones de éstos en un periodo de tiempo establecido (Dietrich, Klaus y Klaus, 2007).

- **Fuerza Máxima:** Es la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia dada. Dicha manifestación de fuerza puede ser estática (fuerza máxima estática), cuando la resistencia a vencer es insuperable; o dinámica (fuerza máxima dinámica), si existe desplazamiento de dicha resistencia (Dietrich, Klaus y Klaus, 2007).
- **Presión Inspiratoria Máxima (PIM):** Se define como la relación proporcional a la resistencia y al volumen corriente o volumen movilizado durante la inspiración (Buguedo & Diaz, 2011).
- **Índice de Respiración Rápida Superficial (IRRS):** Coeficiente entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente, el cual evalúa la capacidad ventilatoria, debido a que cuantifica la respiración rápida y superficial que suelen desarrollar los pacientes que no logran una extubación exitosa (Buguedo & Diaz, 2011).
- **Fuerza inspiratoria negativa (NIF):** Valor global de la fuerza de la musculatura respiratoria y la capacidad para toser y expectorar (Rodríguez, 2014).
- **Sensibilidad Inspiratoria:** Se define como el mecanismo con el que el ventilador es capaz de detectar el esfuerzo respiratorio del paciente.
- **Threshold o válvula de entrenamiento muscular respiratorio:** Es un dispositivo ayuda a entrenar la presión inspiratoria máxima sostenida (pims) la cual a su vez evalúa la función de los músculos respiratorios en conjunto y la tolerancia a la fatiga en la respiración contra cargas (Dixit, 2014).
- **Técnicas de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva FNP:** Son métodos terapéuticos utilizados con el fin de obtener respuestas específicas del sistema neuromuscular a partir de la estimulación de los propioceptores orgánicos.
- **Volumen de entrenamiento:** Es la suma del total de repeticiones (repeticiones x series) realizadas durante una sesión de entrenamiento multiplicada por las series realizadas
- **Repeticiones:** Es el número de veces seguidas que repite un mismo movimiento. (Gavela, 2016).

- **Series:** (o tandas) agrupan cierto número de repeticiones, separadas por periodos de descanso o por la realización de ejercicios distintos. (Gavela, 2016)
- **Una sesión:** Se compone de una rutina específica basada en el rendimiento y resistencia de cada organismo y el trabajo adecuado para las capacidades cardiovasculares de cada individuo que a su vez se conforma de una serie de repeticiones de ejercicios y/o flexiones pertinentes para cada ejercicio a ejecutarse. (Gavela, 2016)
- **Duración:** Es el plazo de tiempo que se invierte en una actividad. (Jorge Isabel Zamarripa Rivera, 2014).
- **Destete Ventilatorio:** Es la retirada de la ventilación mecánica para volver a establecer la respiración espontánea. Se considera que un destete ventilatorio es exitoso cuando el paciente puede respirar por su cuenta por lo menos 48 horas (Sprague y Hopkins, 2003). El destete normalmente comprende el 40-50% de la duración total de la ventilación mecánica y casi el 70% de los pacientes que se encuentran en cuidados intensivos obtienen un destete sin dificultad en el primer intento (Boles y cols., 2007).
- **Paciente Crítico:** Paciente en riesgo momentáneo o continuo de perder la vida o deterioro importante de la calidad de vida por una condición específica, configurando un estado de gravedad persistente que requiere monitorización y tratamiento continuado. (Boles y cols., 2007).
- **Protocolo:** Acuerdo entre profesionales expertos en un determinado tema y en el cual se han clarificado las actividades a realizar ante una determinada tarea. Desde esta forma de ver las cosas, serían susceptibles de protocolizarse aquellas actividades físicas, verbales y mentales que son planificadas y realizadas por los profesionales, incluyéndose tanto actividades autónomas como delegadas (Sánchez, González, Molina & Guil, 2009).
- **Autores:** Referentes y grupo de personas que realizan la investigación. (González. I. 2010).
- **Problema de investigación:** El problema a investigar es la incertidumbre que el investigador desea resolver sobre algún hecho o fenómeno. (González. I. 2010).

- **Población diana:** Población definida en el problema e investigación (Sánchez, González, Molina & Guil, 2009).
- **Objetivos:** Los objetivos son las guías de estudio durante el proceso de la investigación, son la razón de ser y hacer y deben mostrar una relación clara y consistente con la descripción del problema. (González. I. 2010).
- **Métodos:** Esta sección se considera la más importante al elaborar un proyecto y la pregunta a responder es: ¿cómo se procederá para alcanzar los objetivos planteados? (González. I. 2010).
- **Calendario general (Cronograma).** Debe reflejar la duración de la investigación, su fecha de inicio y de terminación. Este se dividirá en una serie de etapas que siguen un orden cronológico y para las que también se precisará su fecha de inicio y de terminación. (González. I. 2010).
- **Referencias bibliográficas:** Es todo el material que de una forma u otra ha sido consultado por parte del investigador durante el desarrollo de su investigación. (González. I. 2010).
- **Anexos:** En esta sección se adjuntan los documentos (encuestas, guías, tablas, diseños, gráficos, consentimiento informado y otros) que el investigador adiciona al cuerpo del proyecto. (González. I. 2010).

### 3. MARCO METODOLOGICO

Esta investigación hace parte de un macro estudio titulado “Propuesta de un protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivos,” que tiene como objetivo principal diseñar un protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo con un nivel de calidad óptimo, siguiendo las recomendaciones de la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia, así como las propuestas del instrumento AGREE y del Nacional Institute of Clinical Excellence.

Esta macro estudio contó con un diseño metodológico descriptivo de corte cualitativo que soportó su evidencia científica en el estudio de Alejo, Hernández y Soler (2015), sobre la intervención en la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios en pacientes adultos en la unidad de cuidado intensivo.

