

**COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DE LA  
MECÁNICA VENTILATORIA DURANTE EL ENTRENAMIENTO MUSCULAR  
INSPIRATORIO EN PACIENTES CON VENTILACIÓN MECÁNICA EN UNA  
CLÍNICA DE IV NIVEL DE LA CIUDAD DE CALI**

**BELLATRIX FORERO ANAYA**

**STEVEN GIRALDO MEDINA**

**JHON GUIRAL CAMPO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**FACULTAD DE SALUD**

**ESCUELA DE REHABILITACION HUMANA**

**FISIOTERAPIA**

**SANTIAGO DE CALI**

**2016**

**COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DE LA  
MECÁNICA VENTILATORIA DURANTE EL ENTRENAMIENTO MUSCULAR  
INSPIRATORIO EN PACIENTES CON VENTILACIÓN MECÁNICA EN UNA  
CLÍNICA DE IV NIVEL DE LA CIUDAD DE CALI**

**BELLATRIX FORERO ANAYA**

**STEVEN GIRALDO MEDINA**

**JHON GUIRAL CAMPO**

**Trabajo de grado para optar al título de Fisioterapeutas**

**Tutor del trabajo de grado:**

**Jhonatan Betancourt Peña**

**FT. Especialista en rehabilitación cardíaca y pulmonar**

**Magister en Administración**

**Asesor metodológico**

**Lina Sandoval Moreno**

**FT. Especialista en fisioterapia cardiopulmonar**

**Magister en Epidemiología**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**

**FACULTAD DE SALUD**

**ESCUELA DE REHABILITACION HUMANA**

**FISIOTERAPIA**

**SANTIAGO DE CALI**

**2016**

## CONTENIDO

|                                                                                                      | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>RESUMEN</b>                                                                                       | 6    |
| <b>1. INTRODUCCION</b>                                                                               | 8    |
| <b>2. FORMULACION DEL PROBLEMA</b>                                                                   | 10   |
| <b>3. JUSTIFICACION</b>                                                                              | 13   |
| <b>4. ESTADO DEL ARTE</b>                                                                            | 15   |
| <b>5. MARCO DE REFERENCIA</b>                                                                        | 17   |
| 5.1. MARCO CONTEXTUAL                                                                                | 17   |
| 5.2. MARCO LEGAL                                                                                     | 17   |
| 5.3. MARCO TEORICO                                                                                   | 19   |
| <b>5.3.1. Entrenamiento muscular respiratorio</b>                                                    | 19   |
| <b>5.3.2. Efectividad del entrenamiento muscular respiratorio</b>                                    | 19   |
| <b>5.3.3. Adaptaciones al ejercicio</b>                                                              | 20   |
| 5.3.3.1. Adaptaciones musculares                                                                     | 20   |
| 5.3.3.2. Adaptaciones neurológicas                                                                   | 21   |
| 5.3.3.3. Adaptaciones esqueléticas                                                                   | 22   |
| 5.3.3.4. Adaptaciones del tejido conectivo                                                           | 22   |
| 5.3.3.5. Adaptación cardiovascular                                                                   | 22   |
| 5.3.3.6. Adaptaciones pulmonares                                                                     | 23   |
| <b>5.3.4. Características sociodemográficas de la población en una unidad de cuidados intensivos</b> | 24   |
| <b>5.3.5. Modelo teórico aplicado: Teoría del estrés físico</b>                                      | 25   |
| <b>5.3.6. Ventilación mecánica</b>                                                                   | 29   |
| <b>5.3.7. Afectación del diafragma por el uso de la ventilación mecánica</b>                         | 29   |
| <b>5.3.8. Evaluación de la musculatura respiratoria</b>                                              | 30   |
| <b>5.3.9 Relación de la fuerza muscular respiratoria y el incremento del volumen corriente.</b>      | 30   |
| <b>6. OBJETIVOS</b>                                                                                  | 31   |
| <b>7. METODOLOGIA</b>                                                                                | 32   |
| 7.1. DISEÑO DE ESTUDIO                                                                               | 32   |
| 7.2. POBLACION Y MUESTRA                                                                             | 32   |
| 7.3. CONSIDERACIONES ETICAS                                                                          | 34   |
| 7.4. VARIABLES                                                                                       | 34   |
| 7.4.1. Operacionalización de las variables                                                           | 36   |
| 7.5. PROCEDIMIENTOS                                                                                  | 40   |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 7.6. ANALISIS DE DATOS  | 41        |
| <b>8. RESULTADOS</b>    | <b>43</b> |
| <b>9. DISCUSIÓN</b>     | <b>58</b> |
| <b>10. CONCLUSIONES</b> | <b>62</b> |
| <b>11. BIBLIOGRAFÍA</b> | <b>63</b> |
| <b>12. ANEXOS</b>       | <b>70</b> |

## LISTA DE ANEXOS

|                                                                                         | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Anexo A.</b> Formatos de recolección de datos del macroproyecto                      | 70   |
| <b>Anexo B.</b> Formatos de recolección de datos                                        | 73   |
| <b>Anexo C.</b> Procedimiento Operativo Estandarizado                                   | 75   |
| <b>Anexo D.</b> Acta de aprobación del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana | 79   |

## RESUMEN

**Introducción:** La ventilación mecánica (VM) es un tratamiento de soporte vital usado en algunos pacientes que permanecen en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), permitiendo mejorar las alteraciones en el intercambio gaseoso y reducir el trabajo respiratorio; se ha documentado que el uso prolongado de la VM trae consigo alteraciones fisiológicas, como la debilidad de los músculos respiratorios, que llevan posteriormente a una dependencia de esta. Durante la estancia en UCI con VM, se busca destetar de está lo más pronto posible, una de las estrategias utilizadas por el fisioterapeuta es el entrenamiento muscular inspiratorio (EMIns), el cual consiste en aplicar una resistencia a los músculos de la respiración, lo que proporciona un estímulo de esfuerzo y cumple con el principio de sobrecarga. La pregunta de investigación es ¿Cuál es el comportamiento de algunas de las variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria, durante el EMIns en pacientes con ventilación mecánica, en una clínica de IV nivel de la ciudad de Cali durante el periodo Enero de 2014 a diciembre de 2015?

**Objetivo:** Determinar el comportamiento de algunas variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria, durante el entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con ventilación mecánica mayor a 48 horas, en una clínica de IV nivel de la ciudad de Cali durante el periodo 2014-2015.

**Métodos:** Estudio descriptivo retrospectivo, de un análisis secundario de datos del macro proyecto “Entrenamiento Muscular Respiratorio en pacientes adultos en Ventilación Mecánica”. En él se evaluó los cambios en los signos vitales y en la mecánica ventilatoria durante el EMIns, en un grupo de 62 pacientes (grupo experimental). Criterios de inclusión: Datos obtenidos con relación a algunas variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria del grupo que recibió EMIns. Criterios de exclusión: Se excluyeron datos de los pacientes que pertenecieron al grupo control del macro proyecto. Se analizaron los cambios en la Frecuencia Cardíaca, Frecuencia Respiratoria, Presión Arterial Sistólica, Presión Arterial Diastólica, Presión Arterial Media, Saturación de Oxígeno y Volumen Corriente, según sesiones de EMIns, el grupo se dividió en 3 categorías, pacientes que recibieron una sola sesión, dos sesiones y los que recibieron más de dos sesiones. Se realizó una análisis de varianza ANOVA paramétrico para cada una de las variables, para determinar si existen diferencias entre los grupos de pacientes según categorías de sesiones, y al interior de cada grupo.

**Resultados:** En la prueba de Kruskal-Wallis, para cada una de las variables según grupos por número de sesión no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, frecuencia cardíaca ( $p=0,9$ ), frecuencia respiratoria ( $p=0,7$ ), presión arterial sistólica ( $p=0,91$ ), presión arterial diastólica ( $p=0,63$ ), presión arterial media ( $p=0,61$ ), saturación de oxígeno ( $p=0,19$ ) y volumen corriente ( $p=0,52$ ).

**Conclusiones:** En este estudio se encontró que el EMIns es un protocolo seguro para aplicar en pacientes con VM ya que ninguno de los pacientes presentó complicaciones en su estado de salud, ni reacciones adversas durante el entrenamiento, debido a que en las sesiones se mantuvieron los rangos de los signos vitales estables. Además de establecer parámetros de uso seguro del protocolo de EMIns contribuyendo a la medicina basada en la evidencia para la utilización de esta.

**Keywords/Palabras claves:** Inspiratory muscle training; Ventilator weaning; Safety; Intensive care; Physiotherapy, physiological variables.

## 1. INTRODUCCIÓN

La VM es una estrategia terapéutica que reemplaza o asiste mecánicamente la ventilación pulmonar espontánea cuando ésta es insuficiente para satisfacer las demandas del organismo(1). Estudios multicéntricos a nivel mundial, han determinado que aproximadamente el 25% - 35% de los pacientes que ingresan a UCI requiere VM(2) ocasionando debilidad muscular respiratoria significativa que se correlaciona con la duración de la ventilación(3), la evidencia indica que esta debilidad se debe en parte a la atrofia, la mayor proteólisis en los músculos respiratorios en comparación con otros músculos esqueléticos(4), edad avanzada, alteraciones nutricionales, sepsis y algunos medicamentos(5, 6).

Por otra parte, en el periodo de destete de la VM se definen tres etapas, la primera caracterizada por una reducción progresiva del soporte ventilatorio y los niveles de sedación, la segunda por la realización de pruebas de respiración espontánea (PRE) y la tercera corresponde a la extubación. El destete ha sido definido y clasificado en 3 tipos: Pacientes con destete simple, donde se encuentran los pacientes que pasan con éxito la PRE y son extubados con éxito en el primer intento; pacientes con destete difícil corresponde a los pacientes que requieren hasta tres PRE o un periodo de hasta 7 días a partir de la primera PRE para lograr el destete exitoso; y finalmente pacientes con destete prolongado incluyendo a los pacientes que requieren más de tres PRE o más 7 días de destete después de la primera PRE(7).

Dentro de este orden de ideas con el objetivo de evaluar la capacidad que tiene el paciente de tolerar la respiración espontánea, se evalúan diferentes predictores para determinar esta capacidad, dentro de los cuales cabe mencionar: la Presión Inspiratoria Máxima (PIMax) que refleja de manera indirecta la fuerza de la musculatura respiratoria, midiendo la presión generada por estos; la presión de oclusión de las vías respiratorias o P0.1 definida como la presión de la vía aérea negativa generada durante los primeros 100 milisegundos (ms) de una inspiración ocluida(1), el índice de Tobin, el cual es la relación entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente ( $f / VC$ ), mientras el paciente se encuentra en una modalidad espontánea(8), entre otros.

Adicional a los predictores mencionados anteriormente; en la práctica clínica diversas estrategias se han descrito para prevenir la dependencia a la VM, entre ellas cabe mencionar el uso cada vez menor de medicamentos sedantes y relajantes; la preferencia de modalidades ventilatorias asistidas y espontáneas en vez de las controladas y el inicio precoz del entrenamiento muscular respiratorio (EMR)(9).

EL EMR representa uno de los componentes de la rehabilitación respiratoria. El fundamento del EMR es que mejora la función muscular respiratoria, que al ser potenciada, reduce la gravedad de la disnea y mejora la tolerancia al ejercicio(10). Dentro de este, se encuentra el EMIns en el cual se aplica una resistencia a los músculos del diafragma e intercostales en la inspiración, lo que proporciona un estímulo de esfuerzo. La resistencia es más comúnmente proporcionada por un dispositivo de muelle simple (threshold) que asegura conseguir una presión inspiratoria pre-establecida la cual permite abrir una válvula que permite una respiración completa, después de realizarlo de forma adecuada(11).

Los cambios en los signos vitales asociados al EMIns, es una información que se emplea para determinar la seguridad de esta intervención (como parte de la prescripción de ejercicio, buscando aumentar la fuerza muscular respiratoria principalmente)(12), más aun cuando se aplica en pacientes en VM, por lo que el seguimiento a las variables fisiológicas será una información importante al momento de aplicar este método, ya que reflejan cómo es la respuesta al ejercicio.

Sin embargo a la fecha son pocos los trabajos que han evaluado los signos vitales y mecánica ventilatoria en el EMIns, durante la búsqueda bibliográfica se encontró que un estudio ha evaluado los cambios inmediatos en los signos vitales asociados a esta intervención terapéutica(13), con el fin de determinar la seguridad de esta intervención en población adulta con VM traqueostomizados, los resultados mostraron cambios no significativos en la FC con una diferencia media 1.3-5.3 latidos por minuto (lpm), en la PA no hubo diferencias significativas, encontrándose una diferencia media de -0,9 mmHg-4.6mmHg, en la FR se encontró una diferencia media de 1.2-3.5 respiraciones por minuto (rpm).

Así dado que a nivel nacional, no se han encontrado estudios que evalúen los cambios fisiológicos asociados al EMR en pacientes con VM, y que a la fecha solo un estudio con una muestra de 10 pacientes ha mostrado resultados relacionados; el objetivo principal de este trabajo de investigación fue determinar el comportamiento de las variables fisiológicas durante el EMR en pacientes con VM mayor a 48 horas.

Este estudio está ligado al macroproyecto “Entrenamiento Muscular Respiratorio en pacientes con ventilación mecánica”(14) de la Fisioterapeuta Lina Sandoval, que fue propuesto como tesis para optar al título de maestría en Epidemiología, y cuyo objetivo principal fue evaluar la eficacia del entrenamiento muscular respiratorio (EMIns) en el destete de la ventilación y en la fuerza muscular respiratoria en pacientes con requerimiento de VM mayor a 48 horas; en el presente estudio se realizó un análisis secundario de los datos obtenidos, sobre los pacientes que recibieron el EMIns, con el fin de determinar el comportamiento de las variables fisiológicas durante el entrenamiento.

## 2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La VM es un tratamiento de soporte vital en diferentes grupos de pacientes que permanecen en la UCI(15), esta se encuentra indicada comúnmente en pacientes con alteraciones como: insuficiencia respiratoria aguda, exacerbación aguda de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y trastornos neuromusculares(16), si bien la VM permite mejorar las alteraciones del intercambio gaseoso y reducir el trabajo respiratorio(17); en la literatura se ha documentado que hay una asociación entre el uso de VM controlada en un tiempo mayor a 18 horas y la debilidad muscular respiratoria ocasionando una marcada atrofia y aumento de la proteólisis de fibras musculares del diafragma(4, 13).

Adicionalmente se ha documentado que a mayor tiempo de duración de la VM, mayores son los riesgos y complicaciones a los que se exponen los pacientes como: 1. Problemas en las vías respiratorias (erosiones de la nariz, obstrucción del tubo endotraqueal, broncoespasmo), 2. Complicaciones pulmonares (Injuria Pulmonar Asociada a la VM), 3. Complicaciones hemodinámicas, 4. Infecciones nosocomiales (bronquitis, neumonía, otitis, sinusitis)(18); las más comunes que se manifiestan en los pacientes se encuentran la neumonía asociada a la VM, lesiones traqueales y la injuria pulmonar asociada a esta. Entre otras se encuentran las complicaciones asociadas al reposo prolongado, como lo es el desacondicionamiento físico, hipotensión ortostática, estasis venoso, atrofia muscular, contracturas articulares, lesiones de nervios periféricos, zonas de presión(19), entre otras.

En 2003, aproximadamente 300,000 pacientes requirieron VM por más de 96 horas en los EE.UU. y el costo estimado de la estadía de los pacientes fue de 16 billones dólares(20). El número de pacientes que necesita VM a largo plazo se encuentra en aumento y aproximadamente el 15-24% de estos, experimentan fracaso en el destete(21).

De los pacientes que requirieron VM la mayoría lograron un destete exitoso; sin embargo, en un estudio multicéntrico se encontró que aproximadamente el 33% de los pacientes que ingresaron a una UCI requieren VM con una duración media entre 5-7 días(21), de los cuales entre el 10% y 15% de los pacientes fracasaron en el intento de destete(22), lo que conlleva a una VM prolongada y sus complicaciones.

En Cuba se realizó un estudio donde reunieron los datos de los pacientes que ingresaban a una UCI en el periodo de 2000 a 2006 y encontraron que el 43,7 % de la población estuvo en VM(22). A nivel nacional se encontró un estudio que mencionaba los factores asociados con la mortalidad hospitalaria en varias UCI, en

ella se pudo observar que de 3066 pacientes que fueron analizados el 34.8 % de ellos requirió VM(23), y en Cali que el 28.8% de los pacientes que ingresan a una UCI pediátrico requiere soporte ventilatorio(24).

Así la VM prolongada se considera un problema de gran magnitud, debido a que está propicia la severidad del cuadro clínico del paciente, ayudando al deterioro de su estado funcional, afectando su calidad de vida, lo que conlleva a un aumento de la demanda de insumos institucionales, y un compromiso de su condición económica que afecta a sus familias(25). Por todo ello, surge la necesidad por parte del personal clínico de independizar los más tempranamente posible al paciente de la VM, y por ende del inicio temprano del destete de esta.

Entre los mecanismos fisiológicos que influyen en el destete de la VM, se han mencionado: i) el nivel de control respiratorio, ii) la mecánica de la caja torácica, iii) la capacidad del sistema cardiovascular, iv) la capacidad de la bomba muscular respiratoria, y v) las propiedades de intercambio gaseoso de pulmón(7). Cuando alguno de estos mecanismos no funciona apropiadamente sobreviene la falla en el destete de la VM, facilitando así la dependencia crónica a la VM y por lo tanto la VM prolongada; a su vez varios autores coinciden al afirmar que la falla de la bomba muscular respiratoria es la causa más común de dependencia crónica a esta(7, 26-29).

De este modo para dar respuesta a la disminución de la VM, por parte del Fisioterapeuta es utilizado el EMR, es una técnica fisioterapéutica que tiene como objetivo incrementar la fuerza muscular respiratoria; su uso ha sido fundamentado en pacientes con EPOC y falla cardíaca(30), este puede ser realizado a los pacientes con VM seleccionados sin oxígeno suplementario de forma segura, teniendo en cuenta los signos vitales y parámetros ventilatorios, para no realizar esfuerzos inadecuados(13). El EMR se puede asociar con un aumento de la fuerza muscular, aumento en la PIMax, y aumento en la tolerancia al ejercicio(31), lo que puede ayudar a reducir el período de destete y mejorar las tasas de éxito total de destete(9).

Diferentes estudios han evidenciado los beneficios del EMR en pacientes en UCI, como lo son el incremento de la PIMax(12, 20, 31, 32), aumento en el volumen corriente(31), mejoría en la tolerancia al ejercicio y desempeño en las actividades de la vida diaria(32), resultando ser una práctica segura(13); aunque también se han realizado ensayos clínicos aleatorizados encontrando que el EMR no disminuye el tiempo de destete de la VM(31, 33).

Dentro de este marco, en el macro proyecto, el cual tuvo por objetivo determinar la eficacia del EMR en el destete de la VM en pacientes con requerimiento de VM

mayor a 48 horas, buscando por medio del EMR el incremento significativo de la fuerza muscular respiratoria, la cual es una estrategia válida para prevenir la disfunción muscular asociada a la VM; en los resultados no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la oportunidad de destete, entre el grupo control y el grupo experimental(14).

En resumen los estudios previamente mencionados se han desarrollado con el objetivo principal de determinar si el EMI<sub>ns</sub> disminuye el tiempo de destete de la VM y los cambios de la fuerza muscular respiratoria medida a través de la PIM<sub>ax</sub>; pero en la búsqueda realizada solo se encontró uno, un estudio de cohorte prospectivo(13) el cual analizó los cambios en las variables fisiológicas normales (frecuencia cardíaca, presión arterial media (PAM), frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno) asociadas al EMI<sub>ns</sub> pero en pacientes traqueostomizados y dependientes del ventilador.

Así el objetivo principal del presente trabajo de investigación fue identificar los cambios que se dan en los signos vitales (frecuencia cardíaca, presión arterial (presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD) y PAM), frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno (SatO<sub>2</sub>), y el volumen corriente inspirado, como variables que muestran el nivel de respuesta al momento de aplicar el entrenamiento, buscando determinar si hubo una buena tolerancia por parte del paciente que se encuentra en VM, mayor a 48 horas, ya que existe cierto temor por parte del personal asistencial, al momento de implementar el entrenamiento en este tipo de pacientes.

Desde el punto de vista teórico esta investigación buscó aportar en el área clínica, debido que hasta el momento hay escasa literatura relacionada con el tema en específico, sirviendo como punto de partida para dar una aproximación sobre cómo se comportarían algunas de las variables fisiológicas y ventilatorias en los pacientes con VM mayor a 48 horas de una UCI en la ciudad de Cali, que han sido sometidos al EMI<sub>ns</sub>, mostrando la respuesta fisiológica al ejercicio reflejado a través de los valores estas variables; resaltando la importancia de realizar vigilancia de estos valores, para evitar la aparición de eventos adversos como puede ser: la PA o la FC con cambios mayores 20% o que requiere intervención correctiva o desaturación de oxígeno mayor al 10%(34).

Debido a lo anteriormente mencionado el EMI<sub>ns</sub> puede ser una estrategia segura y bien tolerada por los pacientes con estancia en UCI; por lo cual la pregunta de investigación de este estudio es: ¿Cuál es el comportamiento de algunas de las variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria, durante el EMI<sub>ns</sub> en pacientes con ventilación mecánica, en una clínica de IV nivel de la ciudad de Cali? durante el periodo 2014-2015.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Dada la alta probabilidad de que los pacientes con VM prolongada tengan complicaciones, es indispensable que por parte del personal asistencial, se realice el destete progresivo de la VM, ya que se ha demostrado a través de diversos estudios que esta puede producir laceraciones o daños en los tejidos que comprometen directamente la vía aérea, específicamente la tráquea con isquemia traqueal (68%), hiperemia (54%), ulcera (10%) y ruptura traqueal (1%)(25); también la musculatura respiratoria tiende a atrofiarse por la reducción en la actividad(35), el diámetro de la tráquea tiende a disminuirse produciendo una estenosis(36), además hay aparición de infecciones respiratorias como la neumonía asociada a la VM, la cual se desarrolla dentro de las primeras 48 horas post intubación(37).

