



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

CARACTERIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA PRESIÓN INSPIRATORIA
MÁXIMA POST EXTUBACIÓN EN PACIENTES CRÍTICOS MAYORES DE 18
AÑOS DE UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE CLÍNICA INDISA

Memoria para optar a la Licenciatura de Kinesiología

Autores

AMARA AGUILAR DEMETRIO

MARÍA FRANCISCA GIL QUINTEROS

MURYEL CHARLOTTE LAUBREAUX GUZMÁN

CAROLINA ANDREA PÉREZ MALDONADO

Profesores Guías: Klga. Elizabeth Benz Inalaf, Klgo. Felipe Andrés Castillo Merino

Santiago de Chile, 2014

ÍNDICE

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
Abstract.....	5-6
1. Introducción	Pág. 7-9
1.1 Problemática de la Investigación.....	7
1.2 Formulación de la pregunta problema.....	7
1.3 Justificación.....	7-8
1.4 Delimitación.....	8
1.5 Objetivos.....	8-9
2. Marco Teórico	Pág. 10-24
2.1 Marco Conceptual.....	10
2.1.1 Ventilación mecánica.....	10-12
2.1.2 Destete.....	12-13
2.1.3 Presión Inspiratoria Máxima.....	13-15
2.1.4 Sedación.....	15-18
2.2 Fundamentación Teórica.....	18
2.2.1 Antecedentes de la Investigación.....	18-19
2.2.2 Revisión Bibliográfica.....	19-24
3. Materiales y Métodos	Pág. 25-35
3.1 Diseño de la investigación.....	25
3.2 Materiales.....	25
3.3 Universo.....	25
3.4 Determinación de la muestra.....	25-26
3.5 Criterios de Selección.....	26
3.6 Variables.....	26-27
3.6.1 Determinación de Variables.....	27-28
3.7 Hipótesis.....	28
3.8 Análisis de Estadístico.....	29

4. Aspectos Éticos de la investigación.....	29-30
5. Resultados.....	31-35
4. Discusión	Pág. 36-39
5. Conclusión	Pág. 39-40
6. Referencias	Pág. 41-44
7. Anexos	Pág. 45-60

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a nuestras familias, por siempre creer en nosotras y nuestras capacidades, cada palabra de aliento, todo el cariño brindado, la energía transmitida y así una infinidad de cosas más.

Un agradecimiento especial para nuestros profesores guías Elizabeth y Felipe, que sin sus conocimientos, paciencia y buena disposición a ayudar, este proyecto no hubiese llegado a buen término.

Profesora Elizabeth, creemos importante destacar que sin su preocupación, entusiasmo, profesionalismo, su tecnicismo y metodología de enseñanza para guiar nuestro proyecto, no hubiésemos podido llegar a esta instancia conformes con nuestro desempeño, muchas gracias por ello.

Profesor Felipe, nuestros más sinceros agradecimientos, creemos muy valorable que a pesar de no ser nuestro profesor guía establecido por la escuela nos haya ofrecido su ayuda y tiempo gratuitamente al ver nuestra inquietud por realizar nuestra investigación en un área de su conocimiento.

Agradecemos también a los kinesiólogos de UCI de la clínica INDISA, por facilitarnos el acceso a la información necesaria para así poder llevar a cabo esta investigación, y por la buena disposición que siempre demostraron en cada visita que realizábamos a la clínica. Destacando así al kinesiólogo Felipe González, quien desde el inicio creyó en este proyecto ofreciendo su ayuda y conocimiento.

Este trabajo va dedicado para todas las personas que confiaron en nosotras.

Muchas gracias.

RESUMEN

La ventilación mecánica (VM) ha sido de gran ayuda para todas las personas que requieren anualmente de asistencia ventilatoria. Sin embargo, se ha evidenciado que esta estrategia terapéutica podría tener consecuencias negativas en aquellos pacientes que la poseen por mayor tiempo. El objetivo de la investigación es evaluar los cambios que puede generar el uso del soporte ventilatorio invasivo en la fuerza musculatura inspiratoria de pacientes en cuidados intensivos de la Clínica INDISA. Este estudio descriptivo consideró una muestra de 21 pacientes extubados que cumplían con los criterios de inclusión. Se realizó la prueba de PIM_{máx} con un pimómetro digital, con el fin de obtener los valores muestrales de los pacientes. Luego, éstos fueron comparados con los valores teóricos propuestos por Black y Hyatt. Las mediciones revelaron que existen cambios en los resultados de la muestra de PIM_{máx}, comparados con sus posibles valores teóricos. Esto fue comprobado con el análisis estadístico, el cual demostró una diferencia de más de un 50%. Se pudo concluir que los sujetos expuestos por más de 48 horas a ventilación mecánica invasiva (VMI), sufren una reducción de más de un 50% en sus valores de PIM_{máx}, respecto a los de referencia. Por tanto, sí existiría una relación directa entre el tiempo en VMI, y los valores de esta presión.

ABSTRACT

Mechanic Ventilation (MV) has been of great assistance to all who require ventilatory support annually. However, it has been shown that this therapeutic strategy could have negative consequences in those patients who have it a lot of time. The aim of the research is to evaluate the changes that can generate the use of invasive ventilatory support in inspiratory muscle strength in patients of intensive care from INDISA Clinic.

This descriptive study considered a sample of 21 extubated patients who fulfill the inclusion guideline. A Maximal Inspiratory Pressure test was performed with a digital pimometer, with the purpose of obtain the sample values of the patients. Then, they were compared with the theoretical values given by Black and Hyatt. The measurements revealed that there are changes in the sample results of maximal inspiratory pressure among patients extubated, compared with their theoretical values, checked with statistical analysis, which showed a difference of more than 50%. It can be concluded that the subjects who has been expose for more than 48 hours at invasive mechanical ventilation (IMV), suffer a reduction of over 50% in their maximal inspiratory pressure values , respect to reference. Therefore, there could be a relationship between the time in (IMV) and values of this pressure.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática de la investigación

La ventilación mecánica (VM) ha sido de mucha ayuda en una gran cantidad de personas que requieren anualmente de asistencia ventilatoria ¹, ya que junto con el tratamiento de arritmias, esta intervención es una de las más utilizadas en Unidad de Cuidados Intensivo (UCI) ².

Existen estudios acerca de la influencia que presentaría el uso de ventilación mecánica invasiva sobre la musculatura inspiratoria, lo cual podría llevar a un mayor tiempo con el ventilador y posibles fallas en cuanto al destete. Se sabe que determinadas horas en ventilación mecánica favorece la hipotrofia diafragmática por el aumento de la degradación protéica y disminución de síntesis de proteínas en el músculo ³, sin embargo, no existe evidencia sobre los mecanismos de señalización responsables de esta disfunción. El impacto negativo que tiene la VM sobre el diafragma o disfunción diafragmática inducida por ventilación (DDIV) ha sido materia de estudio para varios investigadores en los últimos años.

En el presente estudio cuantificaremos la influencia del uso de Ventilación Mecánica Invasiva (VMI) en la fuerza generada normalmente por la musculatura inspiratoria.

1.2 Formulación de la pregunta problema

En base a lo señalado anteriormente y tomando en cuenta la importancia que tiene el uso de soporte ventilatorio en pacientes UCI, es válido plantearse interrogantes como: ¿Existe un cambio en la fuerza muscular inspiratoria por la utilización de VMI? Y si esto es así, ¿resultarán alteradas los resultados de las mediciones de PIMáx en usuarios

conectados a VMI?, ¿Cuánto es el cambio o la diferencia que obtuvimos?, ¿Cuál es la diferencia en comparación a los valores normales de PIMáx con respecto al sexo y edad de cada sujeto?

1.3 Justificación

Existe evidencia en estudios clínicos controlados y aleatorizados sobre el uso de maniobras específicas en el manejo de la VM, que hablan sobre la reducción de la mortalidad, días en UCI, costos y complicaciones asociados a la ventilación. Una de estas maniobras es la medición de la PIMáx, la cual se encarga de evaluar la fuerza muscular inspiratoria. Existen casos en que la ventilación mecánica altera dicha fuerza y la integridad física del usuario dentro de la primera semana de uso, que muchas veces influye directamente en mayores días con ventilador, aumentando los costos intrahospitalarios y el deterioro en calidad de vida tanto de la familia como del usuario².

La debilidad muscular respiratoria se asocia a la extubación tardía y a la ventilación prolongada⁴, es por esto que es importante conocer los valores de la PIMáx para estimar las consecuencias que podrían repercutir en la estadía clínica del usuario y en su periodo post extubado frente a las actividades de la vida diaria.

1.4 Delimitación

Se presenta la siguiente cronología de actividades para enfocar el estudio y programar los tiempos de investigación, evaluación y resultados que serán mejor detallados en la metodología de la investigación (Anexo 1).

Se tomaran mediciones de la PIMáx en pacientes con patologías agudas en la Unidad de Paciente Crítico (UPC) en la clínica INDISA para evaluar la fuerza muscular

inspiratoria post extubación.

1.5 Objetivos

- El Objetivo General Relacionar los resultados de la PIMáx en pacientes mayores de 18 años post extubación en la Clínica INDISA con los valores evidenciados en la literatura.

Los objetivos específicos son:

- Caracterizar los cambios que puede generar el uso del soporte ventilatorio invasivo en la fuerza de la musculatura inspiratoria de pacientes mayores de 18 años en cuidados intensivos de la Clínica INDISA
- Comparar los valores de PIMáx obtenidos, con los descritos en la literatura
- Describir cómo se relacionan entre sí las variables propuestas en la investigación, con la fuerza de la musculatura inspiratoria
- Cuantificar cuál es la diferencia de las PIMáx de los usuarios que participaron en la investigación

2. MARCO TEÓRICO

Daremos comienzo a la realización del estudio haciendo una importante y exhaustiva búsqueda de evidencia en las bases de datos Pubmed, Medline, Pedro, Google académico, libros, entre otros, extrayendo información valiosa para llevar a cabo nuestra investigación, y así evitar posibles errores que podrían presentarse en el camino.