En dicho macro estudio se plantearon tres grandes fases, una de prediseño, otra de diseño propiamente dicho y una final de evaluación y revisión. La primera fase ya fue realizada en un estudio que antecede a este proyecto en dicho estudio, se examinaron las dimensiones de análisis (valoración de la fuerza resistencia de los músculos respiratorios, estrategias de entrenamiento, sesiones, tiempo de sesión, volumen, intensidad, coadyuvantes, etc.) como posibles variables de aplicación en el protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo, además las recomendaciones de la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia, las propuestas del instrumento AGREE y del Nacional Institute of Clinical Excellence, donde se determinó que la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia es la metodología más acorde para el desarrollo del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo.

En la fase II, que es el propósito de este proyecto investigativo se dio por terminada la construcción y diseño del protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivo teniendo en cuenta los lineamientos metodológicos de la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia y las variables de intervención descritas en la literatura mundial para el entrenamiento muscular respiratorio de los pacientes que se encuentran al interior de las Unidades de Cuidado intensivo, específicamente definiendo las actividades propias del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio dentro de la Unidad de Cuidados Intensivos y la construcción de un sistema de indicadores que faciliten la valoración y control del proceso.

Para el diseño de las actividades propias del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio dentro de la Unidad de Cuidados Intensivos se utilizó la estrategia PICO (paciente, intervención, comparación y resultados), debido a que con ello se logran establecer las preguntas que abordaron el protocolo orientando la construcción de la pregunta de investigación y la búsqueda de bibliografía. Además, se presenta la lista en orden cronológico de las recomendaciones relevantes a seguir en el protocolo indicando en cada recomendación su nivel de evidencia y excepciones aplicables.

Con relación a la construcción de un sistema de indicadores que faciliten la valoración y control del proceso se diseñaron unos indicadores de evaluación con una ficha de cumplimiento soportado en la metodología recomendada en la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia.

Se debe aclarar que quedaría para posteriores investigaciones la ejecución de la fase III donde se plantea la evaluación y revisión final para dar por terminado este Macro estudio titulado “Propuesta de un protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivos,”

#### **4. RESULTADOS**

A continuación se presentan los resultados encontrados en esta investigación que tenía como objetivo principal definir metodológicamente las actividades fisioterapéuticas para el entrenamiento muscular respiratorio en los pacientes sometidos a ventilación mecánica al interior de la Unidad de Cuidados Intensivos, basado en los lineamientos de la guía metodológica para elaboración de protocolos basados en la evidencia y de esta manera darle cuerpo al protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidados intensivos (Anexo A).

Es de resaltar que además del cumplimiento del propósito básico de este proyecto investigativo, se realizó un perfeccionamiento al documento adelantado en la fase I con relación al protocolo propiamente dicho; sus mayores ajustes están enmarcados en la definición de la población Diana a la cual se va a aplicar el protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivos y se adelantó un poco con relación al diseñar un sistema de indicadores de evaluación que faciliten la valoración y control de la efectividad del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo teniendo en cuenta la metodología recomendada en la Guía

Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia, que estaba planteado para la fase III.

Las Actividades propuestas para el desarrollo del protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivos se describe a continuación:

### **1. Evaluación**

A los pacientes seleccionados o admitidos para iniciar el protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivo según los criterios de inclusión se les debe valorar tres variables evaluativas musculares específicas sobre las cuales se determinará, la prescripción, avances y evolución, dichas variables son:

- Presión inspiratoria máxima (PIM). Se define como la relación proporcional a la resistencia y al volumen corriente o volumen movilizado durante la inspiración, se puede decir que es un equivalente de la capacidad de realizar el trabajo necesario para producir una ventilación alveolar adecuada. Esta prueba mide la presión (cmH<sub>2</sub>O) generada por los músculos respiratorios al realizar una maniobra inspiratoria o espiratoria forzada en contra de una vía aérea ocluida. Es la maniobra más sencilla y confiable para evaluar la fuerza muscular respiratoria y no requiere de gran cooperación del paciente (Buguedo & Diaz, 2011).

Para su medición se debe conectar al paciente a un manómetro y ocluir la vía aérea por 20 a 30 segundos, mientras el paciente está en su volumen residual. Esta maniobra puede significar un estrés para el paciente, especialmente si éste está muy despierto y ansioso, por lo que, si se logra un valor satisfactorio en los primeros diez a quince segundos, la oclusión debe liberarse. Valores de -15 a -30 cmH<sub>2</sub>O han sido sugeridos como buen predictor de liberación de la ventilación mecánica (Buguedo & Diaz, 2011).

Para este protocolo los valores puntuales de PIM serán entre -15 cmH<sub>2</sub>O y -30cmH<sub>2</sub>O; la PIM será evaluado antes, durante y después de la aplicación del protocolo de entrenamiento muscular respiratorio.

- Índice de respiración superficial o índice Tobin y Yang (IRRS). Se define como el coeficiente entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente, el cual evalúa la capacidad ventilatoria, debido a que cuantifica la respiración rápida y superficial que suelen desarrollar los pacientes que no logran una extubación exitosa (Buguedo & Diaz, 2011).

Es el índice estudiado más frecuentemente para determinar si un paciente podrá ser liberado de la ventilación mecánica con éxito (Buguedo & Diaz, 2011). Recientes estudios de investigación han demostrado que su uso es limitado, de tal manera que valores inferiores a 105 resp/min/litros indican un pequeño incremento en la posibilidad de un destete exitoso. Valores superiores a 105 resp/min/litros indican una moderada probabilidad de fallo en el destete. Es decir que el índice de Tobin y Yang es un buen indicador de probabilidades de fallo o éxito de destete ventilatorio y a su vez brinda un valor comprendido entre 30 y 80 resp/min/litros, dando una medición cuantitativa que se puede comparar desde el inicio del entrenamiento de la musculatura respiratoria y al final para determinar el porcentaje de evolución a la mejoría (Rodríguez, 2014).

Para realizar la medición del IRRS se verifica la frecuencia respiratoria y el volumen tidal espontáneos que reporta el ventilador y se haya su cociente ( $fr/vt \times 1000$ ) y el resultado será el predictor de éxito o fracaso en la liberación de la ventilación mecánica (Buguedo & Diaz, 2011).

Para este protocolo el valor óptimo del IRRS será entre 30 y 80 resp/min/litros y será evaluado antes, durante y después de la aplicación del protocolo de entrenamiento.