Se encuentra también, el daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica (DPVM), debido a la inversión de la presión para realizar el intercambio, pasando de presiones normalmente negativas a presiones positivas, esto se observa en experimentos con animales, en donde se presentan cambios en el epitelio y la barrera endotelial, incrementando la permeabilidad microvascular y por ende la aparición de edema perivascular, el cual generalmente progresa a un edema intersticial y alveolar(38).

Teniendo en cuenta las diferentes complicaciones y costos económicos que se generan a partir de la VM, el personal de salud debe tratar de destetar al paciente lo más pronto posible, siempre y cuando las condiciones lo permitan(21).

Para tratar de prevenir la permanencia prolongada en el servicio de cuidados intensivos y disminuir costos, se han empleado técnicas o terapias como la intervención con Fisioterapia respiratoria, el uso de técnicas para reexpansión pulmonar, la terapia con incentivos, EMR, movilización temprana, entre otros.

La mayoría de investigaciones realizadas con EMIIns han sido en pacientes con EPOC, enfocando sus objetivos a evaluar el grado de dificultad respiratoria y su relación con la independencia(30, 39, 40).

Por otra parte, en la implementación del EMIIns en paciente con VM, se busca aumentar la fuerza muscular respiratoria medida a través de la Pimáx, con el objetivo de facilitar el destete de ésta, en el estudio de Martin y cols en el 2011(20), es un ensayo clínico controlado donde evidencia el aumento de la Pimáx con el EMIIns (inicial:  $-43,5 \pm 17,8$  vs. Final:  $-45,1 \pm 19,5$  cm de H<sub>2</sub>O, P 0,39 grupo control Vs grupo experimental, inicial:  $-44,4 \pm 18,4$  vs. Final:  $-54,1 \pm 17,8$  cmH<sub>2</sub>O,

$P=<0,0001$ ). Demostrando resultados similares en otros estudios donde aumenta la  $P_{\text{máx}}$ (12, 31).

Mientras Bissett(13) en 2012 evaluó las variables fisiológicas en pacientes con VM, donde buscaba demostrar la seguridad al ser intervenidos con el EMIns, debido al estado en el que se encuentran, se espera que la respuesta de este tipo de pacientes, tenga como resultado la alteración de las variables fisiológicas a ejercicios de baja intensidad; siendo este uno de los pocos estudios que se han encontrado en relación a este tema.

Esta investigación buscó analizar como es el comportamiento de algunas variables fisiológicas, durante la aplicación del EMIns en pacientes con VM en una UCI de la ciudad de Cali, describir como es el nivel de respuesta al ejercicio por parte de éstos, debido al estado en el que se encuentran, se tiene temor de que durante el entrenamiento se presente alguna alteración que pueda agravar el estado del paciente(12, 13).

Con los resultados de este estudio, se buscó contribuir al conocimiento en el área clínica, específicamente en el área de cuidados intensivos; para generar mayor conocimiento en la práctica basada en la evidencia para el personal asistencial de fisioterapia al momento de realizar intervenciones de EMR con este tipo de pacientes.

#### 4. ESTADO DEL ARTE

De los pacientes que requieren VM la mayoría logran un destete exitoso; aunque aproximadamente el 33% de los pacientes que ingresan a una UCI requieren VM con una duración media entre 5-7 días(41), sin embargo, entre el 10% y 15% de los pacientes fracasan en el intento de destete(20), lo que conlleva a una VM prolongada y sus complicaciones.

Bissett(9) en el 2012, en una revisión de la literatura, menciona que la VM resulta en disfunción respiratoria, con atrofia muscular, secundaria a la falta de uso (proteólisis), y el acortamiento de la musculatura inspiratoria debido a la alta presión positiva al final de la espiración (PEEP) que conlleva un deterioro de la capacidad de generación de la fuerza muscular inspiratoria. Esta debilidad puede ser agravada por polineuropatía enfermedad crítica, el deterioro nutricional y la administración de corticosteroides y agentes bloqueantes neuromusculares. El sufrimiento psicológico y la ansiedad también es probable que contribuya a la dependencia ventilatoria y pueden obstaculizar los esfuerzos de destete. El EMI<sub>ns</sub> mejora el rendimiento de la fuerza muscular inspiratoria y el ejercicio en sujetos sanos y atléticos, así como aquellos con EPOC. La evidencia preliminar indica que el EMI<sub>ns</sub> aumenta la fuerza muscular inspiratoria y reduce los tiempos de destete en pacientes ventilados, con resultados de destete mejorado. Las mejoras con el EMI<sub>ns</sub>, se relaciona con una mayor síntesis de proteínas, la reducción de la disnea y la preparación fisiológica para tolerar cargas de trabajo altas de la musculatura respiratoria.

Evidenciando las mejoras con el EMI<sub>ns</sub>, en un estudio de Cader y cols(12), en el 2010 realizó un ensayo clínico aleatorizado, que contó con la participación de 41 personas adultos mayores, intubados que hubieran estado al menos durante 48 horas en VM. La intervención se realizó, de acuerdo a la asignación del grupo experimental o control: el grupo experimental recibió la atención habitual más el EMI<sub>ns</sub> usando un dispositivo de umbral, con una carga inicial del 30% de la PIM<sub>ax</sub>, con aumento en un 10% (absoluto) al día de la intervención. Se intervino durante 5 minutos, dos veces al día, 7 días a la semana desde el inicio de destete hasta la extubación. El grupo control sólo recibió la atención habitual. En los resultados principales, la PIM<sub>ax</sub>, aumento significativamente más en el grupo experimental que en el control (MD 7,6 cmH<sub>2</sub>O; IC 95% 5.8 a 9.4), en los secundarios el índice de Tobín disminuyó significativamente, más en el grupo experimental que en el grupo control (MD 8,3 br / min / L, IC 95% 2,9 a 13,7), y el tiempo hasta el destete fue significativamente menor en el grupo experimental que en el grupo control (MD 1,7 días; IC del 95%: 0,4 a 3,0). A modo de conclusión, en el estudio se menciona que el entrenamiento de los músculos inspiratorios en el grupo experimental contribuyó a

un aumento significativo en la PIMax y a una reducción en el índice de Tobín. Estos son considerados como buenos predictores de destete, que es coherente con la conclusión de que el EMI<sub>ns</sub> reduce significativamente el período de destete en pacientes que no murieron o recibieron una traqueotomía.

En este estudio, la condición de los pacientes y la aplicación de la intervención terapéutica es similar a la del macro proyecto al que se encuentra vinculado este trabajo, mostrando resultados estadísticamente significativos, en cuanto a la mejora de la PIMax, el índice de Tobín y el tiempo de destete, pero este estudio no toma en cuenta el comportamiento de los signos vitales, y de la mecánica ventilatoria.

Sandoval y cols(14), realizaron ensayo clínico controlado de grupos paralelos, con una muestra de 126 pacientes, quienes fueron asignados a un grupo control y un experimental (se intervinieron adicionalmente con EMI<sub>ns</sub> con dispositivo threshold), los cuales se estratificaron según condición de sepsis; el resultado primario fue la duración del periodo de destete de la VM, los resultados secundarios fueron el cambio en la fuerza muscular respiratoria medida a través de la PIMax, el destete fallido de la VM y el requerimiento de ventilación mecánica no invasiva (VMNI), cuyos resultados no fueron significativos.

Bissett(13) en un estudio de cohorte prospectivo de 10 pacientes adultos traqueostomizados en UCI que no habían logrado independizarse de la VM, se sometieron al EMI<sub>ns</sub>, los resultados no mostraron eventos adversos asociados al EMI<sub>ns</sub>, ya que no se presentaron cambios significativos en la frecuencia cardiaca (Diferencia Media 1.3 lpm, IC95% (-2.7-5.3)), la presión arterial media (Diferencia Media=-0,9 mmHg IC95%=(-6,4- 5,6)), y la frecuencia respiratoria (Diferencia Media=1.2rpm IC95% (-0,6-3,0)), relacionados con el entrenamiento.

Por tal motivo este estudio es la base del presente trabajo, aunque las características de los pacientes difieren, ya que en el de Bissett están traqueostomizados, el tiempo de exposición a la VM es mayor y la población es menor (10 vs 62), en cuanto a las variables, además de la PAM, se añadió la presión arterial sistólica y diastólica; buscando mostrar que el EMI<sub>ns</sub> es seguro en los pacientes que están en UCI y requieren VM; a nivel nacional y local no se han evaluado los efectos en los signos vitales asociados al EMI<sub>ns</sub>, por lo cual se buscó corroborar que el EMI<sub>ns</sub> fué seguro en pacientes no traqueostomizados.

## **5. MARCOS DE REFERENCIA.**

### **5.1. MARCO CONTEXTUAL.**

Este trabajo de investigación toma los datos de la información recolectada del macro proyecto Entrenamiento Muscular Respiratorio en Pacientes adultos en Ventilación Mecánica(14), utilizando los datos recolectados, para la evaluar el comportamiento de las variables fisiológicas asociadas al EMIns en pacientes con VM.

El sitio donde se realizó el estudio, es una de las institución prestadora de servicios de salud de IV nivel, centro de referencia de todo el suroccidente colombiano, ubicado en la ciudad de Cali.

### **5.2. MARCO LEGAL.**

Ley 528 de 1999.

Según esta ley, la fisioterapia es “una profesión liberal, del área de la salud con formación universitaria, cuyos sujetos de atención son el individuo, la familia y la comunidad en el ambiente donde se desenvuelve”; su objeto de estudio es el movimiento corporal del hombre, pues este es un elemento esencial para tener un bienestar y una vida saludable, es por ello que el fisioterapeuta se enfoca en la comprensión del movimiento corporal, trabajando en pro de su mantenimiento y potencialización para lograr un movimiento corporal óptimo.

En este orden de ideas, el fisioterapeuta también debe realizar acciones de prevención, promoción y recuperación de habilidades que se puedan estar viendo afectadas por alguna alteración en el movimiento, para ello no solo se debe tener en cuenta al sujeto, sino también a la familia y diferentes contextos en los que este participa, realizando una rehabilitación integral con el fin de optimizar su calidad de vida.

Además, el fisioterapeuta siendo un profesional del área de la salud, puede participar en investigaciones científicas que involucren seres humanos (sin que estas vulneren sus derechos) y de esta manera contribuir al desarrollo social y al avance de la ciencia(42).

Resolución 2023 del 2014.

Expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, la cual fundamenta las condiciones y procedimientos de inscripción y habilitación de los diferentes servicios relacionados con el área de la salud, independientemente si son clínicas, hospitales, transporte asistencial o profesionales que prestan sus servicios de manera independiente; cuyo objetivo principal trata de establecer las condiciones mínimas que deben cumplir los prestadores de servicios en salud en el territorio Colombiano, con el fin de establecer garantías mínimas de obligatorio cumplimiento para minimizar los riesgos a los pacientes y prestar un servicio de calidad.

Con respecto a las instituciones prestadoras de salud existen tres tipos: las de baja complejidad, las de mediana complejidad y las de alta complejidad, estas últimas se caracterizan por contar con especialidades como neumología, nefrología, cardiología, atención de especialistas las 24 horas, servicio de urgencias, radiología, medicina nuclear y además cuentan con la presencia de unidades especiales como la unidad renal y unidad de cuidados intensivos, este tipo de instituciones realizan la atención de tercer nivel.

Para que las instituciones de tercer nivel puedan prestar sus servicios deben cumplir diferentes condiciones tales como:

Las técnico administrativas relacionadas con la parte organizacional de la institución, como contar con el área legal y sistemas financieros ajustados a la normativa vigente, para que el servicio cuente con el suficiente respaldo.

La suficiencia financiera donde presentan todas las condiciones que propician una buena estabilidad financiera y facilitan el cumplimiento a corto y mediano plazo de sus obligaciones, garantizando condiciones mínimas, que impidan la presencia de inconvenientes relacionados con el área financiera al momento de ofrecer el servicio al público.

La capacidad tecnológica y científica relacionada directamente con la capacidad del talento humano, infraestructura, equipos, procesos prioritarios, manejo de historia clínica, etc.; con el fin de dar seguridad a los usuarios garantizando el cumplimiento de las condiciones básicas al momento de prestar los servicios en salud(43).

### 5.3. MARCO TEÓRICO

#### 5.3.1. Entrenamiento Muscular Respiratorio (EMR).

El EMR representa uno de los componentes de la rehabilitación respiratoria. El fundamento del EMR es que mejora la función muscular respiratoria, con lo cual puede potencialmente reducir la gravedad de la disnea y mejorar la tolerancia al ejercicio; de las directrices basadas en la evidencia producida por un panel conjunto de la American College of Chest Physicians (ACCP) y la Asociación Americana de Rehabilitación Cardiovascular y Pulmonar (AACVPR), el EMR puede considerarse para pacientes con EPOC que se quedan sintomáticos a pesar del tratamiento óptimo(10).

Dentro de las modalidades del EMR, están el EMIns en el cual hay mayor número de estudios que demuestran la efectividad de su aplicación, que se realiza de manera efectiva por medio de una válvula tipo umbral o dispositivos que proporcionan una determinada intensidad de entrenamiento específica, y el entrenamiento muscular espiratorio (EMEsp) en donde hay un menor número de ensayos clínicos pero se demuestra su efectividad(4). Lötters y cols en el 2002 en un meta-análisis concluyeron que el EMIns aumenta significativamente la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios, disminuye las sensaciones de la disnea en reposo y durante el ejercicio, y tiende a mejorar la capacidad de ejercicio funcional(44) en pacientes con EPOC, en donde se han realizado más estudios(40, 45).

#### 5.3.2. Efectividad del Entrenamiento Muscular Respiratorio.

En un estudio de Ramírez y cols(40) demostraron que el EMIns induce una mejoría funcional específica de la musculatura inspiratoria y cambios adaptativos en la estructura de los músculos intercostales externos. La mejoría funcional se asocia con un aumento en la proporción de fibras tipo I (del 38% aproximadamente) y en el tamaño de las fibras tipo II (del 21% aproximadamente) de los músculos intercostales externos. En el entrenamiento muscular, la biogénesis mitocondrial y de miofilamentos es la base de la adaptación muscular mecánica y metabólica tras el entrenamiento(9), por lo que la alteración del mecanismo básico de la biogénesis muscular propia de algunas enfermedades respiratorias podría determinar diferentes tasas de éxito ante el entrenamiento(46) y llevar al destete de la VM(13).

En sujetos sanos, se encontró que el EMR mejora el rendimiento del ejercicio de resistencia en los individuos con bajo estado físico y en las personas que realizan deporte se gana una mayor duración(47). Los dos tipos más comunes de EMR

(EMIns, y EMEsp) no difieren significativamente en su efecto, mientras que el entrenamiento de fuerza combinado inspiratorio / espiratorio puede ser mayor(10). Por lo tanto, todo tipo de EMR se puede utilizar para mejorar el rendimiento del ejercicio en sujetos sanos.

En un estudio de Hulzebos y col(48), buscaba evaluar la efectividad del EMR como profilaxis en la reducción de complicaciones pulmonares postoperatorias (PPC), después de injerto de derivación de la arteria coronaria (CABG) evaluando la duración de la estancia hospitalaria y la utilización de recursos. Ambos grupos fueron comparables al inicio del estudio. Después de la cirugía CABG, con PPC estaban presente en 25 (18,0%) de los 139 pacientes del grupo de EMR y 48 (35,0%) de los 137 pacientes en el grupo de atención habitual (odds ratio [OR], 0,52; 95% intervalo de confianza [IC], Desde 0,30 hasta 0,92). La neumonía ocurrió en 9 (6,5%) de 139 pacientes en el grupo de EMR y en 22 (16,1%) de los 137 pacientes en el grupo de atención habitual (OR, 0,40; IC del 95%, 0,19-0,84). La mediana de duración de la hospitalización postoperatoria fue de 7 días (rango, 5-41 días) en el Grupo EMR, vs (rango, 6-70 días) en el grupo de atención habitual, con lo cual concluyeron que la intervención preoperatoria con EMR reduce la incidencia de la PPC y la duración de la hospitalización postoperatoria en pacientes con alto riesgo de desarrollar una complicación pulmonar sometidos a cirugía CABG.

Con lo cual el EMR, mejora los parámetros de volumen corriente, las presiones respiratorias máximas(31), factores que influyen en la efectividad de la destete ventilatorio del paciente(9), y reduce el riesgo de reintubación(12).

### **5.3.3. Adaptaciones al ejercicio.**

#### **5.3.3.1. Adaptaciones musculares al ejercicio.**

Los músculos esqueléticos están formados por distintos tipos de fibras musculares que poseen características funcionales, metabólicas y moleculares distintas. Los diferentes tipos de fibras se encuentran en proporciones variables dentro de cada músculo. Actualmente la clasificación de las fibras musculares se realiza en función del tipo de miosina presente en la célula y de la velocidad de acortamiento de la fibra. Así, se reconocen en el ser humano tres tipos básicos de fibras musculares: fibras de tipo I, que son de contracción lenta, y fibras de tipo II, de contracción rápida, de las que existen dos subtipos: IIa y IIb, siendo las últimas las genuinas de tipo II en el ser humano(49).

En resumen, podemos decir que las fibras tipo I presentan una baja velocidad de acortamiento y una gran capacidad oxidativa. Estas características las convierten en células bien adaptadas para la realización de ejercicios aeróbicos y prolongados. Por otra parte, las fibras tipo II son aquéllas de las que se obtiene una respuesta más rápida y con mayor tensión cuando se activan, aunque debido a su metabolismo son más rápidamente fatigables. Así pues, parecen particularmente adaptadas para actividades breves e intensas. El reclutamiento de las fibras II durante el ejercicio se produce con elevadas intensidades de trabajo, y siempre va precedido por el reclutamiento de las fibras tipo I. Dentro de las fibras tipo II, son las IIA las que primero se reclutan, seguidas de las IIb. Hay que resaltar que es la cantidad de fuerza que se requiere y no la velocidad de contracción lo que determina el reclutamiento de uno u otro tipo de fibras.

El músculo esquelético es capaz de adaptarse a las demandas funcionales que se le imponen, y las modificaciones debidas al entrenamiento (adaptaciones) son específicas de los músculos utilizados, y no se dan en aquéllos que no participan en el entrenamiento. En los deportistas de élite que practican disciplinas de resistencia aeróbica, como maratón o ciclismo en ruta, el porcentaje de fibras tipo I supera el 60-65%, mientras que en los deportistas de élite de disciplinas de fuerza y potencia, los músculos utilizados presentan porcentajes de fibras tipo II superiores al 65%. El entrenamiento provoca adaptaciones musculares beneficiosas para un mejor desarrollo del ejercicio; así, se han descrito modificaciones en la capilarización (aumento en actividades de resistencia aeróbica), en el diámetro de las fibras (hipertrofia, como ocurre con el entrenamiento de fuerza) o en el aumento de ciertas actividades enzimáticas (aeróbicas en las actividades de resistencia aeróbica, y anaeróbicas en las actividades de alta intensidad y fuerza)(49).

La hipertrofia muscular es el resultado de la acumulación de proteínas debida al aumento en la síntesis o reducción de la degradación o a ambos. Sabemos que las fibras rápidas aumentan más su tamaño que las fibras lentas(49).

#### 5.3.3.2. Adaptaciones neurológicas.

Una adaptación al entrenamiento es la mejora de la capacidad de reclutamiento de las unidades motoras para la realización de una tarea. Las ganancias de fuerza pueden ser el resultado de la movilización de unidades motoras adicionales para actuar de forma sincrónica. El sistema nervioso central es capaz de limitar la fuerza mediante mecanismos de inhibición sobre el sistema neuromuscular, el entrenamiento puede reducir este mecanismo de inhibición, permitiendo que el músculo alcance mayores niveles de fuerza, y así mejorar el rendimiento de determinados tipos de acciones musculares(50).

Durante el proceso de entrenamiento, los factores neurales son los responsables en gran medida de los incrementos de fuerza en las primeras semanas del proceso, donde apenas se ha dado hipertrofia de los músculos entrenados. Por esto, durante las primeras semanas la correlación entre el incremento de fuerza y de masa muscular es muy débil. Todo esto es más evidente en las primeras fases del entrenamiento (2-8 semanas), cuando las ganancias de fuerza no pueden ser explicadas por la hipertrofia muscular(50).

#### 5.3.3.3. Adaptaciones esqueléticas.

El hueso es una estructura viva que está en continua remodelación, equilibrio entre osteoblastos y osteoclastos. La carga mecánica hace que el hueso se deforme, lo que supone un estímulo para la formación de nuevo tejido óseo en dichas zonas. El hueso trabecular se adapta más rápidamente a los estímulos que el hueso cortical. La creación de nuevo hueso se produce, principalmente, en el periostio, aumentando el diámetro óseo(50).

#### 5.3.3.4. Adaptaciones tejido conectivo.

Los tejidos conectivos del sistema musculo esquelético son: tendones, ligamentos, fascias y cartílagos. Son el enlace entre el musculo y el hueso, permitiendo el movimiento. Su funcionamiento está directamente relacionado con el rendimiento general del organismo. Los tendones y ligamentos están compuestos de fibras de colágeno tipo I principalmente. Además, los ligamentos presentan elastina la cual es una proteína extensible. Estos se unen fuertemente al cartílago o hueso y presentan irrigación sanguínea directa. El principal estímulo para el crecimiento de los tendones, ligamentos y fascias, son las fuerzas mecánicas asociadas a la actividad física. El entrenamiento aeróbico produce aumento del metabolismo del colágeno. El entrenamiento con cargas de alta intensidad para el sistema musculo esquelético induce un crecimiento neto del tejido conectivo involucrado, así como un re-esfuerzo de la matriz de cartílago(50).