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Ventilación mecánica (VM)

En la década del cincuenta comienza la utilización del soporte ventilatorio, donde la VM es la base en la unidad de cuidados intensivos. Las nuevas tecnologías de ventilación mecánica tienen como objetivo disminuir el trabajo de los músculos respiratorios, evitar la desconexión accidental, mejorar el intercambio de gases y estrategias para prevenir el daño pulmonar, aumentar la sincronización entre la asistencia ventilatoria y el esfuerzo respiratorio del paciente, además de promover la recuperación del daño pulmonar ⁵.

La VM se utiliza clínicamente para obtener el adecuado intercambio gaseoso pulmonar en personas que son incapaces de mantenerlo, sustituyéndolo o reemplazándolo por completo. Las indicaciones más comunes para el uso de ésta son la insuficiencia respiratoria causada por una enfermedad pulmonar obstructiva aguda y crónica, el estado asmático y/o la insuficiencia cardíaca. Además, se utiliza para muchos usuarios con enfermedades neuromusculares, sobredosis de drogas y recuperación post-quirúrgica ³.

Los objetivos de la VM son mejorar el intercambio gaseoso, disminuir el trabajo

respiratorio para reducir el requerimiento de oxígeno y así aliviar la fatiga respiratoria. Además permite la recuperación de la enfermedad que provoca la insuficiencia respiratoria ⁶.

Por otro lado el uso de la VM puede causar complicaciones en varios sistemas, siendo más comunes las lesiones traqueales, infección, insuficiencia cardiovascular y lesión pulmonar. Estas pueden posteriormente extender la cantidad de tiempo que se requiere de VM, alargar la estancia de un paciente en la UCI, y aumentar el riesgo de mortalidad. Tanto el soporte ventilatorio prolongado y su retiro anticipado se asocian a una serie de complicaciones ⁷.

La VM dependiendo del grado de alteración del intercambio gaseoso y en la magnitud del trabajo respiratorio, tiene como propósito el reabrir las zonas no ventiladas mediante la distensión global del pulmón con la presión positiva del ventilador ⁸.

Los criterios consensuados de conexión a VM son la capacidad vital menor a 15 mL/kg, PIM_{áx} bajo 20 cmH₂O, frecuencias respiratorias sobre 35 por min, y ciertas hipercapnias o hipoxemias ⁸.

2.1.1.1 Ventilación Mecánica Invasiva

En cuanto a las vías de conexión al ventilador, podemos señalar la intubación orotraqueal (TOT), nasotraqueal (NST) o la traqueostomía (TQT). Cuando la VM es prolongada, la TQT tiene ventajas sobre el TOT ya que permite mejor aspiración de las secreciones, reduce la resistencia de la vía aérea, permite la alimentación oral y el paciente la soporta mejor.

- Fijación del volumen corriente

Existen ciertas zonas de los alveolos que están menos distendidas y por lo tanto

tienden al colapso, esto se puede evitar utilizando volúmenes corrientes de 10 a 15 mL/kg, siempre y cuando no sobrepase una presión crítica de 10 cmH₂O, la cual indica una sobredistensión del pulmón ⁸.

Los tipos de VMI según sus métodos de control de la frecuencia respiratoria más utilizados son 4 ⁸:

a) Ventilación mecánica controlada (VMC):

El ventilador asume el control absoluto de la ventilación alveolar, por lo tanto, todas las variables son manejadas por la máquina, utilizándose en pacientes que no son capaces de generar esfuerzos inspiratorios por sí solos ⁸.

b) Ventilación asistida (VA):

La máquina fija una frecuencia respiratoria y un volumen corriente, pero el usuario puede gatillar el respirador si hace un esfuerzo inspiratorio. Por lo tanto, el usuario puede regular estos valores de frecuencia ⁸.

c) Ventilación mandatoria intermitente (VMI):

Combina respiraciones espontáneas del usuario con otras impuestas por el ventilador. Al ser el paciente el que realiza el esfuerzo inspiratorio, el volumen corriente resultante varía según la capacidad que dicho usuario tenga. Esta técnica también se utiliza como técnica de desconexión de VM ya que van disminuyendo la asistencia gradualmente ⁸.

d) Ventilación con presión de soporte (VPS):

Permite que el esfuerzo del paciente gatille la inspiración, la cual termina cuando el flujo inspiratorio llega al nivel que había sido preestablecido por el ventilador. En este mecanismo el paciente regula el tiempo inspiratorio, la frecuencia y el volumen corriente. Esta modalidad también puede ser utilizada en la desconexión de la VM, aunque no se ha demostrado científicamente su manejo ⁸.

2.1.2 Destete o Extubación

La extubación de la VM es un mecanismo esencial y universal para el cuidado de los enfermos críticos que necesitan recibir asistencia ventilatoria. Éste incluye todo el proceso de retirada del soporte mecánico y del tubo endotraqueal ⁸. No existe seguridad sobre un método exacto o consenso para realizar este proceso, el cual requiere habitualmente de la colaboración del paciente durante la fase de recuperación de la patología.

Existen elementos que contribuyen a que el proceso de destete sea más dificultoso y esto varía en los pacientes según su edad, las comorbilidades existentes, y el estado nutricional. Sin embargo, ciertos factores han sido indicados como posibles causantes del fallo del destete, entre los cuales podemos nombrar la inadecuada mecánica ventilatoria, aumento del trabajo respiratorio, insuficiencia cardíaca, debilidad muscular inspiratoria y/o fatiga ⁹. De dichos factores, la evidencia sugiere que la debilidad de la musculatura inspiratoria y la fatiga son probablemente los mayores contribuyentes a los problemas existentes en la extubación, lo que hace que su evaluación sea un aspecto muy relevante ⁴.

Estudios sugieren estas recomendaciones para un buen manejo del destete ¹⁰:

- 1) Catalogar a los pacientes en diferentes grupos basados en la dificultad y duración del proceso de destete.
- 2) El destete debe considerarse lo antes posible.
- 3) La prueba de respiración espontánea es la mejor herramienta diagnóstica para determinar si el paciente puede ser extubado exitosamente.
- 4) El entrenamiento inicial debe durar 30 min y consiste en un tubo respirador en T o un menor nivel de apoyo de presiones.
- 5) Presión de apoyo o el modo de ventilación asistida debe ser favorecida en

pacientes que fallaron las pruebas.

Luego se establecieron mediciones de los indicadores para iniciar el destete como la ventilación minuto (litros/minuto), la frecuencia respiratoria y el índice de respiración superficial rápida (IRSR). El IRSR es un índice predictivo de destete utilizado para reducir la incidencia de fracaso de la extubación⁹. Posteriormente los pacientes fueron sometidos a la prueba de respiración espontánea (SBT) utilizando un modo de ventilación con presión de soporte (PS) entre 5 y 7 cmH₂O, los niveles de PEEP entre 5 y 10 cmH₂O y FiO₂ valores entre 30% y 40%. Los sujetos que no presentaron ningún signo de intolerancia a la SBT fueron extubados, y aquellos que si la presentaron reanudaron el modo ventilatorio, y hubo un período de espera de 24 horas antes de la reevaluación¹⁰.

Se consideró un fracaso del destete a los pacientes que fueron reintubados hasta 48 horas después de la extubación¹⁰. El 30% de los usuarios conectados al ventilador va a experimentar problemas en el destete y requerirá más tiempo en el ventilador. Desafortunadamente, del 1% al 5% de todos los pacientes en VM fallan reiteradamente los intentos de ser extubados y pueden llegar a ser dependientes en tiempo total del ventilador, lo cual conllevará a problemas de salud y financieros tanto del paciente como de la familia².

Cada año existe más evidencia que los protocolos del destete mejoran el resultado de la VM, pero no está claro cuál es el mejor para poner en práctica en las UCI de gran tamaño⁶.

2.1.3 Presión Inspiratoria Máxima

En la práctica, regularmente se utiliza una prueba para evaluar la función de la musculatura inspiratoria, la que denominamos como Presión Inspiratoria Máxima. Ésta se encarga de medir la fuerza que generan en conjunto los músculos inspiratorios¹¹.

Según la investigación de Black y Hyatt, realizada en el año 1969 en Estados Unidos,

se describió un método para determinar las presiones respiratorias máximas. Se estudiaron los valores normales de PIM y PEM (presión espiratoria máxima) en 120 sujetos, tanto hombres como mujeres de 20 a 74 años de edad. No se observó una mayor relación entre la PIM o PEM con respecto a la edad de los sujetos menores de 55 años. En personas mayores de 55 años se observó una disminución significativa en la PEM, tanto en varones como en damas ¹².

Los valores de referencia de PIM_{áx} (medidos en cm de H₂O), propuestos por Black y Hyatt en función de edad y sexo son los siguientes: ¹²

Sexo	Rango de edad (años)	Ecuación	P (significancia del coeficiente de regresión)
Masculino	20-54	PIM _{áx} =129-0,13A PEM _{áx} =229+0,08A	NS NS
	55-80	PIM _{áx} =120-0,25A PEM _{áx} =353-2,33A	NS <0,01
Femenino	20-54	PIM _{áx} =100-0,39A PEM _{áx} =158-0,18A	NS NS

	55-80	PIM _{máx} =122-0,79A PEM _{máx} =210-1,14 ^a	<0,01 <0,01
--	-------	--	--------------------

Se realizó una ecuación que consideraría todos los datos anteriores de manera objetiva, para todas las edades: ¹²

- **Hombres: 143-(0.55 x edad)**
- **Mujeres: 104-(0.51 x edad)**

Al generar presiones máximas al nivel de la boca nos permite valorar la fuerza de la musculatura inspiratoria. Los instrumentos para medirla pueden ser digitales como mecánicos. Dentro de los primeros encontramos los medidores portátiles electrónicos y los incorporados dentro de los equipos de función pulmonar. Entre los mecánicos utilizamos manómetros de agua y los manómetros aneroides ¹³.