- Fuerza inspiratoria negativa (NIF): es definida como un valor global de la fuerza de la musculatura respiratoria y la capacidad para toser y expectorar. Estudios de investigación sugieren (Rodríguez, 2014) que valores inferiores a  $-30 \text{ cmH}_2\text{O}$ , se relacionan con éxito en la liberación de la ventilación mecánica. Valores superiores a  $-20 \text{ cmH}_2\text{O}$  se relacionan con fallos en dicho proceso. Para su determinación es preciso que el paciente se encuentre despierto y pueda colaborar. La posición adecuada es la posición de fowler o sedente a  $90^\circ$ , con previa permeabilización de la vía aérea, previo conocimiento del paciente. Los ventiladores disponen de una opción para realizar la maniobra de forma automática donde mediante la activación de un interruptor, él realiza la medición y arroja el resultado, mientras el ventilador hace la medición se debe insistir al paciente para que tome aire con fuerza. La prueba se debe interrumpir si se produce en el paciente ansiedad excesiva, desaturación y/o arritmias (Rodríguez, 2014). Para este protocolo el valor de referencia  $-30$  a  $-40 \text{ cmH}_2\text{O}$ .

Dichas variables tendrán tres momentos de medición importante, al iniciar el protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivos, durante su aplicación y al finalizar su aplicación.

El protocolo se iniciará cuando el paciente cumpla con los siguientes criterios de inclusión, los cuales fueron determinados bajo una revisión sistemática básica:

- Pacientes con edad superior a los 18 años de edad
- Estabilidad hemodinámica por lo menos de 24 horas antes de la iniciación del protocolo.
- Soporte vasopresor e inotrópico intravenoso a dosis mínimas (dobutamina  $\leq$  5 mcg/kg/min, noradrenalina  $\leq$  0.1 mcg/kg/min) y no deben tener más de 2 infusiones.
- Sin sedación por más 24 horas antes de iniciar el protocolo.
- Pacientes sin alteraciones neurológicas que impidan seguir órdenes.
- El paciente debe tolerar de forma intermitente modo espontáneo con presión de soporte baja entre 6 y 10 cmH<sub>2</sub>O, con frecuencia respiratoria espontánea entre 10 y 18 rpm, peep entre 6 y 10 cmH<sub>2</sub>O.
- Gasimetría arterial con pH 7.35 - 7.45, PaO<sub>2</sub>  $\geq$  60 mmHg con FIO<sub>2</sub>  $\leq$  0.40, PaCO<sub>2</sub>: 40  $\pm$  5 mmHg; para pacientes con EPOC con hipercapnia crónica fue bien tolerada una PaCO<sub>2</sub> de hasta 55 mmHg.

Es de resaltar que además de las variables descritas anteriormente el paciente debe tener una valoración fisioterapéutica integral. Para la aplicación de este protocolo se utilizará el screening de la carpeta académica del programa de Fisioterapia de la Corporación Universitaria Iberoamericana (Anexo B).

Para garantizar los resultados la aplicación del protocolo tendrá una duración de 3 a 7 días; la revisión sistemática base de este protocolo evidencio que un 22% de la literatura consultada con relación a los días de aplicación del protocolo sugieren 7 días de intervención o hasta completar la liberación de la ventilación mecánica. Seguido de un 12 % donde sugieren 3 a 5 días de intervención (Hernández, Laverde, Soler, & Alejo, 2016). En el caso de que el paciente presente signos de fatiga muscular o inestabilidad hemodinámica, se suspenderá la aplicación del protocolo y se reanudará 24 horas posteriores para dar reposo muscular y descarga diafragmática. (Hernández, Laverde, Soler, & Alejo, 2016).

Este protocolo tendrá actividades que favorecen la fuerza resistencia y la fuerza máxima de los músculos respiratorios. Un 70% favorecerá la fuerza resistencia, a través de las actividades directas, el 30% restante estará subdividido en actividades indirectas así: 20% la coordinación a través de ejercicios de reeducación diafragmática y un 10% con técnicas de facilitación neuromuscular (FNP). A pesar de que la evidencia es muy reducida, este protocolo contempla la posibilidad de ejecutar las siguientes actividades desde las técnicas de FNP.

Antes de iniciar la aplicación del protocolo en el paciente con ventilación mecánica invasiva se debe garantizar la permeabilización de la vía aérea, mediante el uso de técnicas manuales, convencionales, instrumentales con o sin apoyo farmacológico para evitar cualquier tipo de obstrucción en las vías respiratorias que interfiera con la consecución del entrenamiento.

## **2. Prescripción de las variables para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivo.**

El establecimiento de las variables fisioterapéuticas del protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio está asociado a las necesidades y cualidades individuales del paciente. Este protocolo está basado en los principios del entrenamiento de la fuerza resistencia los cuales abarcan dentro de su ejecución en cada una de las sesiones: la planeación de series, repeticiones, teniendo periodos de recuperación entre cada serie con el fin de brindar un tiempo de descanso, grupos musculares a trabajar y actividades específicas para el entrenamiento muscular respiratorio y finalmente la intensidad, esta debe ser prescrita de una forma individualizada que asegure una carga apropiada para cada paciente. La intensidad del ejercicio puede expresarse en términos absolutos (por ejemplo, vatios, velocidad de carrera, METs, etc.) o en términos relativos a la capacidad funcional de las personas (por ejemplo, % de umbral o carga y  $VO_2$ máx). Independientemente del método utilizado, el objetivo central es controlar la intensidad del ejercicio en el rango más adecuado para cada individuo de forma que pueda completar su sesión de entrenamiento en este caso de los músculos respiratorios. (Rodríguez, 2014)

La aplicación adecuada de estos principios dará como resultado la generación de adaptaciones y cambios positivos o favorables en los pacientes que se encuentran en las unidades de cuidado intensivo como la disminución de los periodos de estancia en UCI, del tiempo en ventilación mecánica y eventos de reintubación (Rodríguez, 1995).