#### 5.3.3.5. Adaptación cardiovascular.

El principal objetivo de la activación del sistema cardiovascular durante la realización de ejercicio físico es adecuar la irrigación sanguínea de los músculos en contracción a las nuevas necesidades metabólicas del músculo esquelético, es decir, aumentar el aporte de oxígeno y de nutrientes (sustratos metabólicos) necesarios para la generación de ATP(51).

Durante el ejercicio intenso los pulmones pueden necesitar absorber hasta 20 veces más oxígeno hacia la sangre, lo cual es posible, ya que, normalmente: 1) aumenta el número de capilares abiertos, y 2) aumenta el gasto cardíaco, incrementándose el

flujo sanguíneo pulmonar. El gasto cardíaco puede aumentar 4-6 veces antes que la presión en la arteria pulmonar aumente excesivamente. A medida que aumenta el flujo sanguíneo en los pulmones, se abren cada vez más capilares; asimismo, se expanden las arteriolas y los capilares pulmonares ya abiertos. Por tanto, el exceso de flujo pasa a través del sistema capilar sin un aumento excesivo de la tensión arterial pulmonar. Esta capacidad de los pulmones de acomodar un flujo sanguíneo muy aumentado durante el ejercicio, con un aumento relativamente pequeño de la presión en los vasos pulmonares, es importante en dos sentidos: en primer lugar, conserva la energía del corazón derecho y, en segundo lugar, evita un aumento de la presión capilar pulmonar, y con ello el desarrollo de cierto grado de edema pulmonar, cuando aumenta mucho el gasto cardíaco(51).

Durante la realización de ejercicio de tipo aeróbico, el sistema cardiovascular debe mantener un gasto cardíaco elevado durante un tiempo prolongado, que va desde varios minutos hasta horas, y es el entrenamiento continuado mediante este tipo de ejercicio de resistencia el que induce unas adaptaciones morfológicas y funcionales más relevantes tanto en el corazón (adaptación central) como en la capacidad del lecho vascular para acoger la mayor cantidad de sangre circulante (adaptación periférica). Además del tipo, intensidad y duración del ejercicio y los años de entrenamiento, existen una serie de factores constitucionales (superficie corporal, sexo, edad y otros factores genéticos) que también determinarán la forma y el grado de las adaptaciones(51).

#### 5.3.3.6. Adaptaciones pulmonares.

La respuesta pulmonar al ejercicio tiene como función principal el control homeostático de la concentración de los gases en la sangre arterial. Así, durante el ejercicio el sistema respiratorio ha de realizar las siguientes funciones: por un lado, contribuir a oxigenar y disminuir el grado de acidez de una sangre venosa mixta marcadamente hipercapnia e hipoxémica, y por otro, mantener un bajo grado de resistencia vascular pulmonar para evitar o minimizar el paso de agua al espacio intersticial pulmonar (edema)(51).

Las adaptaciones al ejercicio a nivel respiratorio tienen como objetivo sostener la actividad metabólica a nivel celular. El entrenamiento produce adaptaciones celulares como un aumento del tamaño y número de mitocondrias y por lo tanto de enzimas oxidativas que demandarán una provisión creciente de oxígeno en trabajos físicos sostenidos. El efecto del incremento del trabajo de resistencia, es el desarrollo de la capacidad de las células musculares de extraer un mayor porcentual de oxígeno de la sangre arterial. La comprensión de estos mecanismos interesa a los fines de entender el concepto de entrenamiento deportivo específico. Aumentando la intensidad y la duración de los estímulos de entrenamiento, y

sosteniendo su especificidad, se garantizan las transformaciones adaptativas de este sistema(51).

#### **5.3.4. Características sociodemográficas de la población en una unidad de cuidados intensivos (UCI).**

Las UCI fueron desarrolladas originalmente como áreas multidisciplinarias para gestionar el cuidado de los pacientes que sufrieron o estaban en riesgo de muerte, cuando se presentaba falla sistémica simple o múltiple de manera aguda, debido a una enfermedad o lesión. A pesar del flujo relativamente pequeño de pacientes, en la UCI representan el 8% y el 30% de los gastos hospitalarios, comparados con otras áreas hospitalarias, por lo cual la UCI presenta un costo 4 o 5 veces mayor.

La UCI ha evolucionado para apoyar a algunos pacientes durante un período excepcionalmente largo; los estudios que han examinado los pacientes ingresados en la UCI que presentan estancia prolongada, han demostrado que éstos equivalen al 10% de la población total de pacientes(52).

La estancia prolongada de los pacientes, es asociada con mortalidad aunque también se debe tener en cuenta que acarrea un mayor gasto de insumos y recursos asistenciales; dependiendo de las características y pronósticos de la enfermedad, debido a que algunos estudios dicen que no está definida de forma uniforme la estancia de los pacientes en UCI, ya que unos autores definen estancia prolongada de 10 a 14 días y otros proponen de 28 a 30 días, también se debe tener en cuenta que los ingresos por edad se incrementan paralelamente debido a la esperanza de vida de la población en general, se dice que los pacientes mayores que ingresan, tienen un peor pronóstico que un paciente joven, sin embargo estos pacientes están más relacionados con la severidad de la enfermedad aguda, que por la misma edad de un paciente; incluso los pacientes mayores que sobreviven tienen un mejor pronóstico que los jóvenes, la edad de los pacientes hospitalizados en UCI no debe ser un factor limitante en la aplicación de tratamientos para preservar la calidad de vida previa y posterior al ingreso en la UCI.

Aunque siempre van a existir dudas referentes si es adecuado seguir adelante con el tratamiento de pacientes en avanzada edad, que prolongan su hospitalización por más de 30 días(53).

### 5.3.5. Modelo teórico aplicado: Teoría del Estrés Físico.

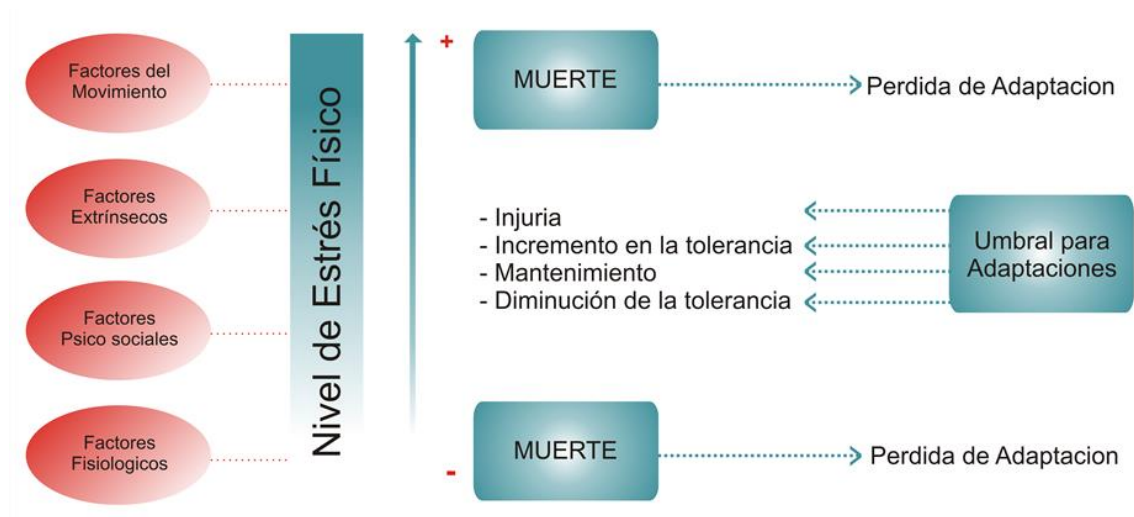


Gráfico 1 Teoría del Estrés Físico. Adaptado al Español

Fuente: Mueller and Maluf 2002.

El modelo teórico en el cual se enmarca el presente estudio es el propuesto por Mueller en el año 2002, denominado “Teoría del Estrés Físico” (TEF)(54) la cual se basa en los principios fundamentales que gobiernan la respuesta adaptativa de los tejidos al estrés físico. La Teoría del Estrés Físico se desarrolló para explicar cómo los tejidos, órganos y sistemas se adaptan a diferentes niveles de estrés físico y describe cómo otros factores pueden modificar tanto el nivel de estrés físico como la respuesta de los tejidos biológicos a un nivel de tensión determinado(14).

La Teoría del Estrés Físico presenta 12 principios, 7 de los cuales fueron aplicados a la presente investigación, explicados en el macroproyecto(14), al cual se encuentra ligado este estudio.

Principio Fundamental A: Los cambios en niveles relativos de estrés físico causan una respuesta predecible en todos los tejidos biológicos. El estrés físico es la fuerza, o la carga, que actúa sobre un área de un determinado tejido. La TEF propone que los tejidos se adaptan al estrés físico para así alterar su estructura y la composición y así satisfacer mejor las demandas mecánicas de carga rutinarias.

Específicamente para este estudio, el estrés físico es la carga inspiratoria fija que debe sostener el paciente durante el EMIns con Threshold y la musculatura

respiratoria es considerada un tejido que sufre adaptaciones al estar sometida a los estímulos dados por diferentes niveles de estrés físico o de carga muscular inspiratoria, estas adaptaciones se manifiestan por cambios morfológicos en la composición del tipo de fibras, aumento en la densidad capilar y del contenido de mioglobina, aumento del número y el tamaño de las mitocondrias que finalmente se van a traducir en incremento de la fuerza y resistencia muscular inspiratoria(40), cuya adaptación o muestra de que es segura, se verá reflejada en los cambios que se puedan presentar en los valores de los signos vitales durante el entrenamiento.

Principio Fundamental B: Los tejidos biológicos presentan 5 respuestas características al estrés físico. Cada respuesta se prevé que se produzca dentro de un rango definido a lo largo de un continuo de los niveles de estrés. Las 5 respuestas cualitativas a estrés físico son disminución de la tolerancia al estrés (por ejemplo, atrofia), mantenimiento, mayor tolerancia al estrés (por ejemplo, hipertrofia), lesiones y muerte.

La respuesta fisiológica durante la aplicación del EMIns en la población a estudio, se representaría en la no alteración significativa de los signos vitales y algunas variables ventilatorias evaluadas en este estudio.

Principio Fundamental C: Los niveles de estrés físico menores al rango de mantenimiento resultan en una disminución de la tolerancia de los tejidos a las tensiones posteriores. La atrofia es un mecanismo común mediante el cual los tejidos se vuelven menos tolerantes a tensiones físicas posteriores. La atrofia se produce cuando la degeneración del tejido es superior a su producción y se ha observado en los 4 sistemas de órganos principales en respuesta a los niveles de estrés reducidos. Otros ejemplos de adaptaciones que pueden reducir la tolerancia al estrés incluyen cambios hormonales, alteraciones en la excitabilidad de la membrana celular y cambios en las propiedades del material de los tejidos.

En el paciente críticamente enfermo existen factores como la VM controlada, el uso de fármacos esteroides y bloqueadores neuromusculares, el reposo prolongado en cama, la desnutrición, la presencia de sepsis y respuesta inflamatoria que actúan como estímulos o niveles de estrés físico que están por debajo del rango de mantenimiento y producen por lo tanto cambios que se manifiestan en atrofia y disminución de la fuerza muscular diafragmática(3, 4, 55) y que van a dificultar el soportar una mayor carga como el paso de VM a la respiración espontánea(26, 27, 29), por lo cual la vigilancia de los signos vitales y parámetros ventilatorios ayudan a determinar, dependiendo de la condición crítica del paciente, si la realización de ejercicio a una intensidad programada, es adecuada para esa persona.

Principio Fundamental E: Los niveles de estrés que sobrepasan el rango de mantenimiento producen aumento de la tolerancia de los tejidos a esfuerzos posteriores. La hipertrofia es un mecanismo común mediante el cual los tejidos son más tolerantes a tensiones físicas posteriores. La hipertrofia se produce cuando la producción de tejido excede la degeneración del mismo. En general, los tejidos biológicos se adaptan a un aumento de los niveles de estrés aumentando el área de la sección transversal, la densidad, o el volumen. Otros ejemplos de adaptaciones que pueden aumentar la tolerancia al estrés del tejido incluyen cambios hormonales, alteraciones en la excitabilidad de la membrana celular, y cambios en las propiedades físicas de los tejidos.

El EMIns es un estímulo por encima del rango de mantenimiento que genera adaptaciones en el tejido muscular respiratorio(40), estas adaptaciones dan por resultado incremento de la fuerza muscular respiratoria expresado en cambios en la PIMax y aumento de la tolerancia al estrés que se manifiesta por una transición más temprana de la VM a la respiración espontánea (Menor número de Horas de destete de la VM).

Principio Fundamental H: El nivel de exposición al estrés físico es un valor compuesto, definido por la magnitud, el tiempo, y la dirección de aplicación de la tensión. La magnitud del estrés se refiere a la cantidad de tensión (fuerza por unidad de superficie) en un tejido en cualquier momento dado en el tiempo. Factores de tiempo incluyen la duración, el número de repeticiones, y la velocidad a la que se aplica tensión a los tejidos del cuerpo. Cada uno de estos factores tiene una relación directa con el nivel de exposición al estrés.

El EMR es un estímulo cuantificable en magnitud y en factores de tiempo, la magnitud está determinada por carga que se ajusta en el dispositivo Threshold teniendo en cuenta la fuerza muscular respiratoria del paciente medida a través de la PIMax y los factores de tiempo están determinados por el número de series y repeticiones y la frecuencia con que se realizan por semana las sesiones del entrenamiento(56). Estos factores determinan el nivel de exposición al estrés.

Principio Fundamental I: En el estrés individual se combinan diferentes factores de manera compleja para contribuir con el nivel general de exposición al estrés. Los tejidos se ven afectados por la historia de las tensiones recientes. En la TEF, el efecto de cualquier tensión dada dependerá de la experiencia de la tensión previa del tejido. Por ejemplo, 1 repetición del músculo bíceps en contra de una resistencia de 13,6 kg (30 libras) puede tener poco efecto sobre el rendimiento muscular. Sin embargo, 3 series de 10 repeticiones, 3 veces a la semana, durante 2 semanas pueden conducir a la hipertrofia muscular y aumentar la capacidad del músculo para generar la fuerza. Una consecuencia del efecto acumulativo de tensiones repetidas

es que los tejidos requieren períodos de reposo en la que el nivel de exposición al estrés es sustancialmente reducido para que puedan adaptarse y recuperarse de tensiones anteriores.

El EMIns fue realizado 5 días a la semana, 2 veces por día a través de 3 series de 6 repeticiones, después de cada serie se permitió un periodo de recuperación o reposo de 2 minutos al conectar nuevamente el paciente a la VM, además se permitió un periodo de recuperación entre cada sesión de entrenamiento; posibilitando así que el tejido muscular pueda adaptarse y recuperarse del estímulo al que fue sometido(56), durante la aplicación del EMIns, todo esto se implementó según estándares de seguridad analizados en otros estudios, donde se documentó los protocolos que seguían y la evidencia científica que lo respaldaba.

Algunas variables fisiológicas tomadas en cuenta en este estudio, ayudan a observar el nivel de respuesta al entrenamiento, lo cual orientaría en la decisión de cuando continuar o detener la aplicación del mismo, o de graduar la intensidad con la que se está realizando.

Principio Fundamental L: El estrés umbral requerido para alcanzar una respuesta de un tejido, puede variar entre los individuos en función de la presencia o ausencia de varias variables de modulación. La TEF determina que existen Factores del movimiento, factores extrínsecos, factores sicosociales y factores fisiológicos que pueden modular ya sea: el nivel de estrés en tejidos, o la respuesta de los tejidos(57) a un nivel dado de estrés físico (es decir, los valores de umbral para la adaptación del tejido y lesiones).

En el paciente críticamente enfermo existen varios factores que modulan la respuesta al estrés físico: factores relacionados con el movimiento y alineamiento, factores extrínsecos, factores psicosociales y factores fisiológicos, los factores fisiológicos pueden ser considerados factores de confusión que pueden llegar a modificar los efectos del EMR en el paciente críticamente enfermo sobre los valores de algunas variables fisiológicas consideradas en este estudio, las cuales son: nivel de apache II, diagnóstico, edad, antecedentes patológicos, horas en un determinado modo de VM, y medicamentos(3, 4, 58). Dentro de los factores extrínsecos a considerar todos los pacientes recibieron el EMR con un dispositivo externo denominado Threshold, y con un nivel carga graduado al 30% de la PIMax(13), ya que según evidencia científica se ha demostrado que valores de carga menores son insuficientes para inducir cambios en la fuerza muscular respiratoria.

Los factores psicosociales considerados serán tipo de seguridad social, y raza; se tienen en cuenta dos variables sicosociales ya que en el contexto en el que se desarrolla (UCI) no existen instrumentos de evaluación tipo encuesta aplicables a la

población objetivo o a sus familiares que hayan sido validados, además la pregunta de investigación se fundamenta en conceptos biológicos principalmente por lo que no se considera primordial el análisis de factores sicosociales para el cumplimiento de los objetivos de este estudio.

#### **5.3.6. Ventilación mecánica.**

La Ventilación Mecánica (VM) es una terapia de soporte vital que busca mantener una adecuada ventilación alveolar y un intercambio gaseoso efectivo en pacientes críticamente enfermos. Sus indicaciones más frecuentes son la falla respiratoria aguda, el compromiso de conciencia y la exacerbación de una patología respiratoria crónica<sup>35</sup>, aunque su uso prologando lleva a complicaciones como: la atrofia de las fibras de contracción lenta y rápidas del diafragma<sup>(4)</sup>, isquemia traqueal 68%, úlcera traqueal 10%, ruptura traqueal 1%<sup>37</sup> y neumonía post intubación<sup>(37)</sup> entre las comunes.

Anzueto A. y col<sup>(16)</sup> en el 2000 en un estudio prospectivo determinaron que las indicaciones comunes para el inicio de la ventilación mecánica son la insuficiencia respiratoria aguda (66%), la exacerbación aguda de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (13%), coma (10%) y trastornos neuromusculares (10%). La ventilación mecánica se entrega a través de un tubo endotraqueal en el 75% de los pacientes, una traqueotomía en el 24%, y una máscara facial en el 1%.

#### **5.3.7. Afectación del diafragma por el uso de la ventilación mecánica.**

En el 2008 Levine y cols<sup>(4)</sup> evaluó los diafragmas de 14 donantes de órganos con muerte cerebral antes de la extracción de órganos (casos), que mostraban inactividad respiratoria-muscular y que pasaron por VM durante períodos prolongados (entre 18 a 69 horas), y se compararon las muestras de biopsias intraoperatorias obtenidas de los diafragmas de 8 pacientes que fueron sometidos a cirugía, ya sea para lesiones benignas, o de cáncer de pulmón (controles) donde la VM se limitó a 2 a 3 horas, para determinar si la atrofia por desuso del diafragma se produce en los seres humanos ventilados en donde se evidencio una disminución en el área transversal de las fibras de contracción lenta (tipo I) y de contracción rápida (tipo II) del 57% ( $P=0,001$ ) y 53% ( $p=0,01$ ), de los casos comparados con los controles.

Valenzuela y col<sup>(59)</sup>, en una revisión analizaron el impacto de la ventilación mecánica sobre la estructura y función del músculo diafragma. La VM en el diafragma induce a alteraciones estructurales (atrofia) y funcionales como son la disminución de la fuerza y resistencia a la fatiga, lo cual se agrava con el tiempo

llevando al fracaso de la extubación(18, 60), aumentando su tiempo de hospitalización(61) y originándose la disfunción diafragmática inducida por ventilación mecánica (DDIVM). Encontrando en la literatura que el estrés oxidativo por desuso como la principal causa de la degradación proteica en el músculo, llevando a la consecuente deficiencia del músculo diafragma.

#### **5.3.8. Evaluación de la musculatura respiratoria.**

La medición clínica de las propiedades contráctiles de los músculos ventilatorios es compleja, debido a su localización y la dificultad para aislar la participación de los músculos involucrados. Para determinar la fuerza de los músculos inspiratorios, se utiliza la Presión inspiratoria máxima (PIM) es la máxima presión que puede hacer el paciente por medio de una boquilla ocluida, después de realizar una inhalación completa cuyo valor normal para varones es de  $-100\text{cmH}_2\text{O}$  y para mujeres es de  $-70\text{cmH}_2\text{O}$  adultos(62), y la presión espiratoria máxima (PEM) es la máxima presión que puede hacer el paciente por medio de una boquilla ocluida, después de realizar una espiración máxima, cuyo valor normal en varones es de  $170\text{cmH}_2\text{O}$  y en mujeres corresponde a  $110\text{cmH}_2\text{O}$  adultos(62) con el fin de determinar la fuerza de los músculos espiratorios, mientras que la presión transdiafragmática (Pdi) es la medida de la fuerza muscular del diafragma(63). La medición de la PIMax requiere de la participación activa del sujeto y se obtienen a través de la capacidad de generar presión durante una maniobra máxima voluntaria cuyo valor normal para varones por encima de  $70\text{cmH}_2\text{O}$  y mujeres por encima de  $50\text{cmH}_2\text{O}$  (57).

#### **5.3.9 Relación de la fuerza muscular respiratoria y el incremento del volumen corriente.**

En el 2013 Codensa y cols se hicieron la pregunta si el EMIns podía mejorar la fuerza en los músculos respiratorios y aumentar los valores de volumen corriente, al igual que el índice de Tobin; debido a que el VC es un importante predictor para un destete exitoso, en lo cual encontraron que se encontró un aumento significativo de 73 ml (IC 95% 17 a 128) en el grupo de intervención comparado con el grupo control, mostrando su relación con el EMIns(31).