El objetivo de provocar esta maniobra es conocer la máxima fuerza inspiratoria que es capaz de desarrollar el sujeto. Cabe señalar que la obtención de mediciones adecuadas y fidedignas depende del esfuerzo que realice éste. Por ello, es fundamental la incentivación que realice el operador de la prueba sobre el usuario. Se debe observar en todo momento si se produce alguna fuga por el posible mal cierre de los labios. En el caso de debilidad del músculo orbicular de los labios en el sujeto, el operador deberá asegurar el cierre con sus manos. Como mínimo se debe obtener 3 maniobras, pero con una reproductibilidad de 10%, y hasta un máximo de 8. Se debe dar un descanso entre maniobras de 30 a 60 segundos ¹².

Para ambas opciones se necesita de un sistema de válvulas unidireccionales que

permitan inspirar o espirar alternativamente según sea requerido. En los equipos digitales la apertura y cierre de las válvulas son controladas electrónicamente. Para los restantes equipos se requiere de una válvula en T unidireccional la cual se maneja manualmente. Se puede adquirir un manómetro con escala negativa para medición de la $P_{iMáx}$ de valores -200 a 0 cmH_2O y otro con escala positiva de 0 a 200 cmH_2O ¹¹. Otra variante para esta válvula es adquirir un manómetro de rango completo (-200 a 200 cmH_2O) y otro de bajo rango (-50 a 50 cmH_2O) para mediciones en pacientes ventilados o con baja fuerza muscular respiratoria.

2.1.4 Sedación

Los fármacos comúnmente utilizados en Unidad de Paciente Crítico (UPC) son los sedantes, los cuales influyen en el impacto de la VM en la función del diafragma.

Según el protocolo de sedación de la Clínica INDISA realizado por los médicos Mario Canitrot, Sebastián Ugarte y Alban Cortes, la sedación farmacológica provoca una disminución de la conciencia del entorno, conservando o no los reflejos protectores de la vía aérea, la capacidad para mantenerla permeable y la percepción del dolor. Cabe señalar que además de sedación, se suele utilizar la analgesia para el alivio del dolor. El uso de analgésicos permite reducir los requerimientos de sedación.

La sedación nos permite garantizar la comodidad y la seguridad del usuario. En los pacientes críticos, el dolor y la ansiedad contribuyen a una respuesta de estrés simpático, que incluye aumento de la actividad endógena de catecolaminas, el aumento de consumo de oxígeno, taquicardia, hipercoagulabilidad, hipermetabolismo e inmunosupresión. Si el dolor y la ansiedad no se alivian puede conducir a la agitación severa y la eliminación de los dispositivos médicos que pueden salvar vidas (por ejemplo, tubos endotraqueales y líneas intravasculares), colocando al paciente y los proveedores de atención de la salud

en riesgo. En Chile la escala más difundida y empleada para monitorización del nivel de sedación en enfermos críticos que reciben VM es la SAS (Sedation-Agitation Scale "Escala de Sedación-Agitación")¹⁴ (Anexo 2).

La analgesia y sedación, por lo tanto, se administran para proporcionar la comodidad del paciente y garantizar seguridad en ellos, sin embargo, la sedación excesiva se produce con frecuencia y se asocia con mayor tiempo en VM y de estadía en UCI.

Los principales fármacos utilizados en la Clínica Indisa, que es el lugar donde realizaremos el estudio, son:

- Remifentanilo

Es el opiáceo sintético más nuevo. Se caracteriza su acción analgésica extremadamente potente, de un inicio rápido y de muy corta duración requiere ser utilizado en infusión continua. Las dosis utilizadas en cuidados intensivos son menores a las solicitadas en anestesia. La recomendación es iniciar 0,6 ug/kg/hr, titulando cada 5 minutos aumentos de 0,1 ug/kg/hr, según sea la respuesta clínica en escalas de analgesia. Antes de iniciar su retiro o suspensión, se debe iniciar otro tipo de analgésicos (AINE), pues Remifentanilo no tiene efecto residual y se pierde su actividad analgésica en menos de 5 minutos este requiere de un opiáceo de larga duración como la morfina pues produce hiperalgesia

- Fentanilo

Fentanilo Opiáceo es mucho más poderoso en comparación con la Morfina. Su efecto produce pequeña liberación de histamina, por lo que su cardioestabilidad es mayor. Es más lipofílico, por lo que el inicio de su acción es aún más veloz que la Morfina, comenzando a actuar a los 30 segundos. Su mayor efecto ocurre a los 4-5 min. Su duración de acción es más corta, de 0,5-1h. Puede producir depresión respiratoria y

bradicardia.

- Dexmedetomidina

Esta droga tiene una característica única: los pacientes están sedados, sin embargo pueden permanecer despiertos a ratos, siendo capaces de cooperar con el personal que los atiende cuando así se requiere. Este tipo especial de sedación bien podría denominarse sedación activa.

- Propofol

Es un anestésico del grupo alquifenol. En dosis bajas produce sedación, no tiene propiedades analgésicas. Su principal característica es la rápida recuperación después de la suspensión de la perfusión. Tras una perfusión corta, la recuperación puede ser en 5-10 min. Su vida media aumenta en perfusión prolongada, en ancianos y hepatópatas, no obstante, aún en estas circunstancias su tiempo de recuperación es corto. No suprime la esteroidogenesis adrenal.

Otra característica propia de este fármaco es que puede producir una llamativa hipotensión, especialmente en perfusión rápida, en relación con vasodilatación periférica y disminución del retorno venoso, así como una disminución de la contractilidad miocárdica y caída del gasto cardiaco; por tanto, se debe evitar el uso de Propofol en perfusión rápida, pues puede producir una severa hipotensión. No modifica el tono vascular pulmonar ni suprime la vasoconstricción pulmonar hipóxica.

El propofol puede ser un buen agente sedante en el paciente con traumatismo encéfalo Craneal (TEC), debido a sus efectos nivel neurológico: disminuye el consumo de oxígeno y el flujo sanguíneo cerebral, esto implica una disminución de la presión intracraneal (PIC).

En clínica INDISA utilizan un protocolo para decidir el tipo de sedación a emplear en

cuanto al tiempo que cada paciente permanecerá en VM (Anexo 3).

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Antecedentes de la investigación

Una investigación realizada el año 2011 por investigador Georgios Tzanis et al.¹⁵, tuvo como objetivo averiguar si el uso de mediciones de la PIMáx con válvulas unidireccionales podría ser útil para diagnosticar la debilidad que sufre la musculatura inspiratoria adquirida en UCI. Se estudiaron 64 sujetos sometidos a ventilación mecánica invasiva por más de 72 horas. La válvula unidireccional tuvo la característica de ser independiente a la capacidad de cooperación por parte del paciente. La estancia de los sujetos en la unidad de paciente crítico fue de aproximadamente 26 ± 18 días. Los resultados del estudio demostraron que los pacientes que obtuvieron debilidad inspiratoria adquirida en UCI requirieron un periodo de destete más prolongado que los que no presentaron dicha debilidad. Se consideró una medida de 36 cmH₂O como corte para predecir este riesgo, por lo tanto los pacientes con PIMáx bajo este valor tenían un mayor periodo de extubación (Anexo 4). Los investigadores concluyeron que la evaluación de la PIMáx con válvula unidireccional es útil para la detección temprana de la debilidad inspiratoria adquirida en UCI¹⁵.

Otro estudio prospectivo observacional descriptivo realizado el 2008 por Carusso et al.¹⁶, publicado por la revista Clinics, investigó las variaciones que tendría la PIMáx con el tiempo en pacientes críticamente enfermos con ventilación mecánica para verificar posibles predictores de estas variaciones. Los criterios de inclusión de este estudio fueron 116 pacientes adultos para los que estaba prevista una ventilación mecánica prolongada mayor a 72 horas y los criterios de exclusión fueron: tórax inestable, enfermedad arterial coronaria conocida, hemorragia alveolar, la presión arterial media por debajo de 70 mm Hg o enfermedad neuromuscular periférica. Los pacientes estaban

sedados con midazolam y fentanil, y se evaluaba 3 veces al día con la escala de Ramsay. Se usó un manómetro aneroide capaz de registrar presiones de hasta 150 cm de H₂O unido al tubo oro-traqueal o traqueotomía del paciente, y el otro lado se unió a una válvula unidireccional de baja resistencia que no permitía efectividad en la prueba. Se realizaron mediciones diarias de la PIM_{áx} y se consideró como variable influyente en esta medición la sedación prescrita por el médico. La mayoría de los pacientes presentaron bajos valores de la PIM_{áx} en los primeros y últimos días de ventilación mecánica (Anexo 5). Este estudio comprobó que alrededor del 40% de los pacientes ventilados tienen una disminución en la presión inspiratoria máxima durante la ventilación mecánica, valores que alcanzan los 25 cmH₂O. Los niveles más profundos de sedación también se asociaron con una disminución de la PIM_{áx} durante la VMI ¹⁶.

2.2.2 Revisión bibliográfica

Muchas personas que requieren VM pueden ser extubadas en menos de 3 días ³. Sin embargo, al menos un 30% de éstas pueden presentar dificultades en el destete y requerirán más tiempo en el ventilador ³. Estas dificultades varían entre los sujetos en función de su edad, sexo, comorbilidades existentes y el estado nutricional. Además influirán diversos factores como la inadecuada mecánica ventilatoria, aumento del trabajo respiratorio, insuficiencia cardíaca y debilidad muscular inspiratoria o fatiga.

Pareciera ser que uno de los modos de ventilación mecánica que influyen de manera inmediata en la hipotrofia diafragmática es la VMC, en donde el ventilador entrega todo el trabajo respiratorio y el sujeto no tiene la posibilidad de gatillar estímulos inspiratorios ¹⁷. Numerosos estudios han demostrado que luego de 12 a 18 horas con VMC existe una hipotrofia importante de las fibras musculares (tanto lentas como rápidas) del diafragma de un ratón. Además, existe una importante pérdida de masa muscular esquelética ¹⁷ (Anexo 6).