Las variables de prescripción para este protocolo de entrenamiento muscular respiratorio al interior de la unidad de cuidado está basado en la revisión sistemática realizada por Alejo, Hernández y Soler, dicho estudio de síntesis de la información científica disponible en la literatura mundial, indagó sobre la intervención terapéutica de la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios en paciente en la unidad de cuidados intensivos con o sin uso de ventilación mecánica, se utilizó la metodología de la revisión sistemática exploratoria de Manchado, et al., (2009). Durante la

búsqueda de artículos de revisión se incluyeron diferentes tipos de estudio: revisión sistemática, descriptivo-ambispectivo y transversal, cohortes, estudio de casos y control –prospectivo, ensayo clínico aleatorizado, observacional-prospectivo y estudio retrospectivo. Todos los estudios originales publicados en revistas indexadas, que describieran la intervención o entrenamiento de la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios en paciente en la unidad de cuidados intensivos con o sin uso de ventilación mecánica. Dicha búsqueda se efectuó en 5 bases de datos electrónicas: PUBMED, SCIENCE DIRECT, SCIELO, MEDLINE y EBSCO HOST. Se utilizaron términos clave o MeSH y ecuaciones de búsqueda en inglés, español y portugués, que estuvieran publicados entre enero de 2000 y septiembre de 2015.

Los criterios de inclusión fueron estudios con pacientes adultos mayores de 18 años de edad, estudios que contemplaran la intervención o entrenamiento de la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios en pacientes en la unidad de cuidados intensivos y que describieran cómo estaba diseñado y cómo lo aplicaban a sus pacientes. Para su posterior descripción más detallada los autores definieron 6 dimensiones de análisis: 1. Sesiones/día y duración. 2. Grupos musculares. 3. Días de intervención. 4. Volumen, teniendo en cuenta que se refirió a éste como repeticiones y series. 5. Intensidad. Y 6. Con ventilación mecánica o sin ventilación mecánica.

Dichos autores seleccionaron los artículos que en principio cumplían los criterios de inclusión, quedando un total de 100 artículos. De estos últimos se obtuvo el documento completo para su posterior lectura y verificación del cumplimiento de las dimensiones de análisis, seleccionado finalmente 50 artículos en total.

Para este protocolo se seleccionaron 4 variables de prescripción, las cuales son:

**a. Número de sesiones y duración de sesión:**

Para este protocolo una sesión fisioterapéutica se define como una rutina específica basada en el rendimiento y resistencia de cada organismo y el trabajo adecuado para las capacidades cardiovasculares de cada individuo (Gavela, 2016).

El protocolo está descrito para trabajar de 1 a 2 sesiones por día, con una duración ideal de la sesión de 30 minutos, pero es posible trabajar en sub sesiones no menores a 5 minutos; Después de la realización de las actividades se debe dar un tiempo de recuperación que corresponde al doble del tiempo de duración de trabajo. El fisioterapeuta determinará la posibilidad de trabajar una o dos sesiones y la fragmentación de las mismas durante el día según la evolución del paciente.

En la revisión sistemática realizada por Alejo, Hernández y Soler, se aprecia que el 66% de los artículos revisados sugieren sesiones diarias de los cuales el 60% proponen entre 1 y 2 sesiones/día. Por otra parte, el 58% incluyen duración de cada una de las sesiones y entre ellos el 38% indican una duración de las sesiones entre 10 a 30 minutos.

**b. Grupos musculares y actividad específica para el entrenamiento muscular respiratorio:**

Los artículos de referencia de la revisión sistemática base de este protocolo, evidencian que la función respiratoria se optimiza a través del entrenamiento directo de los músculos respiratorios, o de forma indirecta e irradiada a través de patrones funcionales involucrando los músculos de tren superior (cintura escapular y miembros superiores) e inferior (cintura pélvica y miembros inferiores).

El 60% de la literatura mundial revisada, se enfoca en un entrenamiento directo sobre los músculos de la respiración, seguido de un 30% que dirige su intervención sobre la musculatura de tren superior e inferior y músculos respiratorios, un 8% recomienda el entrenamiento independiente de músculos de tren superior y tren inferior, el 2% restante adiciona al entrenamiento de la musculatura de columna cervical.

Para este protocolo los grupos musculares a entrenar serán los músculos de la respiración (MR), a través de actividades directas que garanticen la activación de la fuerza resistencia y la musculatura de tren superior e inferior mediante actividades de irradiación con técnicas de facilitación neuromuscular que potencialicen el entrenamiento de los músculos de la respiración.

Las actividades directas para el entrenamiento de los músculos respiratorios según la evidencia revisada se describen a continuación, definiendo la actividad específica su volumen (series y repeticiones) e intensidad:

**a. Utilización de la sensibilidad inspiratoria:**

Esta se define como el mecanismo con el que el ventilador es capaz de detectar el esfuerzo respiratorio del paciente. (Vales & Ramos, 2012)

El nivel de sensibilidad debe ser adecuado para que no suponga un esfuerzo adicional para el paciente. Una sensibilidad excesiva puede conducir al auto-trigger

del ventilador, mientras que un valor umbral demasiado elevado hará que el trigger resulte inefectivo. (Vales & Ramos, 2012)

Dependiendo de las capacidades del ventilador, la sensibilidad puede establecerse por presión o por flujo. En la sensibilidad por presión, el esfuerzo inspiratorio del paciente produce una caída programada (0,5-2 cm cmH<sub>2</sub>O) de presión en la rama inspiratoria del circuito ventilatorio. En la sensibilidad por flujo, el esfuerzo inspiratorio del paciente ocasiona un descenso predeterminado (1-3 l/min) en el flujo basal del circuito ventilatorio, sin requerir disminución en la presión de la vía aérea. (Vales & Ramos, 2012)

Se inicia aumentando la sensibilidad de disparo poco a poco con el fin de incrementar la resistencia a los músculos respiratorios; la sensibilidad se ajustará a 20% de la primera PIM registrada en el paciente, asegurando una frecuencia respiratoria entre 20 y 30 respiraciones/minuto y el volumen tidal de 4 a 6 ml / kg (Vales & Ramos, 2012).