## **6. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el comportamiento de algunas variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria, durante el entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con ventilación mecánica mayor a 48 horas, en una clínica de IV nivel de la ciudad de Cali durante el periodo 2014-2015

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir las características sociodemográficas y clínicas de la población a estudio.
- Describir los cambios en los signos vitales y en el volumen corriente relacionados con el entrenamiento muscular inspiratorio.
- Determinar los cambios en los signos vitales y el volumen corriente durante el entrenamiento muscular inspiratorio según número de sesiones.

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1. DISEÑO.

Estudio descriptivo, retrospectivo, que corresponde al análisis de datos secundario (“el cual consiste en evaluar nuevamente los datos obtenidos en estudios anteriores con un objetivo o propósito diferente al investigado originalmente”)(64) en el marco del Proyecto: Entrenamiento Muscular Respiratorio en pacientes adultos en Ventilación Mecánica financiado por la vicerrectoría de investigaciones de la Universidad del Valle

El macro proyecto fue un ensayo clínico controlado con el código de registro NCT02469064, en donde evaluó la eficacia del Entrenamiento muscular respiratorio en pacientes adultos con requerimiento de ventilación mecánica en la duración del destete de la ventilación mecánica, la fuerza muscular inspiratoria, el destete fallido y el requerimiento de ventilación mecánica no invasiva en una muestra aleatorizada de 126 pacientes. En el macro proyecto existieron dos brazos de intervención un grupo experimental el cual recibió como tratamiento adicional al convencional un programa de EMIns y un grupo tratamiento convencional el cual recibió el tratamiento convencional establecido por los protocolos institucionales y la literatura biomédica.

La presente investigación evaluó los cambios en los signos vitales y en la mecánica ventilatoria durante el EMR, en el grupo de 62 pacientes que recibió el tratamiento experimental.

### 7.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

Este trabajo se desarrolló con los datos obtenidos en el macro proyecto *Entrenamiento Muscular Respiratorio en pacientes adultos en Ventilación Mecánica*, del cual solo se tomó el grupo que recibió el EMIns (grupo experimental) además del cuidado convencional de fisioterapia en UCI(65), que fueron en total 62 pacientes con VM mayor o igual a 48 horas, en una UCI de una clínica de IV nivel de la ciudad de Cali, durante el periodo 2014-2015.

#### **Criterios de inclusión**

- Datos obtenidos con relación a algunas variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria dentro del macro proyecto *Entrenamiento Muscular Respiratorio en pacientes adultos en Ventilación Mecánica*, del grupo que recibió EMIns.

### **Criterios de inclusión del macro proyecto**

- Edad igual o mayor a 18 años.
- Aceptación de participación en el estudio mediante la firma del consentimiento informado por el acudiente o el representante legal.
- Primer evento de requerimiento de Ventilación mecánica.
- Intubación en la Institución de Salud de IV nivel o en centros periféricos y remitidos máximo 12 horas después de la intubación.
- Intercambio gaseoso adecuado:  $PaO_2 > 60$  mmHg con una  $FiO_2 \leq 0.5$  y  $peep \leq 8$  cmH<sub>2</sub>O
- Nivel de Sedación evaluada con la escala de RASS entre -1 y 0(66, 67).
- Estabilidad Hemodinámica: Presión arterial media mayor de 60 mmHg en ausencia de soporte vasopresor o requerimiento mínimo de soporte vasopresor (Dobutamina o Dopamina  $<5$  mcg/Kg/min/, o epinefrina  $< 1$  mcg/Kg/ min).

### **Criterios de exclusión.**

- Se excluyeron datos de los pacientes que pertenecieron al grupo control del macro proyecto. *Entrenamiento Muscular Respiratorio en pacientes adultos en Ventilación Mecánica*, del grupo que recibió EMIns.

### **Criterios de exclusión del macro proyecto**

- Presencia de alguna enfermedad neuromuscular progresiva tal como la esclerosis lateral amiotrófica, distrofia muscular, esclerosis múltiple, miastenia grave, o cualquier otro trastorno neuromuscular que pudiera interferir con la respuesta al entrenamiento muscular inspiratorio.
- Presencia de lesión del Sistema Nervioso Central:
  - Trauma Cráneo Encefálico severo.
  - Presencia de lesión medular por encima de T8.
- Presencia de alguna patología esquelética de la caja torácica o de la columna vertebral (escoliosis, tórax batiente, instrumentación de la columna) que disminuya el movimiento de las costillas y de la caja torácica.
- Requerimiento de soporte ventilatorio domiciliario previo a la hospitalización

- Presencia de excesivas secreciones (Requerimiento de succión más de una vez cada hora).
- Presencia de Traqueostomía.
- Requerimiento de Ventilación Mecánica previa durante este periodo de hospitalización
- Mujeres en estado de gestación.
- Presencia de Gérmenes Multiresistentes (Clostridium Difícil).

### 7.3. CONSIDERACIONES ÉTICAS.

Este trabajo fue avalado por el comité de ética humana y animal de la facultad de salud identificado con el código interno 013-016 con acta de aprobación N° 003-016, el cual responde a la resolución 8430, artículo 11 apartado A,51, en la cual este estudio fué una investigación sin riesgo, pues identifica y analiza los cambios fisiológicos asociados al EMLs en pacientes con ventilación mecánica a partir de los datos ya recolectados en el estudio “Efectos del Entrenamiento Muscular Respiratorio en Pacientes adultos en Ventilación Mecánica” al cual se encuentra ligado esta investigación, en este estudio no se realizó ningún tipo de intervención o modificación intencionada a las variables fisiológicas ya obtenidas de los participantes en el estudio preliminar (Ver anexo D)

### 7.4. VARIABLES

Las variables medidas se clasificaron de la siguiente forma teniendo en cuenta el modelo teórico en el que se fundamenta el trabajo de investigación (Teoría del Estrés Físico):

Variables Independientes:

Protocolo de Entrenamiento muscular respiratorio (Ver anexo C)

Relacionadas con las características sociodemográficas: Estrato socioeconómico, régimen de afiliación al sistema de salud y etnia.

Relacionadas con los factores fisiológicos: Se incluyen las características clínicas de los pacientes, y las variables de resultado.

Variables Clínicas: Diagnóstico de ingreso, Sistema principal comprometido, dosis de medicamentos sedantes y analgésico recibidos, recibir medicamentos relajantes, tiempo en las modalidades ventilatorias controladas, asistidas y espontáneas (Ver anexo B)

#### Variables de Resultado:

Relacionadas con los signos clínicos y parámetros ventilatorios a evaluar los cuales son: Frecuencia Cardíaca, Presión Arterial Media, Presión Arterial Sistólica, Presión Arterial Diastólica, Saturación de Oxígeno, Frecuencia Respiratoria y Volumen Corriente.

#### 7.4.1. Operacionalización de las variables.

| Objetivo específico                                                                   | Variable                                                 | Definición                                                                                      | Operacionalización                                                                              | Nivel   | Instrumento                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------|
| Describir las características clínicas y sociodemográficas de la población a estudio. | Edad                                                     | Edad del paciente en años cumplidos                                                             | 18, 19.....40,41,...n años                                                                      | Razón   | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Sexo                                                     | Sexo del paciente                                                                               | Femenino/Masculino                                                                              | Nominal | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Talla                                                    | Talla o estatura se designa a la altura de un individuo, generalmente se expresa en centímetros | Centímetros (cm)                                                                                | Razón   | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Raza/Etnia                                               | Características Físicas del paciente, específicamente el color de la piel                       | Indígena, Predominantemente Negro, Mestizo, Blancos                                             | Nominal | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Régimen de salud                                         | Esquema de aseguramiento en salud                                                               | Régimen contributivo<br>Régimen subsidiado<br>Régimen especial Particular                       | Nominal | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Motivo de Ingreso                                        | Determinación del motivo general de ingreso del paciente a UCI                                  | Médico o Quirúrgico                                                                             | Nominal | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Clasificación diagnóstica                                | Determinación del estado patológico del paciente al ingreso a UCI                               | Cardiovascular, Respiratorio, Neurológico, Gastrointestinal, Ortopédico y Metabólico/Infeccioso | Nominal | Formato de recolección de datos  |
|                                                                                       | Lugar de intubación oro traqueal (IOT) pre entrenamiento | Lugar donde se realizó la IOT pre EMI                                                           | Intrainstitucional<br>Extrainstitucional                                                        | Nominal | Formato de recolección de datos. |

|  |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                |         |                                 |
|--|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|
|  | Apache II                                               | «Acute Physiology And Chronic Health Evaluation II», es un sistema de clasificación de severidad o gravedad de enfermedades, a través de 34 variables fisiológicas (scoring) usado en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) al ingreso del paciente. | 1,2,4,5.....> 75                                               | Razón   | Formato de recolección de datos |
|  | Medicamentos Previo ingreso al EMI                      | Fármacos suministrados durante la estancia en UCI antes de ingresar al EMI                                                                                                                                                                               | Sedantes<br>Analgésicos<br>Relajantes<br>Esteroides            | Nominal | Formato de recolección de datos |
|  | Medicamentos Posterior ingreso al EMI                   | Fármacos suministrados durante la estancia en UCI y el entrenamiento muscular                                                                                                                                                                            | Sedantes<br>Analgésicos<br>Relajantes<br>Esteroides            | Nominal | Formato de recolección de datos |
|  | Tiempo de Ventilación Mecánica Previo al ingreso al EMI | Total de horas transcurridas en ventilación mecánica antes de ingresar al entrenamiento muscular                                                                                                                                                         | Modos ventilatorios<br>Controlados<br>Asistidos<br>Espontáneos | Razón   | Formato de recolección de datos |
|  | Tiempo de Ventilación Mecánica Posterior al ingreso EMI | Total de horas transcurridas en ventilación mecánica                                                                                                                                                                                                     | Modos ventilatorios<br>Controlados<br>Asistidos<br>Espontáneos | Razón   | Formato de recolección de datos |
|  | Otras intervenciones                                    | Tipo de intervenciones que recibían los pacientes durante el entrenamiento                                                                                                                                                                               | Terapia Física (TF)<br>Rehabilitación pulmonar (RP)            | Nominal | Formato de recolección de datos |
|  | Sesiones de EMI                                         | Total de sesiones de entrenamiento muscular                                                                                                                                                                                                              | 1, 2 ,+ de 3                                                   | Razón   | Formato de recolección de datos |

|                                                                                                                             |                             |                                                                                                                |                                                                        |       |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------|
| Describir los cambios en los signos vitales y el volumen corriente relacionados con el entrenamiento muscular inspiratorio. | Frecuencia cardiaca         | Número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo                                         | Latidos por minuto 60,70,n                                             | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                             | Presión Arterial Sistólica  | Presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos. (Cuando el corazón se contrae). | 130, 120, 110, 100 ,90 ,80n mmhg<br>Milímetros de mercurio             | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                             | Presión Arterial Diastólica | Presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso (distensibilidad de la pared de las arterias).            | 90,80, 70, 60n mmhg<br>Milímetros de mercurio                          | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                             | Presión Arterial Media      | Presión constante, con resistencia periférica igual (volumen minuto cardíaco).                                 | 110, 100 ,90 ,80n mmhg<br>Milímetros de mercurio                       | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                             | Saturación oxígeno          | Porcentaje de hemoglobina en sangre                                                                            | 100%,99%,98%<br>En porcentaje                                          | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                             | Frecuencia Respiratoria     | Número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso de un minuto.                                      | Respiraciones por minuto 16,17,18 n                                    | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                             | Volumen Corriente           | Volumen de aire que circula entre una inspiración y espiración normal sin realizar un esfuerzo adicional       | El valor normal es de aproximadamente 500ml o 7 ml/kg de peso corporal | Razón | Formato de recolección de datos |

|                                                                                                                                              |                             |                                                                                                                |                                                                        |       |                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------|
| Determinar los cambios en los signos vitales y el volumen corriente durante el entrenamiento muscular inspiratorio según número de sesiones. | Frecuencia cardiaca         | Número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo                                         | Latidos por minuto 60,70,n                                             | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                                              | Presión Arterial Sistólica  | Presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos. (Cuando el corazón se contrae). | 130, 120, 110, 100 ,90 ,80n mmhg<br>Milímetros de mercurio             | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                                              | Presión Arterial Diastólica | Presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso (distensibilidad de la pared de las arterias).            | 90,80, 70, 60n mmhg<br>Milímetros de mercurio                          | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                                              | Presión Arterial Media      | Presión constante, con resistencia periférica igual (volumen minuto cardíaco).                                 | 110, 100 ,90 ,80n mmhg<br>Milímetros de mercurio                       | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                                              | Saturación oxígeno          | Porcentaje de hemoglobina en sangre                                                                            | 100%,99%,98%<br>En porcentaje                                          | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                                              | Frecuencia Respiratoria     | Número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso de un minuto.                                      | Respiraciones por minuto 16,17,18 n                                    | Razón | Formato de recolección de datos |
|                                                                                                                                              | Volumen Corriente           | Volumen de aire que circula entre una inspiración y espiración normal sin realizar un esfuerzo adicional       | El valor normal es de aproximadamente 500ml o 7 ml/kg de peso corporal | Razón | Formato de recolección de datos |

## 7.5. Procedimientos

La información recolectada en los formularios del macro proyecto se revisó y se digitó en una base de datos de captura que se diseñó en Epiinfo (para lo cual se capacito a los estudiantes en el manejo de esta), y posteriormente se exportó a STATA 12 para su análisis, en lo concerniente a los datos de las variables fisiológicas y de la mecánica ventilatoria se extrajeron de manera manual lo cual estuvo a cargo de los investigadores del presente estudio (Anexo B). En cuanto a los datos de las características sociodemográficas y clínicas se filtraron de la base de datos del macro proyecto; el manejo de la base de datos y su análisis fue realizada por el investigador principal del macro proyecto(14).

### Control de calidad

Realizada la transcripción de los datos de los 62 pacientes, para la evaluación de la confiabilidad de la transcripción de los datos, un evaluador externo tomó un 10% de la muestra de la base de datos al azar, con lo cual confrontó los datos transcritos, con los formatos de recolección utilizados en el macro proyecto, en el que no se encontraron inconsistencias en el procesamiento de la información.

### Instrumentos

Los Instrumentos de recolección de datos, son los formatos de recolección de datos diseñados en el macro proyecto: Formato de recolección de datos generales en donde se registraron los datos clínicos y sociodemográficos de cada paciente ingresado al estudio y el formato de implementación del EMR en donde se registraron los signos vitales antes, durante y al finalizar cada sesión de EMR (Ver anexo A).

Durante el macro proyecto se diseñó el Procedimiento Operativo Estandarizado: Implementación del Entrenamiento Muscular Respiratorio (Ver Anexo C), el cual fue evaluado en la prueba piloto.

### Obtención de los datos

Las fuentes de información primaria fueron los formatos de registro previamente mencionados, los cuales se diligenciaron durante la implementación de la intervención en cada paciente.

Las variables obtenidas durante el seguimiento fueron: frecuencia cardiaca en reposo, presión arterial sistólica en reposo, presión arterial diastólica en reposo, presión arterial media en reposo, frecuencia respiratoria en reposo, volumen

corriente en reposo, saturación de oxígeno en reposo, frecuencia cardiaca final(al finalizar cada serie), presión arterial sistólica final, presión arterial diastólica final, presión arterial media final, frecuencia respiratoria final, volumen corriente final, saturación de oxígeno final.

#### Recolección de datos

Antes del inicio del reclutamiento de pacientes en el macro proyecto se realizó el entrenamiento y capacitación del personal encargado de la recolección de los datos y la implementación de la intervención, además se realizó una prueba piloto con el fin de evaluar los instrumento de medición y los formatos de recolección de datos diseñados.

Durante el periodo de reclutamiento del macro proyecto, los pacientes fueron asignados a cada grupo de manera aleatoria; con doble enmascaramiento. La toma de signos vitales se realizó cada vez que realizaban la intervención de EMI's, tomando los parámetros marcados por los monitores que tenían los pacientes todo el tiempo, con una frecuencia de 2 veces al día en la mañana y la tarde, de lunes a viernes; antes durante y después de cada intervención por parte del equipo de trabajo de campo, esto siempre y cuando los pacientes no hayan presentado criterios de suspensión del ejercicio tales como FR mayor a 40 rpm, FC mayor a 140 lpm, agitación, hemoptisis, arritmia ó criterios de exclusión, entre ellos serían: solicitud expresa por parte del participante, de su acudiente o representante legal, indicios de shock séptico (relacionado directamente con disminución de la presión sistólica menor a 90 mmHg, presión arterial media menor a 65 mmHg), muerte o necesidad de realizar traqueotomía.

#### 7.6. ANÁLISIS DE DATOS.

Para el presente estudio se realizó un análisis exploratorio para evaluar el comportamiento de los datos y los supuestos básicos que se requieren para la aplicación una prueba determinada (normalidad, linealidad y homocedasticidad) además de la existencia de errores y sesgos en los datos recogidos, la presencia de datos atípicos y de datos perdidos. La evaluación de la normalidad se realizó a través de la prueba shapiro wilk.

En el presente estudio las variables sociodemográficas y las clínicas de los pacientes al ingreso del estudio se analizaron presentando una descripción de las características de base al ingreso de ellos, según la escala de medición de cada

variable a través de medidas de tendencia central, dispersión, tablas de frecuencia e intervalos de confianza al 95%.

Para el análisis de los cambios en la Frecuencia Cardíaca/Frecuencia Respiratoria/Presión Arterial Sistólica/Presión Arterial Diastólica/Presión Arterial Media/Saturación de Oxígeno, se identificó la diferencia en el promedio de cada uno de los signos vitales finales (los registrados al finalizar las últimas series de EMIs) y los iniciales (Reposo) se analizó a través de la prueba t pareada. Se realizó gráficos de cajas y bigotes para facilitar la interpretación de los resultados.

Para el análisis de los cambios en la Frecuencia Cardíaca/Frecuencia Respiratoria/Presión Arterial Sistólica/Presión Arterial Diastólica/Presión Arterial Media/Saturación de Oxígeno según sesiones de EMIs, el grupo se dividió en 3 categorías, pacientes que recibieron una sola sesión de EMR, pacientes que recibieron 2 sesiones de EMR y pacientes que recibieron más de 2 sesiones de EMR, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para cada uno de los signos vitales y para los relacionados con la mecánica ventilatoria, para determinar (donde se determinó las diferencias) si existían diferencias en los cambios en cada uno de los signos vitales entre los grupos de pacientes según categorías de sesiones de EMR, y al interior de cada grupo.

## 8. RESULTADOS

El periodo de recolección del macro proyecto tuvo una duración de 7 meses. Durante este periodo 491 pacientes requirieron VM mayor a 48 horas y fueron evaluados de acuerdo con los criterios de elegibilidad para su posible inclusión en el estudio. Estos pacientes fueron sometidos a los criterios de inclusión y exclusión(14), de los cuales 126 pacientes cumplieron con ellos y fueron aceptados para ingresar al estudio, luego fueron distribuidos aleatoriamente en 2 grupos, tomando únicamente los datos de los 62 pacientes asignados al tratamiento experimental de EMIns para realizar el respectivo análisis de este estudio.

### 8.1ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y CLÍNICAS DE LA POBLACIÓN A ESTUDIO.

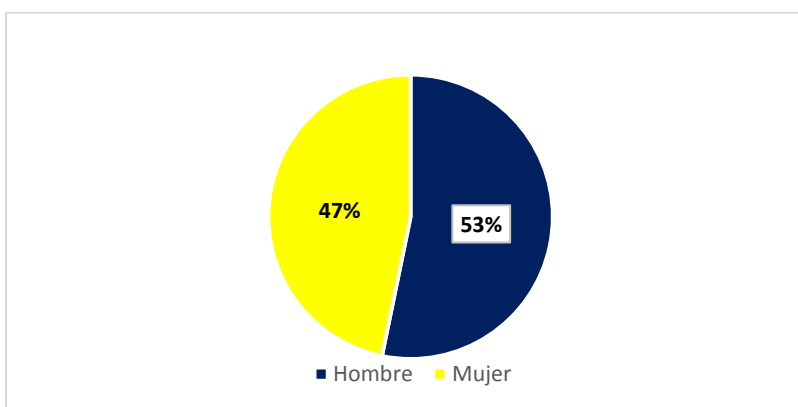
#### 8.1.1 Edad de los pacientes

En el presente estudio se encontró que la mediana para la edad de los pacientes fue de 61 años con un rango intercuatílico (40-70).

#### 8.1.2 Sexo de los pacientes

En cuanto al sexo, se encontró que 33 pacientes (53.2%) eran hombres y 29 pacientes (46.8%) eran mujeres.

**Gráfico 2. Porcentaje del sexo de los pacientes**



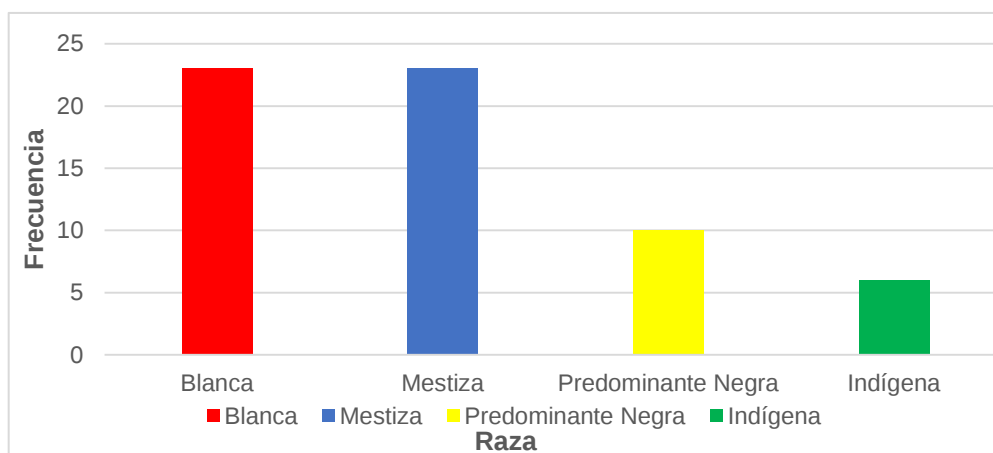
### 8.1.3 Talla de los pacientes

Los pacientes presentaron una media de 162cm  $\pm$  DE 9.38.