Sin embargo, Levine et al ¹⁷., reafirmó que luego de 18 a 69 horas de VMC resultan en hipotrofia del diafragma en el humano, y con esto, una disminución del área de sección transversal de las fibras musculares ¹⁸. Además la VMC promovería el daño de los músculos intercostales externos, que son indispensables en la fase inspiratoria, debido a un daño estructural de las fibras musculares, similar al daño diafragmático, a consecuencia de áreas focales de miofibrillas fragmentadas junto con aumento de vacuolas lipídicas en el músculo ¹⁸.

Otro estudio reciente sugiere que la VM con modo presión de soporte puede limitar el catabolismo de proteínas inducida por el ventilador ¹⁹. Sin embargo se desconoce si este modo de ventilación retardaría o prevendría la atrofia diafragmática inducida por el ventilador, ya que no se realizaron mediciones de esta variable.

En cuanto a los cambios estructurales del diafragma inducidos por VMI, se dice que existe una desorganización miofibrilar y alteraciones en la estructura de la línea Z con aumento de las vacuolas de los lípidos citoplasmáticos ²⁰.

Le Bourdelles et al. en el año 1994, usó un modelo de ratas sometidas a VMI con el cual se pudo demostrar que en 48 horas con VMC existe una reducción en la producción de la fuerza específica tetánica máxima diafragmática (fuerza por área de sección transversal) ²¹.

Es factible que el diafragma senescente puede ser más sensible a la disfunción diafragmática inducida por VMC. Criswell et al. en el año 2003 estudió los efectos acumulativos del envejecimiento de la función diafragmática en las ratas de edad adulta y senescentes con VMC. Sus resultados indicaron que el envejecimiento no exacerba el deterioro en la fuerza del diafragma inducida por VMC. Sin embargo, en comparación con los animales adultos jóvenes no ventilados, la producción de la fuerza diafragmática específica máxima fue 13% menor en las ratas senescentes (Anexo 7) ²².

Estudios investigaron la hipotrofia muscular del diafragma durante la ventilación a nivel molecular, encontrando una disminución en la síntesis protéica del músculo y una

aceleración de la degradación protéica. En aproximadamente 6 horas de VMI controlada, disminuiría el 30% de síntesis protéica mixta y un 65 % en la tasa de síntesis protéica de cadena pesada de miosina, y se mantendrían constantes al menos 18 horas de VMC. Además se activarán varias proteasas que realizarán una proteólisis diafragmática, como lo son la calpaina, caspasa-3 y el sistema ubiquitina/proteasoma³.

La investigación realizada por Shanely et al. en el año 2002 en EEUU indica que las proteínas contráctiles actina y miosina se oxidan en el diafragma durante una VMI prolongada, aumentando las especies reactivas de oxígeno (ROS), lo cual disminuiría la capacidad antioxidante en el músculo¹⁷. Las mitocondrias serían las principales responsables del aumento de ROS durante la VM prolongada. El incremento de la degradación protéica antioxidante podría ser precursora de la disociación entre el ARNm y los niveles protéicos diafragmáticos¹⁷. Por tanto, una prevención de estrés oxidativo podría proteger al diafragma contra su atrofia y disfunción contráctil (Anexo 8).

Algunos factores secundarios a la ventilación mecánica, que podrían causar una disminución tanto en la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios son la malnutrición y el consumo de fármacos. La malnutrición proteicocalórica (MPC) provocaría una disminución en la masa muscular estriada, incluyendo a los músculos de la respiración. Esta disfunción se podría asociar a que la disminución del soporte de sustratos energéticos no cumpliría con las demandas de las fibras musculares, por lo tanto estas sufrirían alteraciones estructurales. Es así, como la MPC provocaría alteraciones neurofisiológicas y en su función, como la disminución del número de fibras, aumento de fibras de contracción lenta y cambios bioquímicos²³.

Es conocida la utilización de ciertos fármacos en la unidad de cuidados intensivos debido a la proceso de intubación, que provocara ansiedad y miedo en el paciente. Estos medicamentos más el uso de la ventilación se ha correlacionado bastante a efectos negativos en la función contráctil del diafragma²³.

El estudio de Scott et al. en el año 2010 mencionó que el deterioro de la fuerza

diafragmática se relacionó con la cantidad de sedación recibida. Sin embargo, no se pudo determinar si el uso de sedantes es un factor de riesgo independiente para la debilidad diafragmática en pacientes con VMI, o simplemente un marcador de períodos más prolongados de VM³.

Un estudio reciente del año 2011 determinó los días en que se debilitaría la musculatura respiratoria gracias a la VMI más la administración de sedantes²⁴. Los resultados demostraron que en cinco días de ventilación mecánica más sedación produciría una grave alteración de la contractilidad de membrana de la fibra muscular con cambios en la remodelación estructural de los niveles celulares y traducción proteica contráctil²⁴.

Vaschetto R et al. realizó una investigación aleatorizada prospectiva en el año 2013, en la cual evaluó los diferentes efectos fisiológicos en la interacción de usuario-ventilador asociados a sedación profunda con Propofol a dosis $2,52 \pm 0,71$ mg/ml. Se consideraron 14 pacientes intubados a VMI con presión de soporte a causa de enfermedades respiratorias agudas, y se midió la actividad eléctrica del músculo diafragma durante 1 minuto, para estimar su gasto energético, junto con los gases arteriales. Sus resultados indicaron que el estado de sedación profunda provoca una disminución en la señal eléctrica neural y aumento de CO₂ arterial, lo que generó cambios en el patrón respiratorio²⁵.

Otros medicamentos como los bloqueadores neuromusculares se utilizan comúnmente para facilitar la VM, ayudar al tratamiento de la presión intracraneal (PIC), y disminuir el consumo oxígeno. Dos estudios recientes indican que el uso de éstos exacerba la disminución de la contractibilidad del diafragma inducida por VMI controlada en ratas²². Los corticosteroides son empleados comúnmente para las insuficiencias respiratorias agudas, y éstos provocarían una miopatía inducida por esteroides, tanto locomotora como de los músculos respiratorios. Sin embargo, estudios de Maes et al, realizados con metilprednisolona, sorprendentemente indican que este proporcionaría una protección parcial contra la atrofia diafragmática inducida por VMC

y su disfunción ²⁶. Este hecho protector de los glucocorticoides parece estar asociado con la inhibición de la proteasa calpaína la cual está ligada a la proteólisis diafragmática ²⁶.

La debilidad de la musculatura diafragmática en los seres humanos por VMI es conocida en la UCI. Estudios sugieren que esta debilidad provocaría una disfunción notoria en la PIMáx de los pacientes con VM prolongada ²⁷. Recientemente, se demostró que en los pacientes críticamente enfermos con ventilación mecánica sometidos a entrenamiento de resistencia, la PIMáx mejora con el tiempo por razones no establecidas plenamente, mientras que la PIMáx se deterioró en los pacientes sin este entrenamiento ⁹.

Muchos estudios indicaron que la PIMáx es notablemente inferior en pacientes después de una VM prolongada. Los usuarios que no soportan la desconexión del ventilador tendrían una musculatura inspiratoria significativamente más débil en comparación con los que pudieron desconectarse de la VM, y por tanto, un valor de PIMáx descendido ⁸. Se sabe que una prolongada ventilación mecánica controlada (VMC) promueve una disminución progresiva de la fuerza específica del diafragma dependiente del tiempo ²⁸.

La función del diafragma es un factor determinante en el éxito del destete de VMI, y ésta se evalúa con la valoración de la PIMáx. Las mediciones de la PIMáx son condicionalmente fáciles de realizar, sin embargo un estudio realizado el año 2011 por el investigador Jaber et al. ²⁴ y compañía sugirió que un valor disminuido de esta medición suele reflejar un esfuerzo submáximo a causa de descoordinación o baja cooperación en lugar de la real debilidad de la musculatura respiratoria del paciente. La frecuencia respiratoria y el volumen corriente también se controlan con facilidad, sin embargo el patrón de respiración superficial rápida se atribuye al fracaso del destete, pero es inespecífica y no indica realmente disfunción muscular respiratoria ²⁴.

Aunque la retirada de la VM es exitosa en la mayoría de los casos, existe un 20% de

pacientes que no logran el destete. Además, dicho destete representa más del 40% del tiempo total de la VM, y esta proporción varía en función a la etiología de la insuficiencia respiratoria ²⁹.

Se piensa que al entrenar la musculatura diafragmática puede aportar al destete de la ventilación mecánica, sin embargo, un estudio reciente demostró que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria no redujo el período de destete, pero sí aumentó significativamente la fuerza muscular respiratoria (a través de la PIM_{ax}) y el volumen corriente ³⁰. Otros estudios en humanos han demostrado que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria, en especial del diafragma, aumenta la fuerza respiratoria y a su vez facilita el destete. El investigador Martin et al. realizaron un ensayo controlado aleatorizado para comprobar si el entrenamiento de la fuerza muscular inspiratoria mejoraría los resultados del destete en los pacientes. Este entrenamiento se realizó con un dispositivo inspiratorio umbral, puesto a presión máxima tolerada, que llevo a cabo por 35 sujetos asignados al azar, junto a otros 34 que realizaron un tratamiento simulado. Los resultados reflejaron que el entrenamiento inspiratorio aumenta la presión inspiratoria máxima y mejora los resultados del destete en comparación con los de tratamiento simulado ³¹.

Es esperado que durante largas estancias en UCI las personas tiendan a desarrollar un des-acondicionamiento de toda su musculatura, incluyendo los músculos respiratorios ³. Como explicamos anteriormente, se genera una atrofia del músculo además de su disfunción contráctil ³. Es por esto que en numerosos hospitales y clínicas utilizan kinesiología respiratoria en todos los pacientes que caen en esta unidad, evitando así, que progresen las complicaciones pulmonares y fallo en el destete ³².