Se debe realizar 2 sesiones por día, iniciando con 5 min y aumentando 5 min por sesión hasta completar 30 min. Si una paciente toleró 30 min del entrenamiento muscular inspiratorio, La próxima sesión se realiza con el aumento de la sensibilidad de disparo por 10% de la PIM inicial durante 5 min (Vales & Ramos, 2012).

**b. Threshold o válvula de entrenamiento muscular respiratorio:**

Este dispositivo ayuda a entrenar la presión inspiratoria máxima sostenida (pims) la cual a su vez evalúa la función de los músculos respiratorios en conjunto y la tolerancia a la fatiga en la respiración contra cargas (Dixit, 2014).

Este dispositivo de entrenamiento muscular inspiratorio tipo umbral (threshold) impone un umbral o presión de apertura crítico que hay que superar antes de que inicie el flujo inspiratorio. Durante la inspiración, los músculos inspiratorios inicialmente realizan una contracción isométrica hasta que la válvula se abre permitiendo el flujo inspiratorio, después de lo cual la contracción se convierte en isotónica; por lo tanto, favorece el entrenamiento de la fuerza y de la resistencia. En contraste a la carga resistiva, el umbral de carga tiene la ventaja de graduar la presión inspiratoria siendo independiente de la tasa de flujo, así que las manipulaciones en el patrón respiración para cambiar las velocidades de flujo inspiratorio no harán alterar la carga inspiratoria impuesta por el dispositivo (Dixit, 2014).

Se debe trabajar 5 series de 6 respiraciones cada uno y deben ser progresivas a tolerancia del paciente, con una intensidad del 30% de la PIM (Dixit, 2014).

**c. Aplicación de cargas externas:**

Para el entrenamiento muscular del diafragma musculo importante en la respiración se sugirió la utilización de cargas externas las cuales se ubicarán a nivel abdominal según Monteiro, 2012, el entrenamiento consiste en obtener un registro del patrón respiratorio basal con patrón normal (PN), se solicita al paciente cambiar el patrón respiratorio de manera de lograr un predominio del movimiento abdominal a este patrón se le denominara "patrón abdominal" (PA). Luego, se deja recobrar el PN y se va apoyando sobre el abdomen en la región umbilical cargas de 1, 2, 4 y 6 kg de peso (Monteiro, 2012).

En la revisión de la literatura recopilada no se encontró recomendaciones puntuales con relación a la variable de prescripción volumen, por tanto, para este protocolo se optará en la recomendación descrita para el Threshold; se aplicarán 5 series de 6 repeticiones y la intensidad deberá ser progresiva con una carga de 2, 4 y 6 kg, aclarando que la evidencia mostró que el trabajo con 6 kg de peso, genera mayores cambios a nivel del diafragma. Durante la sesión se debe asegurar una frecuencia respiratoria entre 20 y 30 respiraciones/minuto y el volúmen Tidal de 4 a 6 ml / kg.

Las actividades indirectas para el entrenamiento de los músculos respiratorios será movilizaciones con técnicas de FNP y técnicas de reeducación diafragmática, las cuales se describen a continuación:

Las técnicas de FNP son métodos terapéuticos utilizados con el fin de obtener respuestas específicas del sistema neuromuscular a partir de la estimulación de los propioceptores orgánicos. El movimiento normal requiere la correcta integración entre la información sensitiva procedente de los receptores artrocinéticos (músculos, tendones, ligamentos y cápsulas articulares) y exteroceptores (piel), el sistema nervioso central y la musculatura esquelética como órgano efector de la respuesta motora (Bernal, 2012).

La utilización de un patrón cinético hace posible efectuar contracciones isotónicas e isométricas para reforzar músculos débiles, proporcionar estabilidad y amplitud articular, restablecer la coordinación y el equilibrio y dar mayor velocidad al movimiento (Bernal, 2012).

La técnica de facilitación muscular se fundamenta en una serie de principios básicos que se utilizan para estimular o relajar la función deseada. Al realizar una resistencia máxima de los patrones de movimiento ayudan a la irradiación y estimulación del musculo diafragma ya que facilitan la respuesta muscular empleando contracciones isométricas, isotónicas y excéntricas. (Bernal, 2012).

La técnica de FNP se utilizan para la optimización de las funciones vitales las cuales se definen como funciones corporales que están bajo control reflejo, pero se puede inhibir de forma voluntaria. Abarca los movimientos respiratorios, los movimientos faciales, los movimientos oculares, la apertura y cierre de la boca, los movimientos de la lengua, la deglución, la micción y la defecación. La realización de los patrones venciendo una resistencia máxima estimula las funciones vitales (Orejuela, 2015).

En 2015 Orejuela, diseñó y aplicó un protocolo de ejercicios con patrones de FNP, del método Kabath, para mejorar la fuerza de la musculatura respiratoria, logrando demostrar un aumento significativo de la fuerza de los músculos respiratorios tanto inspiratorios como espiratorios, después de 8 semanas de intervención en un grupo de mujeres mayores de 65 años. Allí utilizaron patrones de Kabath modificados en cadena cinética abierta con y sin la aplicación de resistencia y adaptados a las capacidades y rangos de movimiento de cada paciente, aplicado esto en las extremidades, cabeza, cuello y tronco.

Para este protocolo que busca mejorar la fuerza de resistencia de los músculos respiratorios en los pacientes que se encuentran en las unidades de cuidado intensivo sometidos a ventilación mecánica se utilizaran los patrones descritos por orejuela en el 2015 dado sus óptimos resultados en la musculatura respiratoria que se describen a continuación:

- Patrón de extensión y rotación izquierda/derecha de la cabeza y el cuello: este patrón trabaja los músculos escalenos y el esternocleidomastoideo.
- Patrón de extensión de tronco superior con rotación izquierda/derecha: patrón más indicado para el musculo diafragma, en el cual se produce un descenso de la cúpula; intercostales internos, serrato menor y transverso del abdomen.
- Patrón unilateral de extremidad superior de flexión, separación y rotación externa: este patrón trabaja el musculo trapecio superior.

- Patrón unilateral de extremidad superior de flexión, aproximación y rotación externa: este patrón trabaja el musculo pectoral mayor.