### 8.1.4 Raza/Etnia de los pacientes.

Se encontró que en la población a estudio, la raza blanca y mestiza, se presentan con una frecuencia de 23 (37.1%) cada una, la predominante negra de 10 (16.12%) y la indígena con 6 (9.68%)

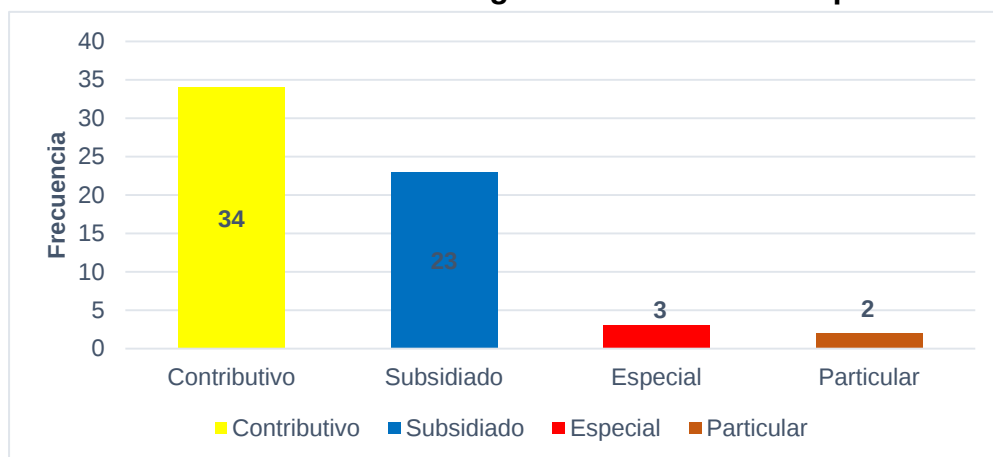
**Gráfica 3. Frecuencia de la raza/etnia en los pacientes**



### 8.1.5 Régimen de salud de los pacientes

Se encontró que la mayor frecuencia de pacientes, están afiliados entre el régimen contributivo 34 (54.83%), seguido por el subsidiado 23 (37.10%), luego continua el régimen especial con 3 (4.84%) y particular 2 (3.23%)

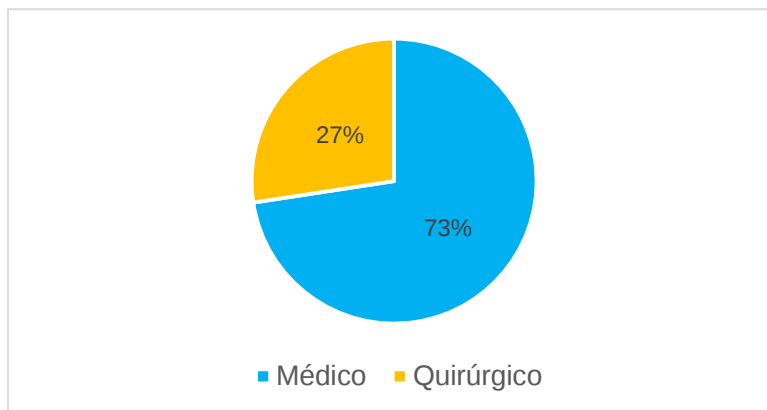
**Gráfica 4. Frecuencia del régimen de salud de los pacientes**



### 8.1.6 Motivo de ingreso de los pacientes

Se encontró que en los pacientes el motivo de ingreso a la UCI de mayor frecuencia fue médico con 45 ingresos (72.59%), seguido del quirúrgico con 17 ingresos (27.41%).

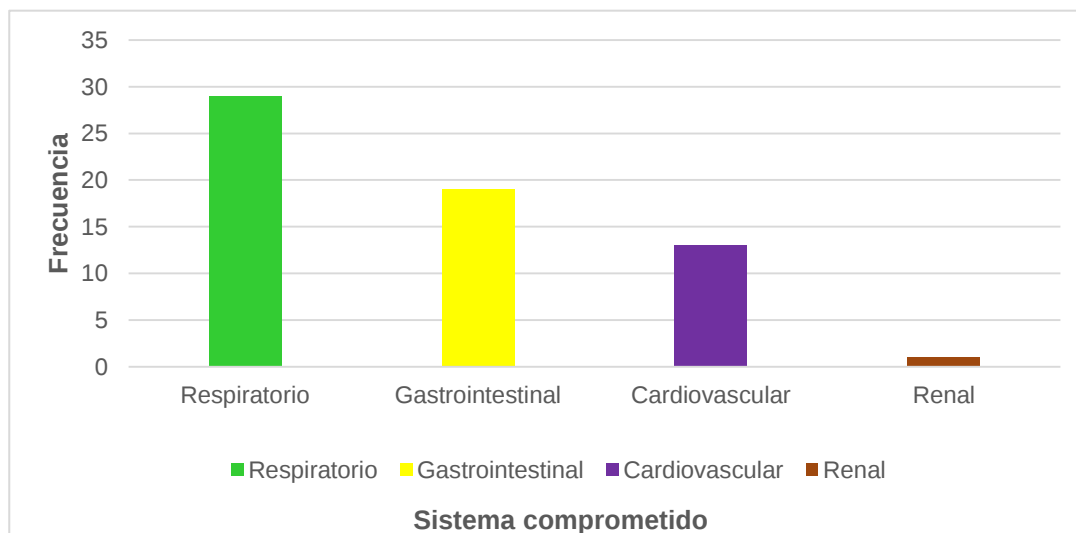
**Grafica 5. Porcentajes del motivo de ingreso de los pacientes.**



### 8.1.7 Clasificación diagnóstica de los pacientes

En la clasificación diagnóstica del sistema afectado del paciente, se encuentro mayor compromiso respiratorio en 29 pacientes (46.78%), compromiso gastrointestinal en 19 pacientes (30.64%), seguido por compromiso cardiovascular con 13 pacientes (20.97%) y compromiso renal con 1 paciente (1.61%).

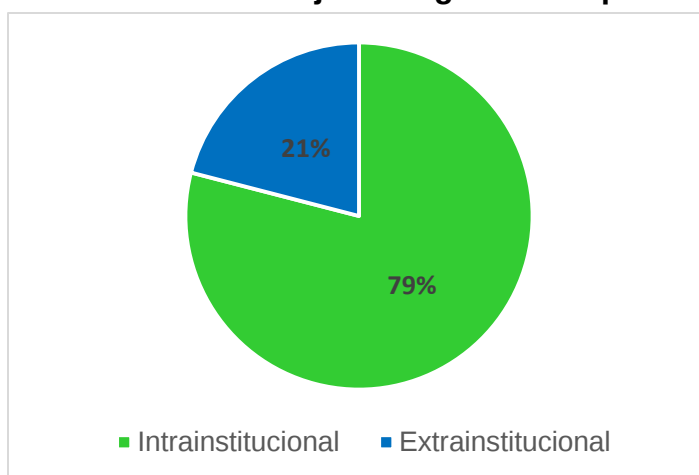
**Gráfica 6. Frecuencia de la clasificación diagnóstica.**



### 8.1.8 Lugar de intubación oro traqueal pre EMIns

Se presentaron 49 intrainstitucionales equivalentes al 79.03% y otras 13 remisiones fueron extrainstitucionales equivalentes al 20.97%.

**Grafico 7. Porcentaje del lugar de IOT pre EMIns.**



### 8.1.9 Escala de severidad de la enfermedad APACHE II en los pacientes

En la escala de severidad, se encuentro una puntuación promedio de  $26.44 \pm DE 11.47$

### 8.1.10 Medicamentos suministrados a los pacientes.

Previo al ingreso del EMIns, se muestra que todos los pacientes recibían en mayor cantidad Fentanyl y Midazolam y al menos la mitad de los pacientes no recibieron Dexmedetomidina. Posterior al ingreso, en estos medicamentos la mitad de los pacientes no estaba recibiendo dosis alguna.

Se encontró que de los pacientes del estudio el 3.23% recibían Propofol (2 pacientes) y el 1.61% (1 paciente) recibió Norcurom.

**Tabla 1. Cantidad (mcg/Kg) de medicamentos suministrados a los pacientes.**

| Medicamentos Previo Ingreso al EMIns (mcg/Kg) | Mediana (Rango Intercuartílico) |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| Fentanyl                                      | 9575(3450-18150)                |
| Midazolam                                     | 143.5(55-232)                   |
| Dexmedetomidina                               | 0(0-9150)                       |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Propofol n(%)                                            | 3.23%     |
| Norcurom n(%)                                            | 1.61%     |
| <b>Medicamentos Posterior Ingreso al EMIIns (mcg/Kg)</b> |           |
| Fentanyl                                                 | 0(0-3450) |
| Midazolam                                                | 0(0-32)   |
| Dexmedetomidina                                          | 0(0-7500) |

#### 8.1.11 Modos ventilatorios de los participantes

Previo ingreso al EMIIns los modos asistidos de VM presentaba la mayor cantidad de horas de uso en los participantes con una mediana de 42 horas y rango intercuartílico de (30-72), seguido de los modos controlados con una mediana de 6 horas y rango intercuartílico de (0-27).

Posterior al protocolo los modos asistidos continuaron presentando la mayor cantidad de horas de uso por los participantes con una mediana de 18.5 horas y rango intercuartílico de (2-38)

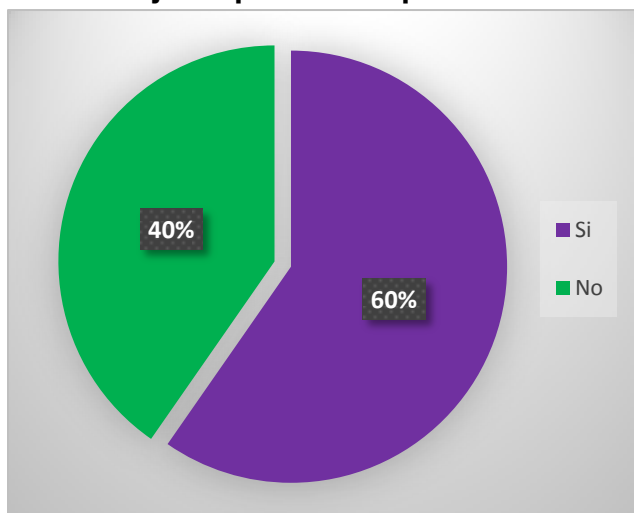
**Tabla 2. Tiempo (horas) de uso de modos ventilatorios de los pacientes**

| <b>Modos ventilatorios previo al ingreso al EMIIns.</b> | <b>Mediana (Rango Intercuartílico)</b> |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Modos Asistidos                                         | 42(30-72)                              |
| Modos Controlados                                       | 6(0-27)                                |
| Modos Espontáneos                                       | 0(0-3)                                 |
| <b>Modos ventilatorios posterior ingreso al EMIIns</b>  |                                        |
| Modos Asistidos                                         | 18.5(2-38)                             |
| Modos Espontáneos                                       | 3.5(1-8.5)                             |
| Modos Controlados                                       | 0(0-6)                                 |

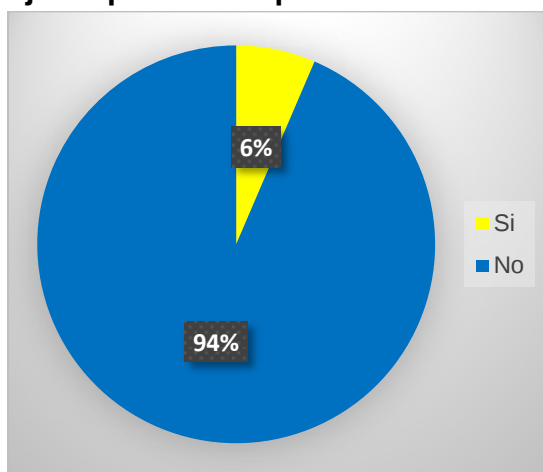
#### 8.1.12 Otras intervenciones de los pacientes

De los 62 pacientes del estudio, solamente 41 de ellos recibían intervención por parte de rehabilitación, 37 pacientes (59.67%) recibían TF, y 4 pacientes (6.45%) recibían RP.

**Grafico 8. Porcentaje de pacientes que reciben Terapia física.**



**Grafica 9. Porcentaje de pacientes que reciben Rehabilitación pulmonar**



#### **8.1.13 Número de sesiones de EMIns que realizaron los pacientes.**

Los pacientes del estudio recibieron un rango de 1 a 14 sesiones de EMIns; 26 (42%) de ellos recibieron una sola sesión de EMIns, 31 (50%) recibieron 2 sesiones y los 5 (8%) restantes recibieron de 3 a 14 sesiones de EMIns, teniendo esta variable una distribución asimétrica positiva. De esta forma se realizó un total de 159 sesiones de EMIns.

A continuación se presenta un resumen de los valores de las variables sociodemográficas y clínicas de los pacientes:

**Tabla 3. Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes.**

| <b>Variables</b>                 | <b>Población</b> |
|----------------------------------|------------------|
|                                  | 62               |
| <b>Edad (años)*</b>              | 61(40-70)        |
| <b>Sexo n(%)</b>                 |                  |
| Hombre                           | 33(53.23)        |
| Mujer                            | 29(46.77)        |
| <b>Talla(cms)**</b>              | 162.00(9.38)     |
| <b>Raza</b>                      |                  |
| Blanca                           | 23(37.10)        |
| Mestiza                          | 23(37.09)        |
| Predominante Negra               | 10(16.12)        |
| Indígena                         | 6(9.68)          |
| <b>Régimen de salud</b>          |                  |
| Contributivo                     | 34(54.83)        |
| Subsidiado                       | 23(37.10)        |
| Régimen Especial                 | 3(4.84)          |
| Particular                       | 2(3.23)          |
| <b>Sitio de IOT</b>              |                  |
| Intrainstitucional               | 49(79.03)        |
| Extrainstitucional               | 13(20.97)        |
| <b>Apache II*</b>                | 26.54(11.47)     |
| <b>Motivo de ingreso</b>         |                  |
| Médico                           | 45(72.59)        |
| Quirúrgico                       | 17(27.41)        |
| <b>Clasificación diagnóstica</b> |                  |
| Respiratorio                     | 29(46.78)        |
| Gastrointestinal                 | 19(30.64)        |
| Cardiovascular                   | 13(20.97)        |
| Renal                            | 1(1.61)          |

\*: Mediana y Rango Intercuartílico, \*\*: Media y Desviación Estándar, IOT: intubación oro traqueal

## 8.2 Descripción de los cambios en los signos vitales y el volumen corriente relacionados con el EMIns.

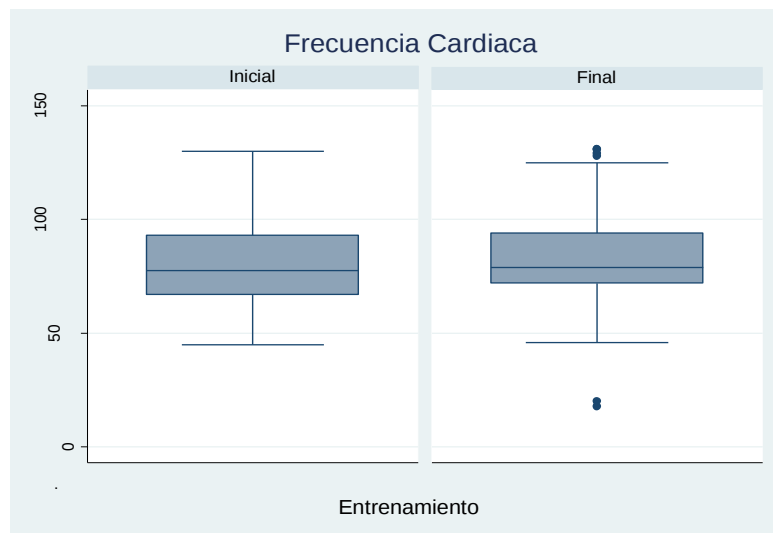
Para el análisis del cambio en los signos vitales relacionados al EMIns, se tuvo en cuenta el cambio entre el promedio de cada uno de los signos vitales en reposo, registrado inmediatamente antes de la primera sesión de EMIns, según POE (Ver anexo C) y el promedio de cada uno de los signos vitales después de la última serie de EMIns

Las siguientes variables se presentan en gráficos y dado que cumplieron los criterios de normalidad se indican en media y desviación estándar; para cada uno de las variables al inicio y al final de cada sesión de entrenamiento.

### 8.2.1 Frecuencia cardíaca de los pacientes

Para la frecuencia cardíaca se presentó una media pre EMIns de 81,16 lpm  $\pm$  DE 19,57 y una media post EMIns de 82,95 lpm  $\pm$  DE 20,22 y una diferencia de medias con un valor- $p=0.02$ , considerado estadísticamente significativo.

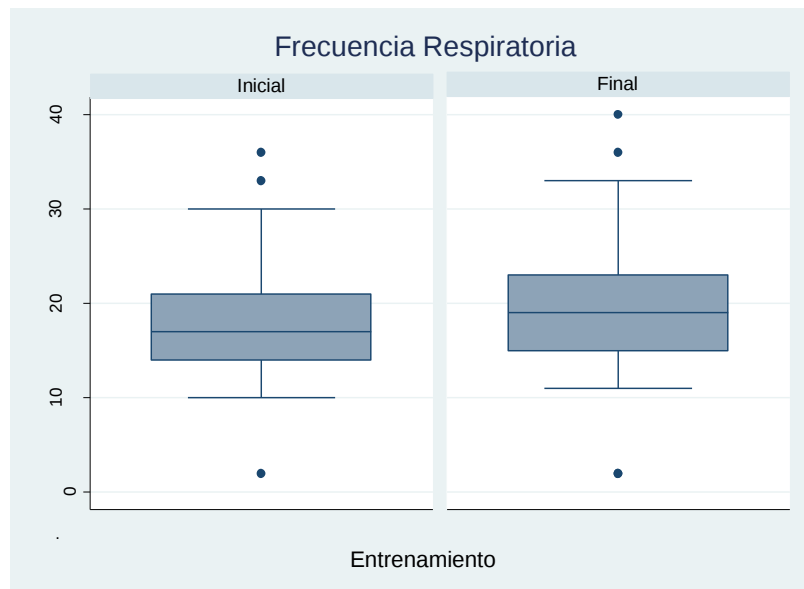
**Gráfico 10: Cambios en la Frecuencia Cardíaca relacionados con el EMIns**



### 8.2.2 Frecuencia respiratoria de los pacientes

Para la frecuencia respiratoria se presentó una media pre EMIns de 18,34 rpm  $\pm$  DE 5,17 y una media post EMIns de 19,42 rpm  $\pm$  DE 5,94 y una diferencia de medias con un valor  $p=0$  considerado estadísticamente significativo.

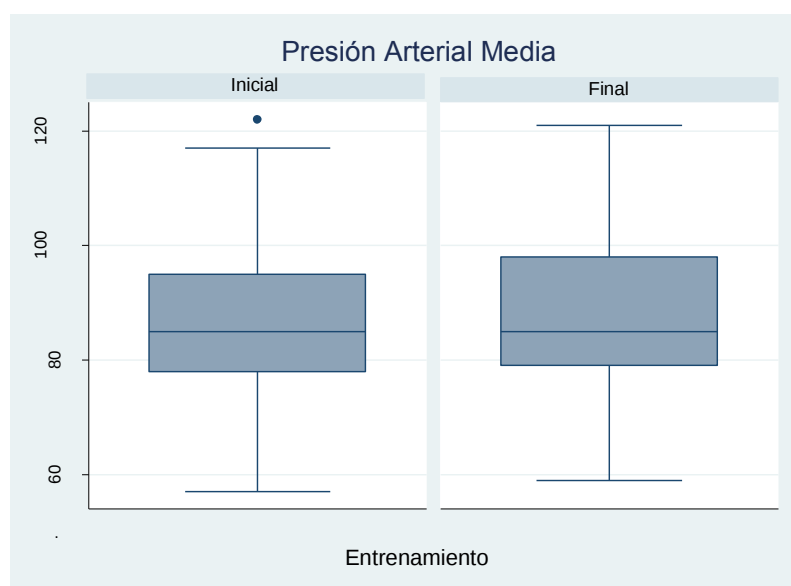
**Grafico 11: Cambios en la Frecuencia Respiratoria relacionados con EMIns**



### 8.2.3 Presión arterial media de los pacientes.

Para la PAM se presentó una media pre EMIns de 86,75 mmHg  $\pm$  DE 12,63 y una media post EMIns de 88,29 mmHg  $\pm$  DE 13,46 y una diferencia de medias con un valor  $p=0,05$ , considerado estadísticamente significativo.