Investigaciones de Cader SA et al. ³³ sugieren que el entrenamiento con ejercicios de respiración que incluyen la válvula unidireccional y humidificación del aire inspirado, es eficaz para aumentar la eliminación de las secreciones, y así evitar posibles dificultades pulmonares y retrasó el destete en los pacientes con VM. Además, la intervención de entrenamiento muscular inspiratorio aumentó significativamente la PIM_{ax} y redujo

significativamente el Índice de respiración rápida y superficial (Índice de Tobin), los cuales se consideran buenos índices de extubación ³³.

Una publicación del año 2003 demostró que en pacientes dependientes de VM con enfermedad grave que se les hace entrenamiento de la musculatura inspiratoria mejora significativamente los valores de la PIM_{max} de una media de 22,5 a 54 cmH₂O (aumento de 140% de presión) ³⁴. Las posibles hipótesis de por qué estos sujetos se verían beneficiados son ³⁴:

- 1) El tratamiento de la disfunción de la bomba muscular inspiratoria.
- 2) Normalización de los patrones de respiración.
- 3) La rutina de los ensayos de respiración sin ayuda de los pacientes.
- 4) Efectos no específicos de formación.

Un estudio realizado el año 2000 propuso una hipótesis respecto a la disminución de fuerza diafragmática asociada al ventilador, la cual sería provocada por el ya mencionado estrés oxidativo que existe en la VMI a causa de la promoción de la proteólisis en el diafragma. Los ejercicios de la musculatura respiratoria con resistencia elevan la capacidad antioxidante del músculo, contrarrestando los efectos de las Especies Reactivas de Oxígeno (ROS) por liberación de enzimas antioxidantes, sin embargo las condiciones y necesidades de los pacientes en VMI no permiten esta intervención a menudo ³⁵.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación a realizar es de tipo descriptiva, es decir, el propósito es describir situaciones y eventos asociados al fenómeno estudiado. El diseño de la investigación corresponde a un diseño no experimental transeccional descriptivo comparativo ³⁶, ya que se realizará sin manipular deliberadamente variables, en este caso buscamos observar los cambios generados en la PIMáx de pacientes extubados, comparada con los valores normales de referencia; en una muestra de usuarios determinados, en un tiempo o momento dado.

3.2 MATERIALES

Se recolectó el material atingente para efectuar la medición; entre los que se encuentran el pimómetro digital micro RPM fabricado por Micro Medical, y que será facilitado por la clínica, boquillas para el uso individual del pimómetro e instructivos para la realización de la de medición (Anexo 9). Un estudio realizado el año 2011 reveló el alto grado de confianza que tiene este pimómetro digital, y por tanto la fiabilidad en la utilización de este aparato evaluativo para la investigación ³⁷.

3.3 POBLACIÓN

La población de este estudio está conformada por pacientes internados en la UCI Coronaria y General de la Clínica INDISA, expuestos a VMI y prontos a ser extubados desde el 8 de agosto al 31 de enero del 2014.

3.4 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Ésta fue compuesta por la población universo que cumplió con las variables y los criterios de inclusión de la investigación. La muestra se escogió por conveniencia con el fin de que ésta sea realmente representativa a lo que nuestro estudio quiso demostrar. Es importante asegurar un tamaño muestral superior a 21 casos, la cual fue calculada por el test de comparación de dos medias, con un nivel de confianza o seguridad de 95%, poder estadístico del 90%, precisión de 10, para así obtener información suficiente que permita crear conclusiones válidas desde el punto de vista estadístico (Anexo 10)³⁶.

3.5. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los criterios de inclusión son:

- Usuarios mayores de 18 años de edad, que se encuentren dentro de la UCI general y coronaria de la Clínica Indisa, que voluntariamente participarán del estudio
- Usuarios destetados de ventilación mecánica invasiva
- Tiempo en ventilación mecánica invasiva mayor a 48 horas

Los criterios de exclusión son:

- Presentar comorbilidades respiratorias crónicas
- Presentar dolor mayor a 30/100 mm en escala de EVA
- Pacientes con bloqueo neuromuscular (coma inducido)
- Usuarios con TQT
- Usuario con alguna dificultad en la comprensión de instrucciones o afasia comprensiva

3.6 VARIABLES

Uno de los aspectos importantes de la investigación a realizar son las variables que puedan influir en la toma de la PIMáx. Éstas incluyen aspectos como el tipo de sedación que utilizó el usuario en VMI, la cual está dada bajo los parámetros que decida el médico a cargo, sin embargo, las utilizadas más comúnmente según el protocolo de la Clínica Indisa son Ramifentanilo, Fentanilo, Propofol y Dexmedetomidina. Se incluye también el estado de sedación del paciente, la que será comprobada según la escala de SAS, con el paciente idealmente en nivel 4. El modo de ventilación mecánica (controlada, asistida o ventilación con soporte de presión) también es una variable a tomar en cuenta, ya que influye de manera directa en nuestro estudio. El fallo en el destete será considerado ya que los pacientes recién extubados tienen la probabilidad de volver a intubarse en un plazo de 48 horas. El dolor también será considerado, evaluándolo según la Escala Visual Análoga (EVA), para la que idealmente consideraremos 30/100 cm EVA. Edad y sexo son definitivamente uno de los parámetros más relevantes a considerar dentro de las variables fundamentales para la toma de PIMáx.

3.6.1 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Determinante Conceptual	Determinante Operacional
Edad	Tiempo de existencia desde el nacimiento.	Años cumplidos (Intervalar)
Sexo	Condición orgánica masculina/femenina de animales y plantas.	Femenino/Masculino (Nominal)
PIMáx Estándar	Máxima presión generada por los músculos inspiratorios al realizar una inspiración forzada. Parámetros determinados por Black y Hyatt.	cmH ₂ O (Intervalar continua)
PIMáx Muestral	Máxima presión generada por los músculos inspiratorios al realizar una inspiración forzada. Dependiente del usuario extubado.	cmH ₂ O (Intervalar continua)
Nivel de Sedación	Estado médico controlado de depresión de la conciencia.	Escala SAS (1-7) (Ordinal)
Nivel de Dolor	Experiencia sensorial y emocional generalmente desagradable que experimentan los seres vivos que disponen de SNC.	Escala EVA (1-10 mm) (Ordinal)

Tiempo en ventilación mecánica	Tiempo en que la persona está conectada al ventilador con presión positiva.	Días de ventilación mecánica (Intervalar)
Modo de Ventilación Mecánica	Variable controlada	Nominal
Nivel de Disnea	Nivel de esfuerzo necesario para que aparezca la dificultad respiratoria que se suele traducir en falta de aire	Escala de Borg Modificada (1-10) (Ordinal)
Frecuencia Cardíaca	Contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo	Latidos por minuto antes y después de la prueba (Intervalar)
Frecuencia Respiratoria	Número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un determinado tiempo	Respiraciones por minuto antes y después de la prueba (Intervalar)
Saturación de Oxígeno	Contenido de oxígeno de una muestra de sangre expresado como porcentaje de su capacidad	Porcentaje de transporte de Oxígeno (Intervalar)

3.7 HIPÓTESIS

Como Hipótesis Nula (H_0)³⁶ de nuestro estudio se puede afirmar que no existe una diferencia significativa entre los valores de PIMáx normales propuestos por Black y Hyatt y los valores encontrados en la medición realizada a los usuarios extubados.

$H_0: \mu_1 \geq \mu_2$ (PIMáx muestral \geq PIMáx estándar)

Como Hipótesis Alternativa (H_a)³⁶ de la investigación planteamos que si el usuario se encuentra con VMI por más de 48 horas, se debería encontrar una disminución en la fuerza de la musculatura inspiratoria (PIMáx) en relación a los valores normales propuestos por Black y Hyatt.

$H_a: \mu_1 < \mu_2$ (PIMáx muestral $<$ PIMáx estándar)

- $\{P(\text{rechazar } H_0/H_a \text{ verdadera})\} = \alpha$, donde α es el nivel de significancia.

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO³⁶

Se realizó un análisis descriptivo de las principales variables, considerando en el estudio las medidas de tendencia central (promedio, media y moda) y de variables medidas de dispersión (varianza y desviación estándar), complementando con análisis crítico.

- Test de Hipótesis: comparación entre la medición de la PIMáx en pacientes extubados y su valor estándar.
- Test de Hipótesis utilizando los valores de PIMáx en mujeres.
- Test de Hipótesis utilizando los valores de PIMáx en hombres.
- Tabla de contingencia, en la cual se entrecruzaron las variables de edad sexo y PIMáx.

La prueba estadística que se utilizará para la comprobación de la hipótesis en cuestión será la prueba T, ya que evaluaremos si existe algún cambio significativo al momento de comparar dos medias de alguna de las variables cuantitativas en el estudio³⁶.

La fórmula de la T de Student es:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

Donde $(\bar{X})_1$ es la media de un grupo, $(\bar{X})_2$ es la media del otro grupo, S_1^2 es la varianza del primer grupo, N_1 es el tamaño del primer grupo, S_2^2 es la varianza segundo grupo cuadrado y N_2 es el tamaño del segundo grupo ³⁶.

4 ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

En cuanto a los aspectos éticos de la investigación, estarán respaldados a través de una Carta de Consentimiento otorgada por uno de los Kinesiólogos de la Clínica Indisa, para de esta forma evitar cualquier complicación al momento de realizar la prueba a los pacientes seleccionados (Anexo 11).

Esta comisión aprobó nuestra investigación el día 24 de septiembre del 2013.

5 RESULTADOS

Durante el periodo de medición, que abarcó los meses de septiembre a enero de 2014, se logró obtener el número de 21 pacientes que ingresaron al proceso de extubación, de éstos el 52% fueron de sexo femenino y el 48% de sexo masculino. Los sujetos presentaron edades que abarcaron desde los 18 a los 85 años y cada uno de ellos mostró diferentes diagnósticos al momento de ingresar a la unidad de cuidados intensivos de la

Clínica Indisa.