Estos patrones se realizarán unilateral o bilateralmente de forma simétrica y asimétrica en patrón quebrado o no quebrado según las capacidades y rango de movilidad del paciente.

La combinación de los patrones de tronco superior con patrones bilaterales simétricos y asimétricos de la extremidad superior produce situaciones de estrés mecánico que estimula a los músculos accesorios de la respiración y al propio mecanismo de respiración (Voss, Ionta, & Myers, 1998).

El volumen a utilizar para trabajar estas técnicas será el recomendado para las actividades directas, es decir, 5 series de 6 repeticiones cada una y deben ser progresiva a tolerancia del paciente con un tiempo de recuperación que debe ser el doble de la duración del trabajo o actividad ejecutada. La intensidad estará determinada por la resistencia que impone el fisioterapeuta al movimiento funcional del paciente y su patrón respiratorio.

Las técnicas de Reeducción diafragmática que hacen parte de las actividades indirectas de este protocolo, se definen como ejercicios dirigidos al entrenamiento de la musculatura inspiratoria en busca de mejorar el patrón respiratorio garantizando una ventilación regional, un adecuado intercambio gaseoso y una mejor tolerancia al ejercicio, a través del aumento de la movilidad de la caja torácica o juego diafragmático y el aprendizaje del control respiratorio. Para la realización de esta técnica el paciente debe estar en un modo ventilatorio que permita la respiración espontánea.

Los ejercicios de reeducación de la dinámica diafragmática (Arcas, y otros, 2004) se utilizarán en este protocolo se describen a continuación:

- **Movilización de toda la caja torácica:** Consiste en la realización de una movilización de toda la caja torácica. La ubicación del paciente puede ser en decúbito supino o sedente y se realiza una aceleración de flujo espiratorio acompañando el movimiento y se agrega al ejercicio la elevación de miembros superiores durante la inspiración.
- **Movilización costal superior:** Consiste en la movilización de la parte superior de la caja torácica, la ubicación del paciente es en decúbito supino para

aumentar el volumen inspiratorio se realiza un bloqueo en la parte inferior del tórax a través de las manos del fisioterapeuta.

- **Movilización costal inferior:** Consiste en la movilización de la parte inferior de la caja torácica, la ubicación del paciente será en decúbito supino, las manos del fisioterapeuta se ubicarán en la parte lateral e inferior de las costillas se realiza la movilización durante la inspiración.
- **Movilización Hemitórax izquierdo o derecho:** Consiste en el aumento de la movilidad del hemitórax derecho o izquierdo, la ubicación del paciente es en decúbito lateral según el hemitórax a trabajar, o en posición supina realizando un bloqueo sobre el hemitórax que no se vaya a movilizar, se realiza una resistencia por parte del fisioterapeuta durante la inspiración (Juarez, 2014).

El volumen a utilizar para trabajar estas técnicas será el recomendado para las actividades directas, es decir, 5 series de 6 repeticiones cada una y deben ser progresiva a tolerancia del paciente con un tiempo de recuperación que debe ser el doble de la duración del trabajo o actividad ejecutada. La intensidad estará determinada por la resistencia que impone el fisioterapeuta al movimiento funcional del paciente y su patrón respiratorio.

Tabla 3.  
*Actividades del Protocolo*

ACTIVIDAD	NIVELES DE EVIDENCIA	GRADOS DE RECOMENDACIÓN	EXCEPCIONES
Manejo de la sensibilidad inspiratoria	1a	A	Alteración hemodinámica
Utilización de la válvula de resistencia muscular respiratoria Threshold	1 b	A	Pacientes que no logren entender la técnica.
Utilización de pesos externos	3 a	B	Cirugías Abdominales
Utilización de técnicas de facilitación neuromuscular	1a	A	No aplica
Utilización de técnicas de reeducación diafragmática	1c	A	Inestabilidad hemodinámica y electrocardiográfica

Fuente: Elaboración Propia (2018).

## 5. 5. DISCUSIÓN

El entrenamiento muscular respiratorio permite aumentar significativamente la fuerza muscular inspiratoria y la resistencia a la fatiga, mejorando la capacidad funcional, la disnea en reposo y durante el ejercicio y la calidad de vida de los pacientes; por tal razón es muy importante continuar con la búsqueda de estudios e investigaciones respecto al tema ya que hoy en día no se cuenta con un protocolo estandarizado para dicho entrenamiento en las unidades de cuidado intensivo; por lo que esta propuesta de estudio ayuda a generar una fuente de información con sustento y evidencia clínica en el campo de la fisioterapia.

El ejercicio físico ha sido reconocido a nivel mundial como un pilar de gran importancia para la promoción de la salud, prevención de la enfermedad y tratamiento de patologías, dado que su impacto está asociado a la mejoría de la capacidad aeróbica, que se traduce en una mejor calidad de vida e instauración de factores protectivos.

El desarrollo de este proyecto de investigación proyecta la obtención un protocolo para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo con un nivel de calidad óptimo siguiendo las recomendaciones de la Guía Metodológica para la Elaboración de Protocolos Basados en la Evidencia, así como las propuestas del instrumento AGREE, el disponer de este Instrumento diseñado por fisioterapeutas para fisioterapeutas especialistas en Cuidado Critico apunta a la normalización de la práctica clínica, la reducción en la variabilidad de la atención y los cuidados, mejoramiento de la calidad de los servicios prestados y finalmente se constituye en una poderosa fuente de información con sustento y evidencia clínica.

La importancia de la definición de las variables de evaluación que para este caso son la PIM, NIF, IRRS, permite valorar objetivamente la evolución de los pacientes sometidos al protocolo para el entrenamiento de los músculos respiratorios dentro de la unidad de cuidado intensivo, y de esta manera cumplir con los objetivos primarios de dicho protocolo, los cuales garantizaran la reducción en los días de Ventilación Mecánica y estancia en UCI y mejora en los niveles de calidad de vida tras el alta hospitalaria.

La correcta definición de las variables de prescripción en un protocolo para el entrenamiento de la fuerza resistencia de los músculos respiratorios en paciente sometido a ventilación mecánica dentro de la unidad de cuidado intensivo basado en la evidencia científica, generará seguridad en accionar fisioterapéutico brindando

herramientas con objetivos claros y resultados óptimos que vislumbre el perfil del fisioterapeuta especialista en la unidad de cuidado intensivo.