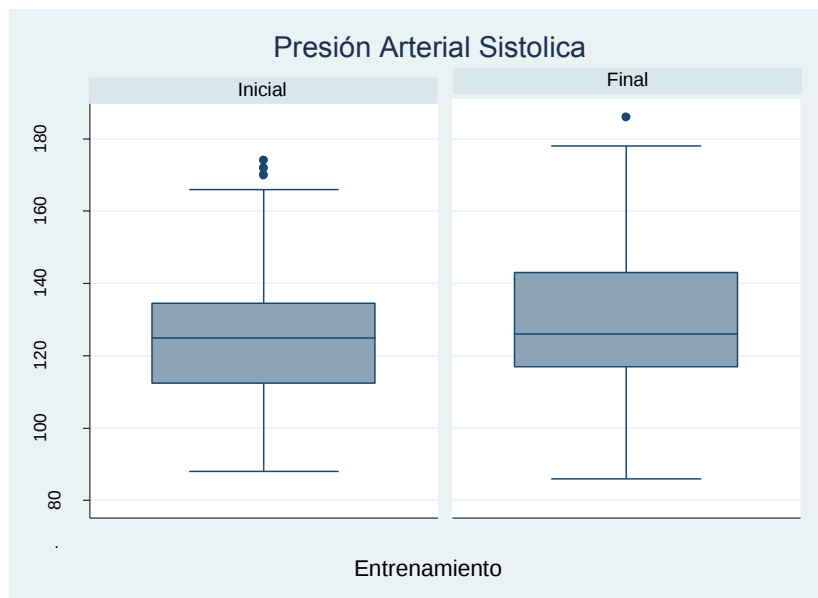
**Grafico 12: Cambios en la PAM relacionados con el EMIns**



#### 8.2.4 Presión arterial sistólica de los pacientes

Para la PAS se presentó una media pre EMIns de 125,56 mmHg  $\pm$  DE 1,44 y una media post EMIns de 129,94 mmHg  $\pm$  DE 1,59 y una diferencia de medias con un valor  $p=0$ , considerado estadísticamente significativo.

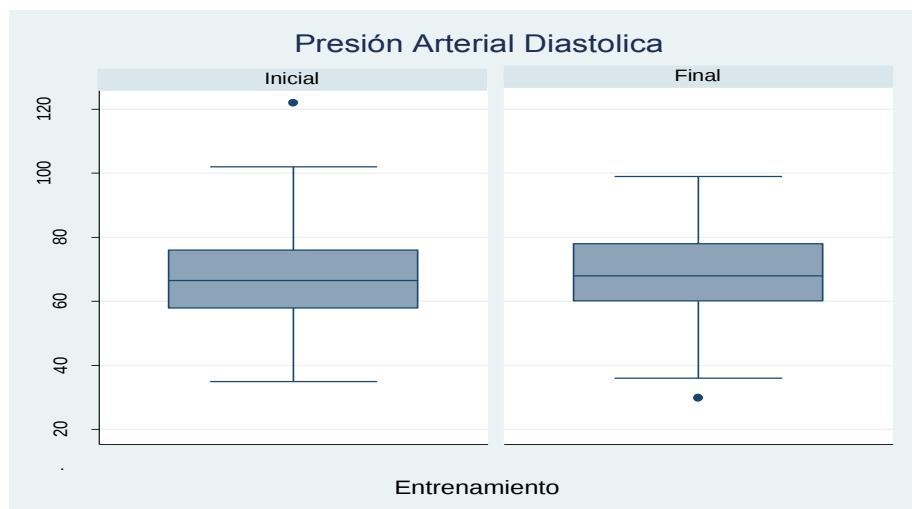
**Gráfico 13: Cambios en la PAS relacionados con EMIns**



#### 8.2.5 Presión arterial diastólica de los pacientes.

Para la PAD se presentó una media pre EMIns de 67,36 mmHg  $\pm$  DE 14,29 y una media post EMIns de 68,99 mmHg  $\pm$  DE 13,80 y una diferencia de medias con un valor  $p=0,03$ ; considerado estadísticamente significativo.

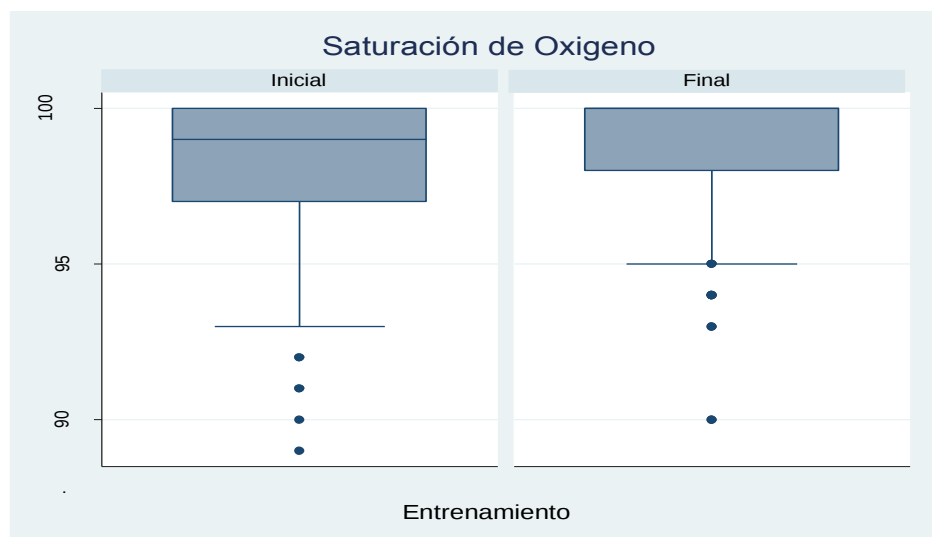
**Gráfico 14: Cambios en la PAD relacionados con el EMIns**



### 8.2.6 Saturación de oxígeno de los pacientes

Para el porcentaje de saturación de oxígeno se presentó una media pre EMIns de  $98,1 \pm \text{DE } 2,29$  y una media post EMIns de  $98,71 \text{ mmHg} \pm \text{DE } 1,94$  y una diferencia de medias con un valor  $p=0$ , considerado estadísticamente significativo.

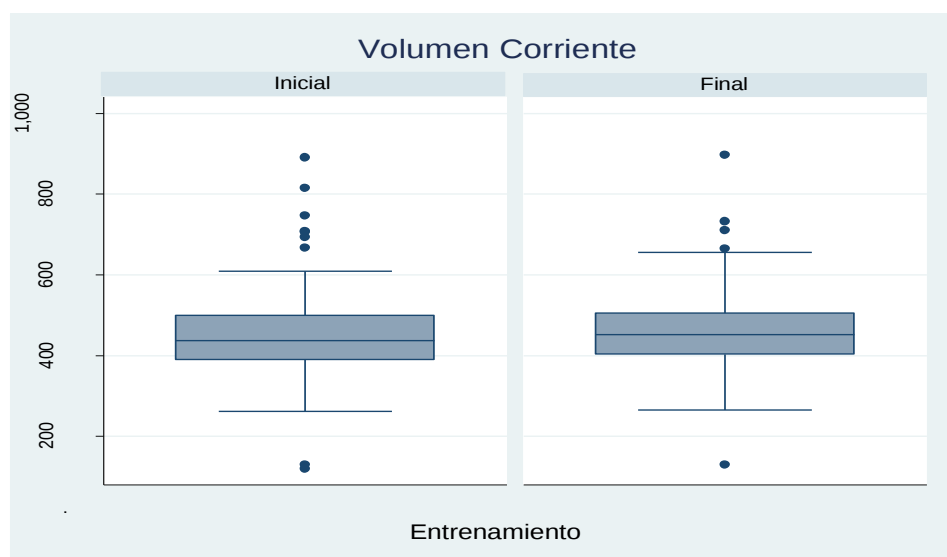
**Gráfico 15: Cambios en la saturación de oxígeno relacionados con EMIns**



### 8.2.7 Cambios en el volumen corriente

En el VC se presentó una media pre EMIns de  $447,04 \text{ ml} \pm \text{DE } 105,59$  y una media post EMIns de  $456,36 \text{ ml} \pm \text{DE } 97,21$  y una diferencia de medias con un valor  $p=0,2$ ; la cual no es estadísticamente significativa.

**Gráfico 16: Cambios en el Volumen Corriente relacionados con el EMIns**



A continuación se presenta un resumen de los valores promedio y medidas de dispersión de las variables relacionadas con los signos vitales y la diferencia de media realizada con la prueba t.

**Tabla 4. Cambios en los signos vitales relacionados al EMIns**

| Signo Vital                                             | Pre EMIns  |                        | Post EMIns |                        | Valor-<br>P |
|---------------------------------------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|-------------|
|                                                         | Media      | Desviación<br>Estándar | Media      | Desviación<br>Estándar |             |
| Frecuencia Cardíaca ( <i>lpm</i> )<br>n=159             | 81,16      | 19,57                  | 82,95      | 20,22                  | 0,02        |
| Frecuencia Respiratoria( <i>rpm</i> )<br>n=154          | 18,34      | 5.17                   | 19,42      | 5.94                   | 0           |
| Presión Arterial Media<br>( <i>mmHg</i> )<br>n=158      | 86,75      | 12.63                  | 88,29      | 13.46                  | 0,05        |
| Presión Arterial Sistólica<br>( <i>mmHg</i> ) n=158     | 125,5<br>6 | 1.44                   | 129,94     | 1.56                   | 0           |
| Presión Arterial Diastólica<br>( <i>mmHg</i> )<br>n=158 | 67,36      | 14.29                  | 68,99      | 13.80                  | 0,03        |
| % Saturación de Oxígeno<br>n=159                        | 98,1       | 2.29                   | 98,71      | 1.94                   | 0           |

*lpm* =latidos por minuto, *rpm*=respiraciones por minuto, *mmHg*=milímetros de Mercurio

**Tabla 5. Cambios en el volumen corriente relacionados al EMIns**

| Mecánica ventilatoria                    | Pre EMIns  |                        | Post EMIns |                        | Valor-<br>P |
|------------------------------------------|------------|------------------------|------------|------------------------|-------------|
|                                          | Media      | Desviación<br>Estándar | Media      | Desviación<br>Estándar |             |
| Volumen Corriente ( <i>ml</i> )<br>n=146 | 447,0<br>4 | 105.59                 | 456,36     | 97.21                  | 0,2         |

*ml*=mililitros

### 8.3 Cambios en los signos vitales durante el EMIns según número de sesiones.

Al analizar los signos vitales en los subgrupos por número de sesiones realizadas antes del EMIns y después de realizarlo se encontró lo siguiente.

**Tabla 6. Cambios en los signos vitales según número de sesiones.**

|                                    | Pre EMIns |                       | Post EMIns |                       | P    |
|------------------------------------|-----------|-----------------------|------------|-----------------------|------|
|                                    | Mediana   | Rango Intercuartilíco | Mediana    | Rango Intercuartilíco |      |
| Frecuencia Cardiaca (lpm)          |           |                       |            |                       |      |
| 1 Sesión                           | 80        | 70-95                 | 80         | 73-96                 | 0,9  |
| 2 Sesiones                         | 77        | 69-90                 | 80         | 71-91                 |      |
| 3 a 14 Sesiones                    | 76        | 66-92                 | 79         | 72-92                 |      |
| Frecuencia Respiratoria (rpm)      |           |                       |            |                       |      |
| 1 Sesión                           | 16        | 14-20                 | 17         | 14.5-21.5             | 0,7  |
| 2 Sesiones                         | 16        | 15-22                 | 18         | 15-24                 |      |
| 3 a 14 Sesiones                    | 18        | 15-22                 | 20         | 16-23                 |      |
| Presión Arterial Media (mmHg)      |           |                       |            |                       |      |
| 1 Sesión                           | 86        | 78-92                 | 86         | 79-96                 | 0,61 |
| 2 Sesiones                         | 89        | 77-100                | 91         | 80-103                |      |
| 3 a 14 Sesiones                    | 85        | 77-92                 | 83,5       | 78,5-97               |      |
| Presión Arterial Sistólica (mmHg)  |           |                       |            |                       |      |
| 1 Sesión                           | 125       | 112-134               | 123        | 118-141               | 0,91 |
| 2 Sesiones                         | 126       | 118-143               | 130        | 120-151               |      |
| 3 a 14 Sesiones                    | 121       | 111-132               | 127        | 116,5-139,5           |      |
| Presión Arterial Diastólica (mmHg) |           |                       |            |                       |      |
| 1 Sesión                           | 67        | 59-77                 | 68         | 61-78                 | 0,63 |
| 2 Sesiones                         | 69        | 69-77                 | 71         | 61-81                 |      |
| 3 a 14 Sesiones                    | 64        | 58-75                 | 66,5       | 59,5-76,5             |      |
| % Saturación de Oxígeno            |           |                       |            |                       |      |
| 1 Sesión                           | 99        | 97-100                | 100        | 99-100                | 0,19 |
| 2 Sesiones                         | 99        | 97-100                | 99         | 98-100                |      |
| 3 a 14 Sesiones                    | 99        | 97-100                | 100        | 98-100                |      |

Al analizar la FC vemos que en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 80 y una Mediana de post EMIns de 80, para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 77 y una Mediana post EMIns de 80, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 76 y una post EMIns de 79, con un valor  $P=0,9$ .

Con respecto a la FR, vemos que en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 16 y una Mediana de post EMIns de 17, para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 16 y una Mediana post EMIns de 18, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 18 y una post EMIns de 20, con un valor  $P=0,7$ .

En la PAM, vemos que en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 86 y una Mediana de post EMIns de 86, para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 89 y una Mediana post EMIns de 91, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 85 y una post EMIns de 83,5, con un valor  $P=0,61$ .

En la PAS, se encontró que en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 125 y una Mediana de post EMIns de 123, para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 126 y una Mediana post EMIns de 130, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 121 y una post EMIns de 127, con un valor  $P=0,91$ .

Con respecto a la PAD, en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 67 y una Mediana de post EMIns de 68, para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 69 y una Mediana post EMIns de 71, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 64 y una post EMIns de 66,5, con un valor  $P=0,63$ .

Para el porcentaje de SatO<sub>2</sub>, en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 99 y una Mediana de post EMIns de 100, para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 99 y una Mediana post EMIns de 99, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 99 y una post EMIns de 100, con un valor  $P=0,19$ .

#### 8.4 Cambios en volumen corriente durante el entrenamiento muscular inspiratorio, según número de sesiones.

**Tabla 7. Cambios en la mecánica ventilatoria según número de sesiones**

|                        | Pre Entrenamiento |                       | Post Entrenamiento |                       | <i>p</i> |
|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------|
|                        | Mediana           | Rango Intercuartilíco | Mediana            | Rango Intercuartilíco |          |
| Volumen Corriente (ml) |                   |                       |                    |                       |          |
| 1 Sesión               | 440               | 397-518               | 455,5              | 403-505               | 0,52     |
| 2 Sesiones             | 464               | 400-513               | 440                | 401-516               |          |
| 3 a 14 Sesiones        | 420               | 385-485               | 452                | 408-500               |          |

Con respecto al VC, en la primera sesión la Mediana pre EMIns fue de 440 y una Mediana de post EMIns de 455,5; para los participantes con dos sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 464 y una Mediana post EMIns de 440, en el grupo de 3 a 14 sesiones se obtuvo una Mediana pre EMIns de 420 y una post EMIns de 452, con un valor  $P=0,52$ .

## 9. DISCUSIÓN

En los resultados principales hallados en este estudio se evidencia que el protocolo de EMIns en pacientes intubados con requerimiento de VM mayor a 48 horas utilizando el dispositivo Thereshold, es seguro para su uso en esta población y que al ser aplicado no se presentaron cambios significativos en las variables fisiológicas que llevaran a un evento adverso. De la misma manera, se evidencia en el estudio de Bisset(13) en el cual se realizaron 195 sesiones de EMIns y no se registraron eventos adversos en las variables FC, FR, PAM y la SatO<sub>2</sub>, durante el EMIns.

Al analizar las variables relacionadas con la caracterización sociodemográfica, se encontró con respecto a la talla de los pacientes, los resultados son similares a los del estudio de Segura y cols, donde se presenta 163.1 cm DE  $\pm 7,5(68)$ ,. Con respecto a la edad de los pacientes tuvo de una mediana de 61 años rango intercuartilico de (40-70), comparado con otros estudios donde se presentan resultados similares con una media de 60.5 DE  $\pm 19.2$  años y el rango de edad varía entre 12-94 años(69), en el estudio Martin y cols se presentó una media de 62 años y una mediana de 66 años con 5881 pacientes(52) en otro estudio la media fue de 65.5 años DE  $\pm 11.7(20)$ . Con el sexo, varios estudios concuerdan que se presenta mayor frecuencia de hombres comparado con las mujeres(52, 68, 70), además que la mayor presencia de hombres en una UCI, se debe a que estos pueden presentar comorbilidades que los podrían llevar a la UCI, entre ellas esta una mayor incidencia de enfermedades de origen respiratorio o cardiaco comparado con las mujeres, además de que estas aumentan conforme avanza la edad(71).

Durante la estancia en UCI, las diferentes comorbilidades pueden llevar a agravar la condición de salud, es el caso de la sepsis en cuanto a su incidencia y mortalidad se encuentran diferencias con el sexo, que además pueden estar relacionados con la edad, con lo cual las mujeres adultas tienen tasas de incidencia y de mortalidad similar a los hombres 5 años más jóvenes(70, 71), en cuanto a la calificación de la APACHE II, se encontró una puntuación promedio de  $26.44 \pm 11.47$  siendo este similar al de Segura y cols(68) con  $21.1 \pm 7.2$  y el de Freitas con  $20 \pm 7.3(70)$  estando por encima de 20 puntos, mientras tanto en otro estudio la escala de severidad fue mucho menor 17.5(72), la diferencia puede deberse al tipo de población ya que los dos anteriores estudios se realizaron en

América latina (Colombia y Brasil) y el tercero fue realizado en Australia o a las comorbilidades presentes en las poblaciones. Otro aspecto a mencionar, es que puntajes por encima de 20 en el puntaje APACHE II, la mortalidad es mayor comparado con otros de valores menores, lo cual se relaciona conforme a mayor edad y comorbilidades(70).

Con respecto a la raza, la blanca y mestiza obtuvieron 23 pacientes cada una (37.1%), la predominante negra de 10 pacientes (16.12%), resultando similar con el estudio de Mayr y cols(73) en donde predomina la raza blanca 1.861.088 pacientes en comparación con la raza negra que fue de 400.769 pacientes, a pesar de presentar menor cantidad de población, la raza negra presentaba mayores complicaciones y/ o comorbilidades; esto se puede asociar a que esta población presenta mayor incidencia a desarrollar sepsis severa(74) y falla orgánica multi-sistémica (75).

Para el régimen de salud, la mayor frecuencia de pacientes, están afiliados al régimen contributivo 34 (54.83%) seguido por el subsidiado 23 (37.10%), un resultado similar se pudo observar en Alzate y cols(76) con 86 pacientes en el régimen contributivo (97%) y 3 pacientes del régimen subsidiado (3%), esto se debe a que el presente estudio se realizó en una clínica privada y sus convenios son principalmente con EPS que pertenecen al régimen contributivo, como se observa en el estudio de Morales y cols (77).

Con respecto a la dosis de medicamentos acumulados que recibieron los pacientes, se encontró que se suministraron en mayor concentración medicamentos tipo analgésicos Fentanyl 9575 (mcg/Kg) seguidos de tipo anestésicos Midazolam 143.5 (mcg/Kg); estos medicamentos son los más utilizados para la sedoanalgesia en este tipo de pacientes según Tobar y col(78), después del EMI de los del presente estudio a la mitad de los pacientes se les había reducido las dosis de medicamentos suministradas (ver tabla 1), tal y como menciona Bisset(9), en donde se redujo el uso cada vez mas de medicamentos sedantes y relajantes en su estudio. .Esto se correlaciona con el protocolo de intervención del macroproyecto(14) y del manejo general del paciente en UCI, que dependiendo del nivel de respuesta del paciente a los estímulos su nivel de sedación se disminuye progresivamente, todo con el fin de destetar de la VM.

En cuanto a los modos ventilatorios, el Modo asistido de VM presentaba la mayor cantidad de horas en los pacientes, con valor pre EMI de los con una mediana de 42

horas y rango intercuartilico (30-72) y pos EMIns 18.5 horas (2-38), mostrando una reducción en su uso; para el modo controlado pre 6 horas (0-27) y pos 0 horas (0-6) mostrando reducción, y en el modo espontáneo se encontró pre EMIns 0 horas (0-3) y un pos EMIns 3.5 horas (1-8.5) mostrando un aumento en el uso de este modo ventilatorio, en el estudio de Bisset también se encuentra la preferencia de modalidades ventilatorias asistidas y espontaneas en vez de las controladas en el inicio precoz del entrenamiento muscular respiratorio; este último se correlaciona en un aumento de la PIMáx con un promedio de 0.11 cmH20 por cada hora de uso(14), lo cual favorece la generación de presión negativa por parte del paciente disminuyendo paulatinamente la presión de soporte buscando lograr el destete de la VM(79).

Para el comportamiento de la FC, FR, PAS y la SatO<sub>2</sub> no se presentó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, lo cual se presenta de manera similar en el estudio de Bourding y cols(80), donde se realizaba movilización temprana, y se dividieron en 4 grupos dependiendo de la actividad que realizaban (sentarse, caminar, e inclinación  $\geq 45^\circ$  sin apoyo y con apoyo de los brazos) en los pacientes en la UCI; como también en el estudio de Thomas y cols(81) donde la FC, FR, PAM y SatO<sub>2</sub>, no se registraron efectos adversos significativos con el cambio de posición lateral, donde se dividieron en tres grupos (sin infiltrados pulmonares, con infiltración en un solo pulmón y con infiltración bilateral asociada a lesión pulmonar aguda o síndrome de dificultad respiratoria aguda) en el cual al realizar un análisis Anova de los tres grupos dieron diferencias significativas, esto se debió a la gravedad de la patología presente (principalmente en el grupo de infiltración bilateral), pero los pacientes toleraron la intervención.