La muestra de 21 pacientes evaluados arrojó como resultado un valor promedio PIMáx de 35,8095 y un valor promedio PIMáx teórico de 96,9981, con una desviación típica de 11,65598 y 22,75275 respectivamente, se presentan en la tabla N° estos resultados 1

TABLA N° 1

Análisis comparativo de promedios PIMáx y PIMáx teóricos de pacientes evaluados en la investigación.

Evaluación	Media	Tamaño muestra	Desviación típica	Error típico de la media
Valor PIMáx	35,8095 cmH ₂ O	21	11,66	2,544
Valor PIMáx TEÓRICO	96,9981 cmH ₂ O	21	22,75	4,965

Al obtener los resultados de la prueba estadística T se logró confirmar la hipótesis del estudio. Ésta plantea que la fuerza inspiratoria máxima se ve disminuida al utilizar VMI comparándola con los valores de referencia del estudio de Black y Hyatt, demostrado en el gráfico 1. Al utilizar la prueba estadística T, pudimos realizar una comparación entre dos promedios de variables, en la cual se relacionó el mejor valor de PIMáx con su PIMáx teórico en donde se obtuvo una diferencia promedio de -61,18875, de la diferencia de los valores alcanzados PIMáx con el PIMáx teórico lo que demuestra que existe una diferencia significativa entre ambos promedios (Tabla 2). Al realizar un intervalo de confianza del 99% para la diferencia de los promedios de PIMáx alcanzado y teórico se determina un intervalo cuyo límite inferior es -77,65854 y cuyo límite

superior es de -44.71860, al ser ambos límites negativo están indicando que existe una diferencia significativa entre ambos promedios demostrando que el PIMáx teórico es significativamente mayor (Tabla 3).

Gráfico 1: Comparación entre PIMáx teórica y muestral.

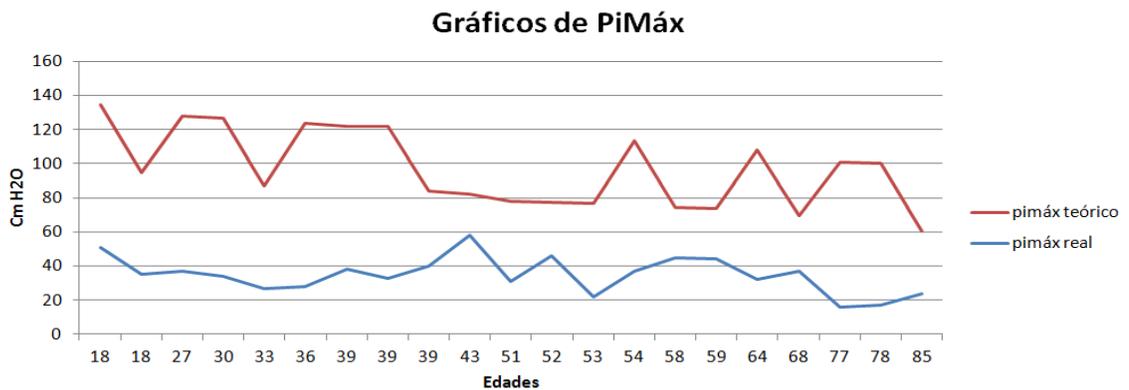


TABLA N° 2

Análisis de diferencias de medias de evaluación de PIMáx y PIMáx teórico de pacientes evaluados en la investigación.

Test	Media	Desv. Típica	Estadístico T	g.l.	Sign.
PIMáx muestral - PIMáx TEÓRICO	-61.188	26,526	-10,571	20	0.000

TABLA N° 3

Intervalos de confianza para la diferencia de medias PIM_{áx} y PIM_{áx} teórico de pacientes evaluados.

Test	Intervalo de confianza 99%	
	Límite inferior	Límite superior
PIM _{áx} muestral – PIM _{áx} teórica	- 77,658	- 44,718

Respecto a la comparación entre el sexo masculino y femenino expresado en el gráfico 2, ambos logran un promedio similar en cuanto a las variables más altas de PIM_{áx} muestral de cada uno, siendo levemente mayor el resultado de las mujeres con respecto al de los hombres. El sexo femenino alcanzó un promedio de -39 cmH₂O en comparación con los -32,2 cmH₂O de los hombres. En el caso de las mujeres hay un déficit en comparación con el valor teórico de -39,08 cmH₂O entre el valor de la PIM_{áx} obtenido y la real, en cambio en los hombres se demuestra una diferencia de -85,34cmH₂O entre los dos valores. Es decir, los hombres alcanzaron el 27,456% en comparación con el valor promedio de PIM_{áx} teórico y las mujeres un 49,947% de su valor teórico correspondiente.

Gráfico 2: Comparación de PIM_{áx} teórica y muestral por sexo.

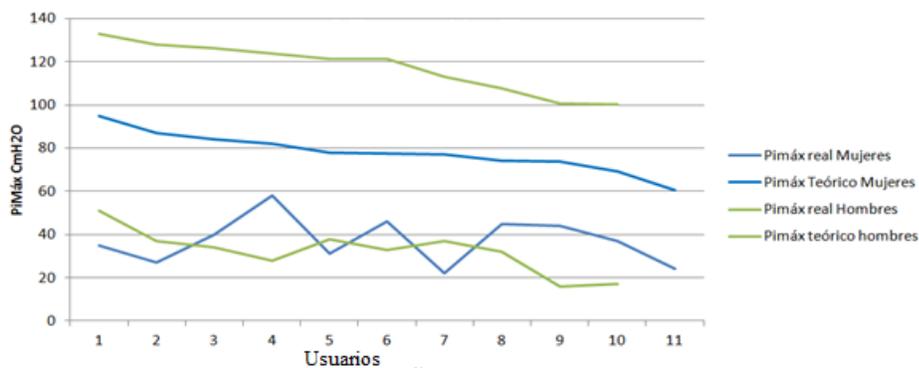


TABLA N° 4

Distribución valores PIMáx por sexo.

Valor PIMáx	Tamaño muestra	Media	Desv, típica	T	g.l.	Sign,
Mujeres	11	39,0	12,38	1,354	19	0,196
Hombres	10	32,2	10,264			

En la tabla N° 5, se presenta el análisis comparativo por sexo para los PIMáx teóricos, en el cual se demuestra que existen diferencias significativas entre hombres y mujeres, con promedios superiores de hombres.

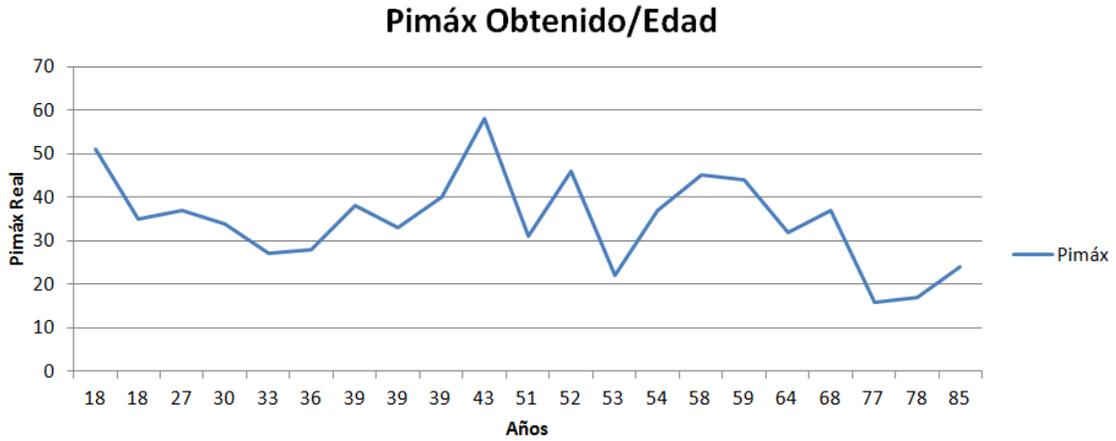
TABLA N° 5

Análisis PIMáx teórico por sexo.

PIMáx teórico	Tamaño muestra	Media	Desv, típica	T	g.l.	Sign,
Mujeres	11	78,08	9,09	-8,671	19	0,000
Hombres	10	117, 80	11,83			
Intervalo de confianza al 99%			Límite inferior		-52,82	
			Límite superior		-26,61	

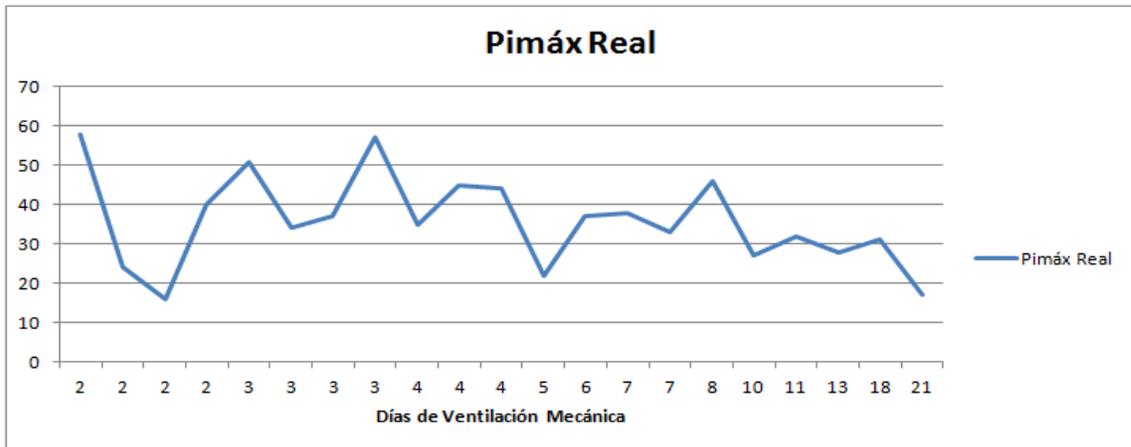
En el gráfico 3 se buscó representar la relación existente entre la edad y los valores obtenidos en la prueba de PIMáx y la edad de los pacientes, llegando a la conclusión de que no existe una relación directa entre el aumento de edad y el descenso en la PIMáx muestral, sin embargo en los extremos del gráfico podemos observar que en las edades más seniles se ve una diferencia significativa en comparación a los más jóvenes.