## **6. CONCLUSIONES**

Para la segunda fase de elaboración de este proyecto en donde se busca estandarizar la conducta fisioterapéutica dentro de las unidades de cuidado intensivo se logra finalizar un flujograma propio de un protocolo que guíe y señale claramente cómo actuar adecuadamente ante la prescripción adecuada del ejercicio para los músculos respiratorios.

Durante su desarrollo se demostró lo importante que es el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las unidades de cuidado intensivo y donde se logró concluir que dicho entrenamiento genera mejoría de fuerza muscular respiratoria, mayor éxito en el destete ventilatorio, mejoría en parámetros ventilatorios y de oxigenación en pacientes ventilados y menos días de estancia hospitalaria.

Para el diseño de un protocolo o guía de práctica clínica es de suma importancia la selección de la población diana describiendo puntualmente los criterios de inclusión y exclusión, debido, a que ello permite el ajuste de las intervenciones, garantizando unos resultados satisfactorios y que en el futuro podrán ser reproducibles.

La correcta definición de las variables de prescripción en un protocolo para el entrenamiento de la fuerza resistencia de los músculos respiratorios en paciente sometido a ventilación mecánica dentro de la unidad de cuidado intensivo basado en la evidencia científica, generará seguridad en accionar fisioterapéutico brindando herramientas con objetivos claros y resultados óptimos que vislumbre el perfil del fisioterapeuta especialista en la unidad de cuidado intensivo.

El diseño de cada uno de los indicadores de prescripción del ejercicio proporciona una adecuada valoración y control de la prescripción del ejercicio para el entrenamiento muscular respiratorio al interior de las Unidades de Cuidado intensivo teniendo en cuenta la metodología recomendada basada en la evidencia, cada una de estas variables evaluativas serán de gran valor para el fisioterapeuta especialista en cuidado crítico haciendo más efectiva su intervención y de mayor confiabilidad.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta, T. B., Díaz, P. A., Alonso, O. V., Lara, A. J., Bueno, Y. L., & Hernández, S. (2005). Entrenamiento de los músculos respiratorios. (Spanish). *Revista Cubana De Medicina Militar*, 34(1), 1-5.
2. Ayllón Garrido, N., Rodríguez Borrajo, M. j., Sotelo Paredes, G., & Latorre García, P. M. (2009). Extubaciones no programadas en pacientes *sometidos a fase de destete* en cuidados intensivos: incidencia y factores de riesgo. *Enfermería clínica* , 19 (4).
3. Beachle, T. R., Earle, R. W. (2007). Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. Buenos aires, Madrid: Panamericana.
4. Boles JM, Bion J, Connors A, Herridge M, Melot C, Pearl R et al (2007) Weaning from mechanical ventilation. Statement of the Sixth International Consensus Conference on Intensive Care Medicine. *European Respiratory Journal* 29: 1033– 1056.
5. Brown PI, Sharpe GR, Johnson MA. (2010). Loading of trained inspiratory muscles speeds lactate recovery kinetics. *Med Sei Sports Exere*:42:1103-12.
6. Burgomaster, H. (2005). *Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans.* *journal of applied physiology*.
7. Cader, S. A., Gomes de Souza Vale, R., Correa Castro, J., Correa Bacelar, S., Biehl, C., Vega Gomes, M. C., . . . Martin Dantas, E. H. (2010). Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. *Jornal of Physiotherapy*, 171-177.
8. Caruso, P., Denari, S. D., Ruiz, S. A., Bernal, K. G., Manfrin, G. M., Friedrich, C., & Deheinzelin, D. (2005). Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics, Sao Paulo*, 479-484.
9. Castro A., Cortopassi F., Russell, S., Bouscoulet L., Kümpel C. (2012). Respiratory Muscle Assessment in Predicting Extubation Outcome in Patients. *Archivos de Bronconeumonia*, 48(8), 274-279.
10. Chang, A. T., Boots, R. J., Brown, M. G., Paratz, J., & Hodges , P. W. (2005). Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. *Chest*, 553-559.
11. Charry Segura, D., Lozano Martínez, V., Rodríguez Herrera, Y., Rodríguez Medina, C., Mogollón M, P. (2013). Movilización temprana, duración de la ventilación mecánica y estancia en cuidados intensivos. Recuperado el 27 de

06 de 2015, de [www.scielo.org.co:  
http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v61n4/v61n4a6.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v61n4/v61n4a6.pdf)

12. Condessa. R, B. J. (2013). Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 59, 101-107.
13. Crowe, J., Reid, W., Geddes, E., O'Brien, K., Brooks, D. (2005). Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in adultst with chronic obstructive pumonary disease: a systematic literature review and meta-analysis. *COPD*, 319 -329.
14. Daniels, L., Worthingham, C. (2003). Técnicas de balance muscular. Madrid: Saunders-Elsevier.
15. Díaz, M., Ospina Tascón, G., Salazar, C. (2014). Respiratory Muscle Dysfunction: A Multicausal Entity in the Critically Ill Patient Undergoing Mechanical Ventilation. *Archivos de bronconeumologia*, 50(2), 73-77.
16. Díaz, O., Bugedo T. (2011). Recuperado el 5 de Junio de 2015, de Liberación del Paciente de Ventilación Mecánica: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/MedicinaIntensiva/Liberacion.html>
17. Dietrich, M., Klaus, C., Klaus L. (2007). Manual de metodología del entrenamiento deportivo. Paidotribo, 125-127.
18. Durán, D., Aguiar, P., & Gómez, V. (2009). Efectos de un programa de rehabilitación pulmonar en un epoc severo. *Ciencias de la Salud, Universidad del rosario*, 7(2), 30-35.
19. Martin D., S. B.-R. (2011). Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Critical care*, 15(84).
20. Elbouhy, M. S., AbdelHalim, H. A., & Hashem, A. M. (2014). Effect of respiratory muscles training in weaning of mechanically ventilated COPD patients. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*, 63(3), 679-687.
21. Fundación neumológica colombiana. laboratorio de función pulmonar. manual de procedimientos. (2012). Recuperado el 5 de Junio de 2015, de <http://www.neumologica.org/Archivos/pimypem.pdf>
22. Gonzalez. I (2010). Partes componentes y elaboración del protocolo de investigación y del trabajo de terminación de la residencia. *Revista Cubana de Medicina General Integral*.2010; 26(2)387-406.
23. González-Montesinos, J. L., Pardal, C. V., Santos, J. F., Muñoz, A. A., Sepúlveda, J. C., & de los Monteros, R. E. (2012). Efectos del entrenamiento