En cuanto a los cambios en los signos vitales (FC, FR, PAS, PAD y PAM) y en la mecánica ventilatoria con la saturación de oxígeno y el volumen corriente, en el análisis pre y pos EMIns se presentan diferencias estadísticamente significativas (Tabla 5 y 6), excepto en el volumen corriente; pero al observar detalladamente los valores de cada variable, se evidencia que clínicamente no superan los valores de seguridad(33, 34) resultados que se comparan con el estudio de Bisset(13) al obtener resultados de algunas variables similares como lo son la FC, FR, PAM y la saturación de oxígeno, donde el comportamiento fue similar, pero no se presentó alguna variación abrupta que llevara a un evento adverso.

Para los resultados encontrados en la FC, FR, PAM y SatO<sub>2</sub>, son similares a los del estudio de Bisset(13), evidenciando la seguridad del EMIns en pacientes con

VM. Al no presentarse diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4 y 5) entre los grupos de 1 sesión, 2 sesiones y más de 3 sesiones, evidencia la seguridad del EMIns en esta población; cabe anotar que en otros estudios donde han realizado otras intervenciones en una población similar, tales como movilización temprana (FC, FR, PAM y el SatO<sub>2</sub>)(69, 80, 82), hiperinflación manual y con el ventilador (FC y PAM)(72), y cambios de posición en cama (FC, FR, PAM SatO<sub>2</sub> y VC)(81), no muestra alteración significativa de los signos vitales, la cual aporta evidencia de la seguridad de las intervenciones realizadas por fisioterapia en esta población.

En estos resultados, la presencia de diferencias estadísticamente significativas en las variables a estudio pre EMIns y pos EMIns (la cual fue la totalidad de todos las tomas iniciales en reposo, y luego los finales de cada sesión), se debe a que no se presentaron la totalidad de los datos al inicio y al final, por tal motivo no se espera encontrar una correlación del resultado inicial con el final en la diferencia en medias; por tal motivo se recomienda realizar un análisis a profundidad en 1 sesión, 2 sesiones y más de 3 sesiones, ya que no hay uniformidad en la cantidad de datos, por las diferencias en la totalidad de los datos iniciales y finales.

Considerando que estos pacientes no solo recibieron el EMIns, otro factor que puede influenciar en su estado de recuperación en la realización de las otras intervenciones como la TF o la RH, estudios demuestran que cuando se implementa de manera temprana la TF, esta disminuye la estancia hospitalaria, y los días en VM, propiciando la mejora en la funcionalidad y recuperación, al ser bien tolerado por el paciente, como con la duración de la hospitalización ( $g = -0.34$ , IC del 95%  $-0.53, -0.15$ ) y la estancia en la UCI ( $g = -0.34$ , IC del 95%  $-0.51, -0.18$ ) se redujo significativamente y los días sin ventilación aumentada ( $g = 0.38$ , 95% intervalo de confianza  $0.16, 0.59$ ) después de la terapia física en la UCI(69).

## **10. CONCLUSIONES.**

En este estudio se encontró que el EMIns es un protocolo seguro para aplicar en pacientes con VM ya que ninguno de los pacientes presentó complicaciones en su estado de salud, ni reacciones adversas durante el entrenamiento, debido a que en las sesiones se mantuvieron los rangos de los signos vitales estables y al analizarlos no se encontraron diferencias significativas entre ellos. También se pudo identificar que los pacientes después de las intervenciones de EMIns, disminuyeron en gran medida el uso de medicamentos y el uso de VMI en tiempo/ hora; aunque este no solo se le puede atribuir únicamente al manejo fisioterapéutico, ya que los pacientes tenían un tratamiento médico, el cual pudo haber influido en su proceso de mejora.

### **Limitaciones.**

Se identificó en el estudio que al ser este un análisis de datos no hubo contacto con pacientes, por lo cual no se pudo observar el comportamiento de los pacientes y su respuesta al entrenamiento.

Al ser un análisis de base de datos no se pudo proponer variables nuevas para analizar y aumentar el conocimiento acerca del comportamiento de otras variables al realizar un EMIns.

Los datos incompletos de la toma de algunas variables, no permitieron tener la totalidad de los datos para su respectivo análisis.

El tiempo que proporciona la universidad para realizar un trabajo de grado es muy limitado, lo cual acelera el proceso de redacción y análisis de datos, limitando la obtención de nuevo conocimiento de las diferentes bases de datos, para lograr responder adecuadamente a la pregunta problema.

### **Fortalezas.**

Al trabajar en conjunto con un macroproyecto se nos dio la oportunidad de identificar y analizar como es el diseño y la metodología de ensayo clínico controlado, dándonos bases importantes para futuros estudios en el tema.

Este estudio es pionero en la región ya que hasta el momento no se ha publicado en Colombia sobre el tema, lo cual permite analizar en más detalle que pasa con los signos vitales y la mecánica ventilatoria de los pacientes al realizar un EMIns y así ampliar el conocimiento acerca de este tema, permitiendo establecer parámetros de seguridad en el EMIns.

## 11. BIBLIOGRAFIA

1. França AG, Ebeid A, Formento C, Loza D. Destete en una UCI polivalente. Incidencia y factores de riesgo de fracaso. Valoración de índices predictivos. *Revista Médica del Uruguay*. 2013;29(2):85-96.
2. Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, Ferguson ND, Peñuelas O, Abaira V, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2013;188(2):220-30.
3. Shanely RA, Zergeroglu MA, Lennon SL, Sugiura T, Yimlamai T, Enns D, et al. Mechanical ventilation–induced diaphragmatic atrophy is associated with oxidative injury and increased proteolytic activity. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2002;166(10):1369-74.
4. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *New England Journal of Medicine*. 2008;358(13):1327-35.
5. Neviere R, Mathieu D, Chagnon J, Lebleu N, Millien J, Wattel F. Skeletal muscle microvascular blood flow and oxygen transport in patients with severe sepsis. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1996;153(1):191-5.
6. Díaz MC, Ospina-Tascón GA, Salazar BC. Disfunción muscular respiratoria: una entidad multicausal en el paciente críticamente enfermo sometido a ventilación mecánica. *Archivos de Bronconeumología*. 2014;50(2):73-7.
7. Boles J-M, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *European Respiratory Journal*. 2007;29(5):1033-56.
8. Vallverdú I, Calaf N, Subirana M, Net A, Benito S, Mancebo J. Clinical Characteristics, Respiratory Functional Parameters, and Outcome of a Two-Hour T-Piece Trial in Patients Weaning from Mechanical Ventilation. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 1999;10(1):24-5.
9. Bissett B, Leditschke I, Paratz J, Boots R. Respiratory dysfunction in ventilated patients: can inspiratory muscle training help? *Anaesthesia and intensive care*. 2012;40(2):236.
10. Sasaki M, Kurosawa H, Kohzuki M. Effects of inspiratory and expiratory muscle training in normal subjects. *Journal of the Japanese Physical Therapy Association*. 2005;8(1):29.
11. Gosselink R, Wagenaar RC, Decramer M. Reliability of a commercially available threshold loading device in healthy subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1996;51(6):601-5.
12. Cader SA, de Vale RGS, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MCV, et al. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*. 2010;56(3):171-7.

13. Bissett B, Leditschke IA, Green M. Specific inspiratory muscle training is safe in selected patients who are ventilator-dependent: a case series. *Intensive and Critical Care Nursing*. 2012;28(2):98-104.
14. Sandoval LM, Wilches Luna EC, Garcia AF. Entrenamiento muscular respiratorio en pacientes adultos en ventilación mecánica. En proceso: Universidad del Valle; 2015.
15. Fernández-Álvarez R, Rubinos-Cuadrado G, Cabrera-Lacalzada C, Galindo-Morales R, Gullón-Blanco JA, González-Martín I. Home mechanical ventilation: Dependency and burden of care in the home. *Archivos de Bronconeumología ((English Edition))*. 2009;45(8):383-6.
16. Esteban A, Anzueto A, Alia I, Gordo F, Apezteguia C, Palizas F, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2000;161(5):1450-8.
17. Ruiz JQ, González CP, de León BM. Ventilación mecánica invasiva. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 2002;8(76):4101-6.
18. Ferragut CR, López-Herce J, editors. *Complicaciones de la ventilación mecánica*. Anales de Pediatría; 2003: Elsevier.
19. Charry-Segura D, Lozano-Martínez V, Rodríguez-Herrera Y, Mogollón P. Movilización temprana, duración de la ventilación mecánica y estancia en cuidados intensivos. *Rev Fac Med*. 2013;61(4):373-9.
20. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care*. 2011;15(2):R84.
21. Wilches-Luna C, Soto R. Prácticas de destete ventilatorio en las unidades de cuidado intensivo de la ciudad de Cali. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(2):137-42.
22. Jardines Abdo A, Oliva Regüeiferos C, Romero García L. Morbilidad y mortalidad por ventilación mecánica invasiva en una unidad de cuidados intensivos. *Medisan*. 2008;12(2).
23. Dennis R, Pérez A, Rowan K, Londoño D, Metcalfe A, Gómez C, et al. Factores asociados con la mortalidad hospitalaria en pacientes admitidos en cuidados intensivos en Colombia. *Archivos de Bronconeumología*. 2002;38(3):117-22.
24. Casas Quiroga IC. Factores asociados al desarrollo de falla respiratoria debida a crisis asmática en pacientes entre 2 y 5 años que ingresan a la unidad de cuidado intensivo pediátrico. Universidad del Valle: Universidad del Valle; 2011.
25. Hill K, Dennis DM, Patman SM. Relationships between mortality, morbidity, and physical function in adults who survived a period of prolonged mechanical ventilation. *Journal of critical care*. 2013;28(4):427-32.
26. Carlucci A, Ceriana P, Prinianakis G, Fanfulla F, Colombo R, Nava S. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. *Critical Care*. 2009;13(3):R97.

27. Capdevila X, Perrigault P-F, Ramonatxo M, Roustan J-P, Peray P, Prefaut C. Changes in breathing pattern and respiratory muscle performance parameters during difficult weaning. *Critical care medicine*. 1998;26(1):79-87.
28. Purro A, Appendini L, De Gaetano A, Gudjonsdottir M, Donner CF, Rossi A. Physiologic determinants of ventilator dependence in long-term mechanically ventilated patients. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2000;161(4):1115-23.
29. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand M-C, Malissin I, Rodrigues P, Cerf C, et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness\*. *Critical care medicine*. 2007;35(9).
30. Larson JL, Covey MK, Wirtz SE, Berry JK, Alex CG, Langbein WE, et al. Cycle ergometer and inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1999;160(2):500-7.
31. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva AC, Vieira SR. 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*. 2013;59(2):101-7.
32. Chang AT, Boots RJ, Henderson R, Paratz JD, Hodges PW. Case report: inspiratory muscle training in chronic critically ill patients—A report of two cases. *Physiotherapy Research International*. 2005;10(4):222-6.
33. Caruso P, Denari SD, Ruiz SA, Bernal KG, Manfrin GM, Friedrich C, et al. Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. *Clinics*. 2005;60(6):479-84.
34. Zeppos L, Patman S, Berney S, Adsett JA, Bridson JM, Paratz JD. Physiotherapy intervention in intensive care is safe: an observational study. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2007;53(4):279-83.
35. Gea J, Orozco-Levi M, Barreiro E. [Physiologic particularities of muscle impairments in the patient with COPD]. *Nutricion hospitalaria*. 2006;21:62-8.
36. Servin SON, Barreto G, Martins LC, Moreira MM, Meirelles L, Colli Neto JA, et al. Atraumatic endotracheal tube for mechanical ventilation. *Revista brasileira de anesthesiologia*. 2011;61(3):315-9.
37. Gutiérrez Muñoz F. Ventilación mecánica. *Acta Médica Peruana*. 2011;28(2):87-104.
38. Namendys-Silva S, Posadas-Calleja J. Ventilator associated acute lung injury. *Revista de investigación clínica; organo del Hospital de Enfermedades de la Nutrición*. 2005;57(3):473.
39. Hill K, Cecins NM, Eastwood PR, Jenkins SC. Inspiratory muscle training for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a practical guide for clinicians. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91(9):1466-70.
40. Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Güell R, Barreiro E, Hernandez N, Mota S, et al. Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: structural adaptation and physiologic outcomes. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2002;166(11):1491-7.

41. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *Jama*. 2002;287(3):345-55.
42. Ley 528 de 1999. In: Colombia CdIRd, editor. 1999. p. 11.
43. Resolución 2023 del 2014. In: Social CdIRdCMdSydlP, editor. 2014. p. 225.
44. Lötters F, Van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *European Respiratory Journal*. 2002;20(3):570-7.
45. Orozco-Levi M, Navarro EM, Ramírez-Sarmiento A. Entrenamiento de los músculos respiratorios: ¿sí o no? *Rehabilitación*. 2010;44(2):167-76.
46. Aslan GK, Gurses HN, Issever H, Kiyan E. Effects of respiratory muscle training on pulmonary functions in patients with slowly progressive neuromuscular disease: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2013;0269215513512215.
47. Illi SK, Held U, Frank I, Spengler CM. Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals. *Sports medicine*. 2012;42(8):707-24.
48. Hulzebos EH, Helders PJ, Favié NJ, De Bie RA, de la Riviere AB, Van Meeteren NL. Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: a randomized clinical trial. *Jama*. 2006;296(15):1851-7.
49. Chicharro JL, Mulas AL. Fundamentos de fisiología del ejercicio: Ediciones pedagógicas; 1996.
50. Gutiérrez AJ. Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones: INDE; 2005.
51. Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte: Editorial Paidotribo; 2004.
52. Martin CM, Hill AD, Burns K, Chen LM. Characteristics and outcomes for critically ill patients with prolonged intensive care unit stays\*. *Critical care medicine*. 2005;33(9):1922-7.
53. Cabrera LS, Sánchez-Palacios M, Medina EH, Robaina PE, Villanueva-Hernández Á. Características y pronóstico de los pacientes mayores con estancia muy prolongada en una Unidad de Cuidados Intensivos. *Medicina intensiva*. 2008;32(4):157-62.
54. Mueller MJ, Maluf KS. Tissue adaptation to physical stress: a proposed "Physical Stress Theory" to guide physical therapist practice, education, and research. *Physical Therapy*. 2002;82(4):383-403.
55. Le Bourdelles G, Viires N, Boczkowski J, Seta N, Pavlovic D, Aubier M. Effects of mechanical ventilation on diaphragmatic contractile properties in rats. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1994;149(6):1539-44.
56. Coelho CC MM. Entrenamiento de los musculos respiratorios. *Bases de la Fisioterapia Respiratoria Terapia Intensiva y Rehabilitación*. 2008;82(4):11.
57. Wagner DP. Economics of prolonged mechanical ventilation. *American Review of Respiratory Disease*. 1989;140(2\_pt\_2):S14-S8.

58. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet J-P, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2011;183(3):364-71.
59. Valenzuela J, Pinochet R, Escobar M, Riquelme R, Cruces P. Disfunción diafragmática inducida por ventilación mecánica. *Revista chilena de pediatría*. 2014;85(4):491-8.
60. Touat L, Fournier C, Ramon P, Salleron J, Durocher A, Nseir S. Intubation-related tracheal ischemic lesions: incidence, risk factors, and outcome. *Intensive care medicine*. 2013;39(4):575-82.
61. Zampieri FG, Ladeira JP, Park M, Haib D, Pastore CL, Santoro CM, et al. Admission factors associated with prolonged (> 14 days) intensive care unit stay. *Journal of critical care*. 2014;29(1):60-5.
62. Maestú LP, de Pedro JG. Las pruebas funcionales respiratorias en las decisiones clínicas. *Archivos de Bronconeumología*. 2012;48(5):161-9.
63. Polkey MI, Moxham J. Clinical aspects of respiratory muscle dysfunction in the critically ill. *CHEST Journal*. 2001;119(3):926-39.
64. Heinemann K. Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte: Editorial Paidotribo; 2003.
65. Jerre G, Silva TdJ, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, Leme F, et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2007;33:142-50.
66. Ely EW, Truman B, Shintani A, Thomason JW, Wheeler AP, Gordon S, et al. Monitoring sedation status over time in ICU patients: reliability and validity of the Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS). *Jama*. 2003;289(22):2983-91.
67. Sessler CN, Gosnell MS, Grap MJ, Brophy GM, O'Neal PV, Keane KA, et al. The Richmond Agitation-Sedation Scale: validity and reliability in adult intensive care unit patients. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2002;166(10):1338-44.
68. Segura A, Carvajal N, Chavarro PA, Wilches EC, Carvajal A. Sensitivity and specificity of the Yang Tobin Index to predict extubation success in critical patients. *Colombia Médica*. 2011;42(4):458-67.
69. Kayambu G, Boots R, Paratz J. Physical Therapy for the Critically Ill in the ICU: A Systematic Review and Meta-Analysis\*. *Critical care medicine*. 2013;41(6):1543-54.
70. Freitas ERFSD. Profile and severity of the patients of intensive care units: prospective application of the APACHE II index. *Revista latino-americana de enfermagem*. 2010;18(3):317-23.
71. Fowler RA, Filate W, Hartleib M, Frost DW, Lazongas C, Hladunewich M. Sex and critical illness. *Current opinion in critical care*. 2009;15(5):442-9.
72. Savian C, Paratz J, Davies A. Comparison of the effectiveness of manual and ventilator hyperinflation at different levels of positive end-expiratory pressure in artificially ventilated and intubated intensive care patients. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*. 2006;35(5):334-41.

73. Mayr FB, Yende S, Linde-Zwirble WT, Peck-Palmer OM, Barnato AE, Weissfeld LA, et al. Infection rate and acute organ dysfunction risk as explanations for racial differences in severe sepsis. *Jama*. 2010;303(24):2495-503.
74. Barnato AE, Alexander SL, Linde-Zwirble WT, Angus DC. Racial variation in the incidence, care, and outcomes of severe sepsis: analysis of population, patient, and hospital characteristics. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2008;177(3):279-84.
75. Carbajal-Guerrero J, Cayuela-Domínguez A, Fernández-García E, Aldabó-Pallás T, Márquez-Vácaro J, Ortiz-Leyba C, et al. [Epidemiology and long-term outcome of sepsis in elderly patients]. *Medicina intensiva/Sociedad Española de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias*. 2013;38(1):21-32.
76. Alzate Atehortúa MV. Caracterización de la sepsis severa y choque séptico en una UCI de la ciudad de Pereira, Colombia. 2015.
77. Morales Méndez JD, Galeano Barrera CJ. Enfoque de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en las EPS del régimen contributivo e IPS de Nivel III de la ciudad de Bucaramanga y su Área metropolitana. 2014.
78. Tobar E, Lanas A, Pino S, Aspée P, Rivas S, Prat D, et al. Sedación guiada por protocolo versus manejo convencional en pacientes críticos en ventilación mecánica. *Revista médica de Chile*. 2008;136(6):711-8.
79. de Oca Sandoval M, Reyes JR, Villalobos JA. Modalidades de destete: Ventilación con presión soporte, presión positiva bifásica y liberación de presión de la vía aérea. *Medicina crítica y terapia intensiva [revista en internet]*. 2008;22(4):260-70.
80. Bourdin G, Barbier J, Burlem J-F, Durante G, Passant S, Vincent B, et al. The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study. *Respiratory care*. 2010;55(4):400-7.
81. Thomas PJ, Paratz JD, Lipman J, Stanton WR. Lateral positioning of ventilated intensive care patients: a study of oxygenation, respiratory mechanics, hemodynamics, and adverse events. *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*. 2007;36(4):277-86.
82. Dong Z, Yu B, Sun Y, Fang W, Li L. Effects of early rehabilitation therapy on patients with mechanical ventilation. *World J Emerg Med*. 2014;5(1):48-52.
83. Johnson P, Cowley A, Kinnear W. A randomized controlled trial of inspiratory muscle training in stable chronic heart failure. *European heart journal*. 1998;19(8):1249-53.
84. Winkelmann ER, Chiappa GR, Lima CO, Viecili PR, Stein R, Ribeiro JP. Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *American heart journal*. 2009;158(5):768. e1-. e7.
85. Sprague SS, Hopkins PD. Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Physical Therapy*. 2003;83(2):171-81.
86. Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. *Journal of Applied Physiology*. 1982;52(3):768-72.

87. Bissett B, Leditschke I. Inspiratory muscle training to enhance weaning from mechanical ventilation. *Anaesthesia and intensive care*. 2007;35(5):776.
88. Chang AT, Boots RJ, Brown MG, Paratz J, Hodges PW. Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. *CHEST Journal*. 2005;128(2):553-9.