Gráfico 3: PIMáx muestral relacionada a la edad.



En el gráfico 4 se relacionan los días de VMI con la PIMáx muestral, en el cual se puede observar que si bien la relación entre las variables anteriormente mencionadas no es directa, si se logra identificar una disminución en la fuerza inspiratoria máxima con respecto a los días de VMI.

Gráfico 4: PIMáx Muestral.



4. DISCUSIÓN

La presente investigación buscó caracterizar y cuantificar los cambios que se producirían en los valores de la PIMáx de sujetos mayores de 18 años expuestos a ventilación mecánica invasiva por más de 48 horas, comparándolos con los valores propuestos por la literatura. Todos los sujetos fueron medidos luego de completar las 3 horas post-extubación durante los meses de septiembre a enero del presente año.

Frente a esta situación se puede cuantificar cuál fue la disminución del valor de la PIMáx en éstos sujetos, lo que pretende ser una posible respuesta a nuestra pregunta inicial de investigación, ya que no existe suficiente evidencia con respecto a este tema en la literatura.

Las mediciones revelaron que existen cambios en los resultados de la muestra de PIMáx entre los pacientes extubados en UCI de la Clínica Indisa comparados con sus posibles valores teóricos, comprobado con el análisis estadístico, el cual demostró una diferencia de más de un 50%. Esto evidencia que sí existiría una pérdida en la fuerza de la musculatura inspiratoria asociada a la VMI mayor a 48 horas en su contexto de paciente UCI, lo cual se atribuiría a la pérdida de fibras musculares tipo I y II por la falta de actividad muscular dada por el ventilador, además de las alteraciones proteolíticas y aumento de la oxidación de las proteínas contráctiles que se nombraron en el estudio de D. Scott ³.

Una relación que buscaba encontrar nuestra investigación era la disminución de los valores de la PIMáx al aumentar el tiempo de VMI, sin embargo, el gráfico de estos resultados indicó que no existe una relación directa entre estas dos variables debido a que la presentación de éstos no es de manera lineal, pero si existe una clara tendencia a disminuir la PIMáx a mayor días de ventilación. Éstos resultados tienen cierta similitud con los del estudio realizado por Pedro Carusso et al. el año 2008, quien describe una disminución de los valores de la PIMáx en los extremos del gráfico de PIMáx / Días de

VM, demostrando que en los primeros y últimos días conectados al ventilador existía una baja considerable en estas mediciones. Sin embargo, este autor realizó evaluaciones diarias a los pacientes durante la ventilación mecánica a diferencia de nuestro estudio que sólo evaluó una vez extubado el sujeto ¹⁶.

Este estudio dio a conocer que no existe significancia en la relación de las variables edad y PIM_{max} de los sujetos de edad adulta comparado con los más jóvenes, sin embargo, luego de los 77 años, existe una tendencia a ser más bajos los valores de PIM_{max} en relación con los pacientes de menor edad, visualizando el deterioro que sufre el organismo al pasar los años. A diferencia del estudio realizado por Criswell et al., que identificó una disminución de un 13% de la fuerza diafragmática en ancianos comparado con jóvenes, nuestro estudio no pudo identificar una diferencia significativa entre las edades de los pacientes probablemente por el tamaño muestral, sin embargo, el estudio anterior fue realizado en ratas y no en humanos, por lo que no es permutable a un contexto real de paciente UCI ²³.

Se describió la relación del sexo, tanto femenino como masculino, con los valores de PIM_{max} obtenidos de las medidas. Los resultados arrojaron que existe una disminución significativa en los valores de la PIM_{max} del sexo masculino a diferencia del sexo femenino, a pesar que los valores obtenidos de ambos fueron similares. Esto se explica, debido a que los valores de referencia de ambos sexos son notoriamente diferentes, puesto que el hombre debe alcanzar mayores valores de PIM_{max} comparado con la mujer. En la muestra se obtuvo el promedio de edades de los grupos de ambos sexos que reveló ser similar, exponiendo un promedio de 50 años; por lo tanto, se logró observar que existe una diferencia considerable entre los dos sexos.

En este estudio los niveles altos de sedación en los sujetos ventilados tendieron a lograr menores valores de PIM_{max} en las mediciones, sin embargo, no se pudo establecer una relación concreta entre estas dos variables debido al tamaño muestral y la falta de información por parte de la literatura, pese a la investigación de Carusso et al que demostró que existía una disminución de la PIM_{max} relacionada a esta variable ¹⁷.

Las variables que fueron consideradas para evaluar el comportamiento y esfuerzo del paciente tras realizar la maniobra fueron la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, nivel de disnea y saturación. Éstas no sufrieron cambios significativos luego de ejecutar la toma de PIMáx, por lo que no se incluyeron en los resultados.

Es importante dar a conocer los sesgos y limitaciones que se encontraron en nuestro estudio para evitar posteriores confusiones. Encontramos distintos tipos de sesgos tales como los de selección que pueden ser cualquier factor que influya sobre la posibilidad en los sujetos seleccionados de participar o permanecer en el estudio ³⁸. En la investigación dependemos plenamente de las extubaciones que se produzcan en las diferentes UCI de la Clínica Indisa, ya que éstas son las que componen nuestra muestra, sin embargo, existe la posibilidad de que estos pacientes vuelvan a ser conectados a VMI antes de que se realice la toma de la PIMáx, disminuyendo así la población de nuestro estudio. Por otro lado están los sesgos de confusión, los cuales se dan cuando no observamos una asociación real entre el evento de nuestro estudio, por la acción de alguna variable que no es controlada ³⁸. Dentro de nuestra investigación uno de los principales sesgos de confusión es el encamamiento, debido a que nuestro estudio describe la disminución de la PIMáx asociada a los días de VMI, sin embargo, no consideramos la variable del reposo prolongado, el cual puede influir en la alteración de la musculatura esquelética. Por otro lado están las enfermedades respiratorias crónicas no pesquiasadas. Si bien, uno de los criterios de exclusión de nuestro estudio son dichas enfermedades, al ser los pacientes internados en la UCI de manera aguda, no podemos asegurar de que todos éstos no presenten este criterio, que puede influir en la fuerza diafragmática. También encontramos la toma de muestra de PIMáx, que si bien esta prueba está estandarizada para que todas las mediciones sean lo más similares posible, la motivación y estimulación que entregue cada profesional a su paciente es fundamental para el resultado, por lo que no podemos asegurar que los resultados sean fidedignos al ser tomados todos por distintos kinesiólogos.

Las limitaciones que se encontraron en el estudio fueron limitaciones de tiempo. El

tiempo que destinamos a la toma de la muestra no fue suficiente para obtener una población que pudiera ser representativa. Otras limitaciones que se pesquiso fueron de espacio, debido a que al realizarse la toma de muestra en la UCI de la Clínica Indisa, se vuelve muy acotada y/o restringida al lugar. Además mencionamos las limitaciones de material, puesto a que nuestro estudio se utilizó un Pimómetro Digital en lugar de un Pimómetro Aneroide, que es el instrumento validado para la toma de PIMáx.

Recopilando todos los datos expuestos anteriormente y relacionándolo en el contexto real de la persona, es importante reconocer la rehabilitación de la musculatura inspiratoria y la labor del kinesiólogo en atender esta disfunción, debido a todo lo que significa estar en UCI. La debilidad de la musculatura inspiratoria propiciaría la disminución de los volúmenes pulmonares junto con sus capacidades pulmonares, lo que llevaría a las personas a tener más dificultad al desarrollar sus actividades de la vida diaria. Por esto es de suma importancia el entrenamiento de la respiración para dar mayor resistencia y fuerza a estos músculos que están activos constantemente a lo largo del tiempo. La constante evaluación y rehabilitación propiciada por el kinesiólogo podría prevenir futuras complicaciones post-extubación y post-hospitalarios de los pacientes, reduciendo los costos médicos, días en cama y traumas psicológicos del usuario y la familia.

Nuestra investigación da pie a que futuras investigaciones sigan estudiando este fenómeno, el cual es muy común en los pacientes UCI y de suma importancia para el buen funcionamiento del organismo y desempeño en la vida diaria. Por tanto es pertinente hacernos las siguientes preguntas: Si está demostrado que a mayor tiempo conectados al ventilador los pacientes sufren un debilitamiento de la musculatura esquelética, de forma más particular la respiratoria, ¿Cómo podemos prevenir esta disfunción? ¿Qué estrategias de rehabilitación existirían para estas personas, previa a la VMI o durante ésta con el fin de prevenir esta disfunción? Si los niveles más profundos de sedación afectan la fuerza muscular inspiratoria ¿Será conveniente disminuir las dosis de los sedantes más fuertes o bien usar sedantes más suaves? Y por último, si el

kinesiólogo es el profesional que realiza todas estas evaluaciones con sus respectivas intervenciones en dicha musculatura ¿Será beneficioso o apropiado que todos los servicios de UCI obtengan sus prestaciones asociadas?

Es conveniente estudiar de forma más exhaustiva la relación de la debilidad de los músculos respiratorios y las variables expuestas en la investigación, para prevenir las complicaciones respiratorias post-extubados y posibles reintubaciones.

5. CONCLUSIÓN

Luego de realizar las mediciones de la PIMáx a los pacientes UCI de la Clínica Indisa, y compararlos con sus valores teóricos descritos en la literatura por Black y Hyatt, podemos concluir que estos sujetos al estar expuestos por más de 48 horas a ventilación mecánica invasiva, sufren una reducción de más de un 50% cmH₂O en sus valores de la PIMáx respecto a los de referencia, revelando la pérdida de fuerza en la musculatura inspiratoria junto con su hipotrofia. Por tanto, si existiría una relación entre el tiempo en ventilación mecánica invasiva y los valores de esta presión.