- de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento, Revisión bibliográfica. (Spanish). *Revista Andaluza De Medicina Del Deporte*, 5(4), 163-170.
24. Herrera de la Rosa, F. (2000). Exploración funcional de los músculos respiratorios. *Bronconeumología*, 36 (3), 146-158.
  25. Hill, K., Dennis BAppSc, D., Patman, S. (2013). Relationships between mortality, morbidity, and physical function in adults who survived a period of prolonged mechanical ventilation. *Journal of Critical Care*, 28, 427-432.
  26. Hill, K., Jenkins, S., Philippe, D., Cecins, N., Shepherd, K., Green, D., Hillman, D., Eastwood, P. (2006). High - intensity inspiratory muscle training in COPD. *European respiratory Journal*, 1119 - 1128.
  27. Dieguez, J. (2006). Entrenamiento funcional en programas de fitness. *Inde*, 1, 97-98.
  28. Gastaldi, A., Magalhães, C., Baraúna, M., Silva, E., & Souza, H. (2008). Benefits of postoperative respiratory kinesiotherapy following laparoscopic cholecystectomy. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 12(2), 100-108.
  29. Lizcano Cardona, D., Bermon Angarita, A. (2011). Factores asociados a la mortalidad y el tiempo de supervivencia en pacientes con ventilación mecánica espontánea con presión soporte en una unidad de cuidados intensivos de Antioquia. Recuperado el febrero de 2015, de [bdigital.ces.edu.co](http://bdigital.ces.edu.co):  
[http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/1486/2/Factores\\_a\\_sociados\\_mortalidad\\_tiempo.pdf](http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/1486/2/Factores_a_sociados_mortalidad_tiempo.pdf)
  30. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. (2001). *Fisiología del Ejercicio*. 3ª ed; Madrid; Editorial Médica Panamericana.
  31. McConnell AK, Lomax M. (2006). The influence of inspiratory muscle work history and specific inspiratory muscle training upon human limb muscle fatigue. *J Physiol*. 577;445-57.
  32. Martina, A. D., Smitha, B. K., Gabrielli, A. (2013). Mechanical ventilation, diaphragm weakness and weaning: A rehabilitation. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 189, 377-383.
  33. Mondragón Barrera, A., Estrada García, M., & Cadavid Bedoya, D. (2014). Importancia de la recuperación nutricional para la realización de actividad física en pacientes. *Revista movimiento y salud CES*, 2(2).
  34. Monteiro, S. G., Pessolano, F. A., Suárez, A. A., & De Vito, E. L. (2012). función del diafragma durante la colocación de cargas sobre el abdomen en sujetos normales. (Spanish). *Medicina (Buenos Aires)*, 72(1), 98-102.
  35. Moodie, L., Reeve, J., & Elkins, M. (2011). Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 213-221.

36. Mora Bautista, G. (2008). El envejecimiento y la actividad física. *Movimiento científico*, 2(1).
37. Mota Casals, S. (2005). ¿Cuál es el papel del entrenamiento de los músculos. *Arch Bronconeumol* , 593-595.
38. Navarro Rodríguez, Z., Safonts Ferrer, J. R., Usatorres, Y. G., & Porto Castellanos, M. R. (2013). Factores de pronóstico relacionados con la mortalidad por neumonía asociada a ventilación mecánica. (Spanish). *Medisan*, 17(1), 67-74.
39. Net Castel, A., & Benito Vales, S. (2000). *Ventilación mecánica*. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica.
40. Orozco Levy, M., Marco Navarro, E., y Ramirez Sarmiento, A. (2010). entrenamiento de los músculos respiratorios: si o no? Elsevier doyma.
41. Primo, J. (2003). Niveles de evidencia y grados de recomendación (I/II). *Enfermedad Inflamatoria Intestinal al día*, 2(2), 39-42.
42. Ramos Gómez, L., Benito Vales, S. (2010). Fundamentos de la ventilación mecánica. Valencia: Marge.
43. Restrepo, J. (2006). Metabolismo, nutrición y shock (Cuarta ed.). Bogotá, Colombia: Panamericana.
44. Rodríguez, M. (2010). Programa para la mejora de la fuerza-resistencia del adulto mayor. Recuperado el 19 de Enero de 2015, de <http://www.efdeportes.com/efd143/mejora-de-la-fuerza-resistencia-del-adulto-mayor.htm>
45. Sánchez, Y., González, F., Molina, O., Guil, M., (2009). Guía para la elaboración de protocolos. Biblioteca Lascasas, Recuperado de: <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0565.php>. 17/Julio/2017
47. Santos A, Scarpelini Forgliatto, Soares J., Gonçalves M. Application of specific ventilatory muscular training during the extubation process of mechanical ventilation - A case report. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciên. Biol. e da Saúde*, Santa Maria. 2001; 2(1): p. 33-40.
48. Sprague SS, Hopkins PD (2003) Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator dependent. *Physical Therapy* 83: 171–181.
49. Via Clavero, G. Naváis Sanjuan, M., Menéndez Albuixech, M., Corral Ansa, L., Martínez Estalella, G., Díaz Prieto, A. (2013). Evolución de la fuerza muscular en paciente críticos. Elsevier Doyma , 155-166.
50. Yen. HC, Hui. LL, Hsiu. FH, Lan. TC, Kuo. CH, Ying HT. (2012). Effects of exercise training on pulmonary mechanics and functional status in patients with prolonged mechanical ventilation. *respiratory care*, 727-734.

## 7. ANEXOS