## 12. ANEXOS

### Anexo A. FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### ENTRENAMIENTO MUSCULAR RESPIRATORIO EN PACIENTES ADULTOS EN VENTILACIÓN MECÁNICA



|               |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
|---------------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------------|------|------|------|-------|------|-----|--|--|--|--|-----------|--|--|--|
| CRF No.       |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  | Iniciales |  |  |  |
| Entrenamiento |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Sesión No.    | Carga  |        | MODO   |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Fecha         | D      | D      | M      | M      | A           | A           | A    | A    | Hora | Hora  | min  |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Modo          | VC     | ACV    | PC     | ACP    | SIMV(VC)+PS | SIMV(PC)+PS | PS   | CPAP | VS   | OTRO  |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Parámetros    | VC     | PC     | Voes   | Ffpro  | FfTot       | PEEP        | Tins | RiE  | FI02 | PIMax | Pp0a | Pwa |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Monitoria     | Reposo | Serie1 | Serie2 | Serie3 |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| FC            |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Sap02         |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| PAM           |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| PA            |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Borg          |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Al finalizar: |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Modo          | VC     | ACV    | PC     | ACP    | SIMV(VC)+PS | SIMV(PC)+PS | PS   | CPAP | VS   | OTRO  |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Parámetros    | VC     | PC     | Voes   | Ffpro  | FfTot       | PEEP        | Tins | RiE  | FI02 | PIMax | Pp0a | Pwa |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Comentarios   |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
|               |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Entrenamiento |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Sesión No.    | Carga  |        | MODO   |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Fecha         | D      | D      | M      | M      | A           | A           | A    | A    | Hora | Hora  | min  |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Modo          | VC     | ACV    | PC     | ACP    | SIMV(VC)+PS | SIMV(PC)+PS | PS   | CPAP | VS   | OTRO  |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Parámetros    | VC     | PC     | Voesp  | Ffpro  | FfTot       | PEEP        | Tins | RiE  | FI02 | PIMax | Pp0a | Pwa |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Monitoria     | Reposo | Serie1 | Serie2 | Serie3 |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| FC            |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Sap02         |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| PAM           |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| PA            |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Borg          |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Al finalizar: |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Modo          | VC     | ACV    | PC     | ACP    | SIMV(VC)+PS | SIMV(PC)+PS | PS   | CPAP | VS   | OTRO  |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Parámetros    | VC     | PC     | Voes   | Ffpro  | FfTot       | PEEP        | Tins | RiE  | FI02 | PIMax | Pp0a | Pwa |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Comentarios   |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
|               |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Entrenamiento |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Sesión No.    | Carga  |        | MODO   |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Fecha         | D      | D      | M      | M      | A           | A           | A    | A    | Hora | Hora  | min  |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Modo          | VC     | ACV    | PC     | ACP    | SIMV(VC)+PS | SIMV(PC)+PS | PS   | CPAP | VS   | OTRO  |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Parámetros    | VC     | PC     | Voesp  | Ffpro  | FfTot       | PEEP        | Tins | RiE  | FI02 | PIMax | Pp0a | Pwa |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Monitoria     | Reposo | Serie1 | Serie2 | Serie3 |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| FC            |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Sap02         |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| PAM           |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| PA            |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Borg          |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Al finalizar: |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Modo          | VC     | ACV    | PC     | ACP    | SIMV(VC)+PS | SIMV(PC)+PS | PS   | CPAP | VS   | OTRO  |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Parámetros    | VC     | PC     | Voes   | Ffpro  | FfTot       | PEEP        | Tins | RiE  | FI02 | PIMax | Pp0a | Pwa |  |  |  |  |           |  |  |  |
| Comentarios   |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |
|               |        |        |        |        |             |             |      |      |      |       |      |     |  |  |  |  |           |  |  |  |

CRF No. 

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

|                                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. Iniciales                                                                  |  | 2. Sexo                                                                  |  | 3. Talla                                                                 |  | 4. Peso                                                                  |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>       |  | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>  |  | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>  |  | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>  |  |
| 5. Edad                                                                       |  | 6. Raza                                                                  |  | 7. SS                                                                    |  | 8. Peso                                                                  |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>       |  | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>  |  | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>  |  | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></div>  |  |
| 9. Fecha de ingreso UCI                                                       |  | 10. Fecha de IOT                                                         |  | 11. Lugar de IOT                                                         |  | 12. Numero TOT                                                           |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |
| 13. Antecedentes Patologicos                                                  |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
|                                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
|                                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| 14. Diagnostico de Ingreso                                                    |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
|                                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
|                                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| 15. Clasificación diagnóstica                                                 |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Medico                                                                        |  | Quirurgico                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Cardiovascular                                                                |  | Cardiovascular                                                           |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Respiratorio                                                                  |  | Gastrointestinal                                                         |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Neurologico                                                                   |  | Neurologico                                                              |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Gastrointestinal                                                              |  | Ortopedico                                                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Metabolico                                                                    |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| 16. Fecha de ingreso al protocolo                                             |  |                                                                          |  | 17. Hora Ingreso                                                         |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 18. Destete                                                                   |  |                                                                          |  | 19. Hora Inicio                                                          |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 20. SEPSIS                                                                    |  |                                                                          |  | 21. APACHE II                                                            |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 22. Indices de severidad                                                      |  |                                                                          |  | 23. APACHE II                                                            |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 24. Tiempo (horas) de VM por Modo Ventilatorio previo al ingreso al protocolo |  |                                                                          |  | 25. Horas de VM                                                          |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 26. Tiempo (horas) de VM por Modo Ventilatorio durante el protocolo           |  |                                                                          |  | 27. Horas de VM                                                          |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 28. Medicamentos previo al ingreso al protocolo                               |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Medicamento                                                                   |  | Dosis Acumulada                                                          |  | Nombre del fármaco                                                       |  |                                                                          |  |
| Sedantes                                                                      |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Analgesicos                                                                   |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Relajantes                                                                    |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Esteroides                                                                    |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| 29. Medicamentos durante el protocolo                                         |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Medicamento                                                                   |  | Dosis Acumulada                                                          |  | Nombre del fármaco                                                       |  |                                                                          |  |
| Sedantes                                                                      |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Analgesicos                                                                   |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Relajantes                                                                    |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| Esteroides                                                                    |  |                                                                          |  |                                                                          |  |                                                                          |  |
| 30. Recibe Terapia Fisica                                                     |  |                                                                          |  | 31. Numero de Sesiones de Terapia Fisica                                 |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 32. Recibe Rehabilitación Pulmonar                                            |  |                                                                          |  | 33. Numero de Sesiones de Reh. Pulm.                                     |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 34. Fecha de Extubación                                                       |  |                                                                          |  | 35. Hora de Extubacion                                                   |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 36. Requiere Cambio de TOT                                                    |  |                                                                          |  | 37. Horas Totales de destete                                             |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |
| 38. Horas Totales de destete                                                  |  |                                                                          |  | 39. Horas Totales de VM                                                  |  |                                                                          |  |
| <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>      |  |                                                                          |  | <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div> |  |                                                                          |  |

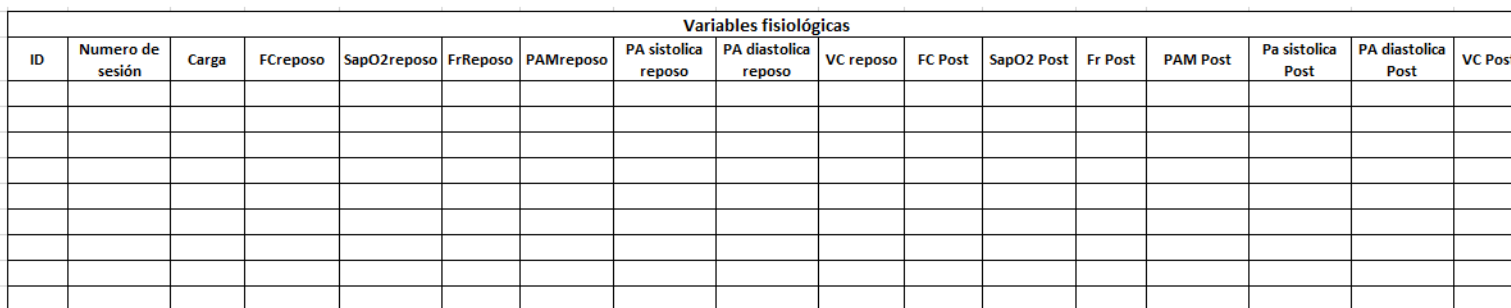
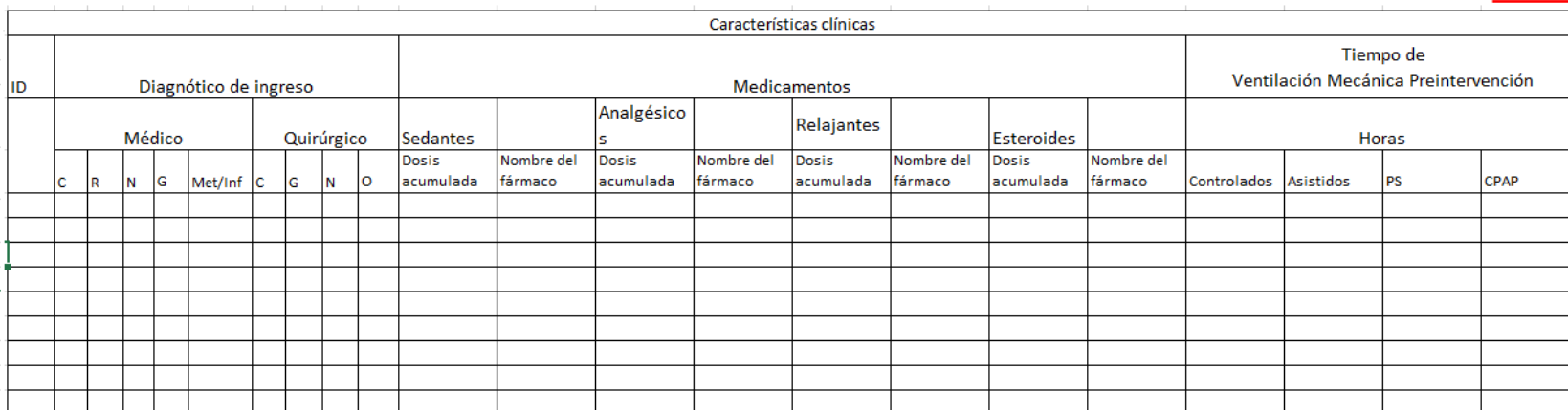
ENTRENAMIENTO MUSCULAR RESPIRATORIO EN PACIENTES ADULTOS EN VENTILACIÓN MECÁNICA

|                                          |                                                         |                            |                      |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Iniciales                                | <input type="text"/>                                    | CRF No.                    | <input type="text"/> |
| 34 Requerimiento de VMNI post Extubación | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | 35 Horas de VMNI           | <input type="text"/> |
| 36 Extubación Fallida                    | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No |                            |                      |
| 37 Fecha de Reintubación                 | <input type="text"/>                                    | 38 Hora de Reintubación    | <input type="text"/> |
| 39 No de horas extubado                  | <input type="text"/>                                    |                            |                      |
| 40 Causas de Reintubación                |                                                         |                            |                      |
| <input type="text"/>                     |                                                         |                            |                      |
| <input type="text"/>                     |                                                         |                            |                      |
| 41. Traqueostomía                        | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | 42. Fecha de Traqueostomía | <input type="text"/> |
| 43 Shock Séptico                         | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | 44 Fecha del Shock Séptico | <input type="text"/> |
| 44 Muerte                                | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | 45 Fecha de Muerte         | <input type="text"/> |
| 46 Decisión de No continuar              | <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No | 47 Fecha de decisión       | <input type="text"/> |



Universidad  
del Valle

[illegible]



## **Anexo C**

### **Procedimiento Operativo Estandarizado: Protocolo de Entrenamiento Muscular Respiratorio**

#### **EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO MUSCULAR RESPIRATORIO EN PACIENTES EN VENTILACIÓN MECÁNICA**

##### **Alcance y aplicabilidad**

Dentro de las estrategias terapéuticas empleadas para mejorar la fuerza muscular respiratoria en los pacientes con VM y facilitar el destete de la VM, el entrenamiento muscular respiratorio se ha considerado como una opción a partir del año 2002. Esta técnica terapéutica tiene como objetivo mejorar la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios proporcionando una carga progresiva a los músculos inspiratorios(9, 39). Investigaciones en pacientes con EPOC y falla cardíaca han demostrado que el entrenamiento muscular respiratorio disminuye la disnea e incrementa la funcionalidad(44, 48, 83, 84). Cader, Martin, Caruso y Condessa han evaluado los efectos del entrenamiento muscular respiratorio en pacientes con VM como técnica para incrementar la fuerza muscular respiratoria y así facilitar el destete de la VM a través de ensayos clínicos controlados(12, 20, 31, 33).

Teniendo en cuenta que el objetivo de esta investigación es evaluar los efectos del entrenamiento muscular respiratorio en la fuerza muscular respiratoria, y en las características del destete de la ventilación mecánica es necesario homogeneizar la intervención para minimizar la presencia de sesgos de información al interior de este estudio así este documento está orientado a definir los procesos que deben seguirse para implementar la intervención objeto de evaluación (EMR) asegurando la calidad y uniformidad en cada una de las actividades realizadas

##### **Materiales y equipos necesarios**

Para la implementación del Entrenamiento muscular respiratorio se necesita lo siguiente:

☐ Thresholds IMT: Dispositivo de entrenamiento muscular respiratorio con una válvula de resorte de un solo sentido, que permite a los pacientes espirar sin ninguna resistencia, pero requiere que el pacientes alcance una carga preestablecida para inspirar(56, 85, 86). Así la naturaleza "umbral" del dispositivo IMT, que permite una respiración sólo cuando se alcanza un nivel de resistencia

prefijado, asegura que los pacientes se entrenen a una resistencia específica, por lo tanto este dispositivo permite un método de entrenamiento con cargas inspiratorias lineales o sea cargas independientes del flujo inspiratorio, método descrito por primera vez por Nickerson y Keens(56, 86). El dispositivo Threshold IMT está calibrado en unidades de presión dadas en centímetros de agua (cmH<sub>2</sub>O) y permite entregar una carga de entrenamiento específico entre 7 y 41 cmH<sub>2</sub>O. La válvula de resorte unidireccional brinda una señal audible de retroalimentación que aseguran al paciente y al fisioterapeuta que se ha logrado una inspiración exitosa(85, 87). Los valores de resistencia obtenidos con el dispositivo Threshold han mostrado ser precisos y reproducibles(11). Debido a que todos los pacientes tienen presencia de una vía aérea artificial (Tubo oro traqueal) y respiran sólo a través de esta abertura la boquilla que provee el dispositivo será retirada.

- Lapiceros
- Escala de disnea de Borg modificada
- Tablas para los formatos
- Huellero (para los casos en los que el encuestado no sepa firmar el consentimiento)
- Fotocopias de instrumento de recolección de la información
- Fotocopias de consentimiento

### **Procedimientos**

Una vez se ha verificado que el paciente cumple con los criterios de inclusión del estudio e ingresó al mismo a través de la firma del consentimiento informado y en el proceso de aleatorización fue asignado al grupo intervención, se llevarán a cabo los siguientes pasos al implementar el Entrenamiento Muscular respiratorio, solo en el grupo intervención

### ***Preparación del Paciente***

1. Registrar los datos considerados en Instrumento de recolección de datos XXX (Signos vitales, Parámetros Ventilatorios, Nivel de Sedación, Medicamentos)
2. Verificar la permeabilidad de la vía aérea: Auscultar al paciente y verificar la ausencia de ruidos agregados que sugieran obstrucción de la vía aérea con secreciones
3. Si el paciente requiere higiene bronquial el fisioterapeuta procede a realizarla y debe esperar 10 minutos para iniciar la intervención y continuar con los siguientes pasos.
4. Posicionar al paciente sentado en cama a 45 grados
5. Instruir y explicar al paciente la intervención a realizar a través de los siguientes comandos: *“Le voy a realizar ejercicios para mejorar la fuerza de sus músculos respiratorios, para ello lo voy a desconectar del Ventilador mecánico y usted va a respirar a través de este dispositivo hasta que escuche el click que hace el*

*dispositivo, va a realizar 6 respiraciones de seguido, posteriormente va a descansar durante 2 minutos y vamos a repetir el procedimiento 2 veces más”.*

#### **Preparación del dispositivo Threshold:**

1. Ajustar el Dispositivo Threshold al 50% de la Pimáx que se le ha medido al paciente Este valor de carga ha sido usado por varios autores(12, 88) en pacientes críticamente enfermos. Además se ha demostrado que valores de carga menores al 30% de la Pimáx son insuficientes para inducir cambios en la fuerza muscular respiratoria y valores por encima facilitan la disnea(30, 88).

#### **Realización de la primera serie de ejercicio:**

1. Desconectar al paciente del ventilador mecánico
2. Unir el dispositivo Threshold IMT al extremo del Tubo orotraqueal
3. Instruir al paciente en el inicio del ejercicio a través de los siguientes comandos: *“Listo don XX va a respirar a través del dispositivo hasta que escuche el click”*,
4. El paciente debe realizar 6 respiraciones
5. Animar al paciente al final cada repetición con los siguientes comandos: *“Muy bien don XX lo está haciendo bien, continúe con la siguiente; tome aire profundo a través del dispositivo nuevamente”*

#### **Periodo de reposo**

1. Finalizar cada serie de ejercicios con los siguientes comandos: *“Muy bien hecho, ahora va a descansar 2 minutos”*
2. Conectar nuevamente al paciente al ventilador mecánico
3. Evaluar el grado de disnea con la escala de borg modificada después de cada serie: *“Don XXX esta es una escala para el evaluar su grado de ahogo, 10 es el máximo ahogo y 0 es nada de ahogo, señáleme con su dedo que tan ahogado se siente”*
4. Registro de los signos vitales y de la Escala de Borg modificado en el Instrumento XXX al finalizar cada serie

#### **Realización de la Segunda y tercera serie de ejercicios**

1. Instruir nuevamente al paciente con los siguientes comandos: *“Va a respirar nuevamente a través del dispositivo, tal y como le realizo hace un rato”*
2. Repetir nuevamente los pasos 1,2, y 4 descritos en el ítem de realización de los ejercicios.

#### **Criterios de Suspensión del ejercicio:**

La sesión de Entrenamiento Muscular Respiratorio será suspendida si el paciente presenta:

1. Frecuencia respiratoria mayor a 40 rpm, o 50% mayor a la frecuencia respiratoria de inicio de la sesión
2. Frecuencia cardiaca mayor a 140 lpm o 20% mayor a la frecuencia cardiaca de inicio de la sesión

3. Agitación, hemoptisis, sudoración, arritmia
4. Solicitud directa del paciente de no realizar la intervención

**Frecuencia**

Cada sesión de entrenamiento muscular respiratorio será realizada de lunes a viernes, 2 veces al día (En la mañana y en la tarde).

## Anexo D

### Acta de aprobación del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana

Comité Institucional de Revisión de Ética Humana  
Facultad de Salud



ACTA DE APROBACIÓN N° 003 - 016

Proyecto: "COMPORTAMIENTO DE ALGUNAS VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DE LA MECÁNICA VENTILATORIA DURANTE EL ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO, EN PACIENTES CON VENTILACIÓN MECÁNICA EN UNA CLÍNICA DE IV NIVEL DE LA CIUDAD DE CALI"

Sometido por: JHONATAN BETANCOURT PEÑA/ BELLATRIX FORERO ANAYA/ STEVEN GIRALDO MEDINA / JHON GUIRAL CAMPO

Código Interno: 013 - 016 Fecha en que fue sometido: 15 02 2016

El Consejo de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, ha establecido el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana (CIREH), el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión en 2002; y el Código de Regulaciones Federales, título 45, parte 46, para la protección de sujetos humanos, del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos 2000.

Este Comité certifica que:

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- |                                                                                 |                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Resumen del proyecto                        | <input checked="" type="checkbox"/> Protocolo de investigación                |
| <input type="checkbox"/> Formato de consentimiento informado                    | <input checked="" type="checkbox"/> Instrumento de recolección de datos       |
| <input type="checkbox"/> Folleto del investigador (si aplica)                   | <input checked="" type="checkbox"/> Cartas de las instituciones participantes |
| <input type="checkbox"/> Resultados de evaluación por otros comités (si aplica) |                                                                               |

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por el Comité:

3. Según las categorías de riesgo establecidas en el artículo 11 de la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud, el presente estudio tiene la siguiente **Clasificación de Riesgo**:

☒ SIN RIESGO ☐ RIESGO MÍNIMO ☐ RIESGO MAYOR DEL MÍNIMO

4. Que las **medidas** que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.

5. La forma de obtener el **consentimiento** informado de los participantes en el estudio es adecuada.

6. Este proyecto será **revisado nuevamente** en la próxima reunión plenaria del Comité, sin embargo, el Comité puede ser convocado a solicitud de algún miembro del Comité o de las directivas institucionales para revisar cualquier asunto relacionado con los derechos y el bienestar de los sujetos involucrados en este estudio.

7. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales:

- Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
- Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.

8. **Informará** inmediatamente a las directivas institucionales toda información que reciba acerca de:

- Lesiones a sujetos humanos.



- Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que no haya sido revisado y aprobado por el Comité.
9. El presente proyecto ha sido **aprobado** por un periodo de **1 año** a partir de la fecha de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.
10. El **investigador principal** deberá informar al Comité:
- Cualquier cambio que se proponga introducir en este proyecto. Estos cambios no podrán iniciarse sin la revisión y aprobación del Comité excepto cuando sean necesarios para eliminar peligros inminentes para los sujetos.
  - Cualquier problema imprevisto que involucre riesgos para los sujetos u otros.
  - Cualquier evento adverso serio dentro de las primeras 24 horas de ocurrido, al secretario(a) y al presidente (Anexo 1).
  - Cualquier conocimiento nuevo respecto al estudio, que pueda afectar la tasa riesgo/beneficio para los sujetos participantes.
  - cualquier decisión tomada por otros comités de ética.
  - La terminación prematura o suspensión del proyecto explicando la razón para esto.
  - El investigador principal deberá presentar un informe al final del año de aprobación. Los proyectos de duración mayor a un año, deberán ser sometidos nuevamente con todos los documentos para revisión actualizados.

Firma:

Fecha:

31

03

2016

Nombre:

**MARIA FLORENCIA VELASCO DE  
MARTINEZ**

Capacidad representativa:

**PRESIDENTA**

Teléfono: 5185677

**CERTIFICACIÓN DE LA FACULTAD DE SALUD DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE**

Por medio de la presente, certifico que la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprueba el proyecto arriba mencionado y respeta los principios, políticas y procedimientos de la Declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial, de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y de la reglamentación vigente en investigación de la Universidad del Valle.

Firma:

Fecha:

31

03

2016

Nombre:

**HERNAN J. PIMIENTA**

Capacidad representativa:

**VICEDECANO DE LA FACULTAD DE SALUD**

Teléfono: 5185680