Otro importante hallazgo que resaltó nuestra investigación es la gran diferencia que existió en los resultados obtenidos por parte de los hombres a diferencia de las mujeres, puesto que éstos estuvieron más lejanos a alcanzar el valor teórico en comparación al sexo femenino. No obstante, ambos sexos no lograron ni la mitad de sus respectivos valores referenciales, propuestos por Black y Hyatt, demostrando un considerable descenso de la PIMáx tras pasar por el ventilador.

Si bien pudimos concretar los objetivos que nos propusimos al comienzo del estudio, los cuales eran comparar los resultados de la PIMáx respecto a sus valores teóricos y luego cuantificar cuánto es el cambio de esta variable en los pacientes tras pasar por VMI, no logramos relacionar todas de las variables establecidas en el instructivo de la investigación, a causa de no alcanzar el tamaño muestral de cada una de éstas o no obtener los datos en su tiempo real. No obstante, conseguimos instaurar una relación entre las principales variables que buscaba el estudio con su respectiva descripción, las cuales son los días de ventilación mecánica con los valores de la PIMáx.

Este estudio pretendió dar a conocer que existe una disminución de la PIMáx en los pacientes UCI tras pasar por el ventilador, sin embargo, los datos extraídos en los resultados no lograron fundamentar por qué sucede el descenso de ésta variable, debido a que existen muchas variantes que pueden alterar el buen funcionamiento de los músculos inspiratorios en esta situación. Es por esto que creemos importante desarrollar

nuevas hipótesis y futuras investigaciones respecto a este tema, con el fin de tratar estas variantes y prevenir el futuro desenlace de esta disfunción. Una interrogante que creemos fundamental estudiar es la relación que existiría entre la sedación y la fuerza de la musculatura respiratoria. Además es importante establecer una estrategia de intervención acorde a las demandas de estos sujetos, considerando el contexto en el que se encuentran, siendo un amplio contenido en el campo de la rehabilitación.

Cabe destacar que la existencia de una disminución de la PIM_{máx} en relación a los valores de referencia, justificarían protocolos o estrategias de intervención guiadas por kinesiólogos en el entrenamiento de la musculatura respiratoria en este tipo de unidades, debido a que es éste el profesional que se encarga de rehabilitar dicha musculatura con el fin de mejorar la compliance pulmonar, y con esta, mejorar la capacidad del individuo para desarrollar las diferentes actividades de la vida diaria post hospitalario.

6. REFERENCIAS

1. E. Peabody, Rubinfeld, GD. Caldwell. Incidence and outcomes of acute lung injury. *N Engl J Med* 2005; 353:1685-1693.
2. AHCPR. Hospital Inpatient Statistic. Rockville, Md: AHCPR; Healthcare Cost and Utilization Project HCUP Research Note. September 1999; No. 99-0034
3. De Jonghe, Bernard MD; Bastuji-Garin, Sylvie MD, PhD; Durand, Marie-Christine MD; Malissin, Isabelle MD, et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness; *Home*. September 2007; vol 35 n.9.
4. Ramirez Barrera et al, Empleo de la ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos, *Revista de la asociación de medicina crítica y terapia intensiva*, septiembre/octubre 2002
5. Andrea N. Kavazis, D. Scott K, Sanford Levine. Prolonged mechanical ventilation alters diaphragmatic structure and function. *July* 2010; 347-53.
6. Tobin M. Advances in mechanical ventilation. *N Engl J Med* 2001; 344:1986-1996.
7. Alia I, Anzueto A, Esteban A, Frutos F, L Brochard, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. 2002; 287(3):345-55.
8. Cruz Mena, E. Moreno Bolton, R. *Aparato Respiratorio Fisiología y Clínica*. Santiago de Chile: Mediterraneo; 2004.
9. Celli BR. Home mechanical ventilation. In *Principles and practice of mechanical ventilation*. Tobin MJ ed. McGraw-Hill. 1994; 619-629.
10. Eid RA; Calegario S; Faissol G; Saghabi C; T. Timenetsky K; Taniguchi C, et al. Low mechanical ventilation times and reintubation rates associated with a specific weaning protocol in an intensive care unit setting: a retrospective study. *Clinics (Sao Paulo)*; Septiembre 2012, 67(9):995-1000.
11. Borzone T Gisella, Leiva G Alicia, Lisboa B Carmen, Mangelsdorff G Günther,

- Martínez S Alejandro. Potencia de los músculos inspiratorios en insuficiencia cardíaca crónica y en enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Rev. méd. Chile*. 2001; 129(1): 51-59.
12. Black and Hyatt. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and relationship to Age and Sex. *Am Rev of Resp Dis*, 1969; vol 99
 13. De Vito, EL. Principio de funcionamiento de los equipos del laboratorio pulmonar. Transductores de presión. *Rev Arg Med Respir*. 2006; 4:106-119.
 14. C. Galleguillos, E. Romero, P. Cornejo, Tobar, T. Fuentes, R. Lira, et al. Método para la evaluación de la confusión en la unidad de cuidados intensivos para el diagnóstico de delirium: adaptación cultural y validación de la versión en idioma español. *Med. Intensiva Barcelona*. 2010; vol 34 n.1
 15. Tzani G, Zervakis D, Karatzanos E, Vasileiadis I, Dimopoulos S, Pitsolis T, et al; Maximum inspiratory pressure, a surrogate parameter for the assessment of ICU-acquired weakness. 2011; vol 11.
 16. Carusso P, Simão Carnieli D, Harue Kagohara K, Anciães A, Santos Segarra J, Deheinzelin D. Trend of Maximal Inspiratory Pressure in Mechanically Ventilated Patients: Predictors. *Clinics*. 2008; 63(1): 33–38.
 17. Shanely RA, Zergerogly MA, Lennon SL. Mechanical ventilation-induced diaphragmatic atrophy is associated with oxidative injury and increased proteolytic activity. *Am J Respir de Crit Care Med*. 2002; 166:1369-1374.
 18. Levine S, Nguyen T, N Taylor. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med*. 2008; 358:1327-1335.
 19. Bernard N, Matecki S, Py G. Effects of prolonged mechanical ventilation on respiratory muscle ultrastructure and mitochondrial respiration in rabbits. *Intensive Care Med*. 2003; 29:111–118.
 20. Caiozzo VJ, Sassoon CS, Zhu E. Assist-control mechanical ventilation attenuates ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Am J Respir de Crit Care Med*. 2004, 170: 626-632.
 21. Le Bourdelles G, Viires N, Boczkowski J. Effects of mechanical ventilation on

- diaphragmatic contractile properties in rats. *Am J Respir de Crit Care Med.* 1994; 149: 1539-1544.
22. Criswell DS, Shanely RA, superiores JJ. Mechanism of specific force deficit in the senescent rat diaphragm. *Respir Physiol.* 2003; 124: 2302-2308.
 23. J. M. Rodríguez González M, P. de Lucas Ramos, Y. Martínez Abad. Función de los músculos respiratorios en la desnutrición y en el enfermo crítico; *Arch Bronconeumol*; 2002; 38 (3): 131-6.
 24. Jaber S., Jung B., Matecki S, and albahaca J Petrof; Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction - human studies confirm animal model findings. *Diary List Crit Care.* 2011; Vol 15.
 25. Vaschetto R, Cammarota G, Colombo D, Giovanniello A, Grossi F, Longhini F, et al. Effects of Propofol on Patient-Ventilator Synchrony and Interaction During Pressure Support Ventilation and Neurally Adjusted Ventilatory Assist. *Crit Care Med.* 2013 Aug 26.
 26. Maes K, Testelmans D, Cadot P. Effects of acute administration of corticosteroids during mechanical ventilation on rat diaphragm. *Am J Respir de Crit Care Med.* 2008; 178. :1219-1226
 27. Vassilakopoulos T, Zakynthinos S, Routsis C. The tension-time index and the frequency/tidal volume ratio are the major pathophysiologic determinants of weaning failure and success. *Am J Respir of Crit Care Med.* 1998; 158: 378-385.
 28. B. Azeredo, C. Caldeira, Nemer, J. Guimara, S. Barbas. Gago, R. Souza, P. Evaluation of maximal inspiratory pressure, tracheal airway occlusion pressure, an its ratio in the weaning outcome. *Hospital de Clinicas de Niterói, Rua La Salle 12, Centro-Niterói, Rio de Janeiro CEP 24020-090, Brasil; 2009.*
 29. Carlucci A, Ceriana P, Prinianakis T, Fanfulla F, Colombo R, S Nava; Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation; *Crit Care*; 2009; 13 (3):97.
 30. Condesa RL, Brauner JS, Saúl 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. Division of Critical Care Medicine. Hospital de Clínicas to Porto Alegre, Brazil; *J Physiother*; 2013; 59 (2):101-7.

31. Harman E, González-Rothi RJ, Layon AJ, Martin AD, Smith BK, et al. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial, *Crit Care* 2011; 15 (2): R84.
32. *Revista chilena de medicina intensiva*. 2004; vol 19(4): 197.
33. Cader SA, de Souza Vale RG, Zamora VE, Costa CH, Dantas EH; Extubation process in bed-ridden elderly intensive care patients receiving inspiratory muscle training: a randomized clinical trial. *Clin Interv Aging*. 2012; 7:437-43.
34. Sprague SS, Hopkins PD; Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Phys Ther* 02. 2003; 83 (2):171-81.
35. ARDS Net. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000; 342:1301-1308.
36. Hernández Sampieri R. Fernández Collado C. Baptista Lucio P. Metodología de la Investigación 4ta Edición, México: Mc Graw Hill. 2006, cáp. 8-10.
37. Dimitriadis Z, Kapreli E, Kinstantinidou I, Oldham J, Strimpakos N; Test/Retest Reliability of Maximum Mouth Pressure Measurements with the MicroRPM in Healthy Volunteers; *Respir Care*; 2011; 56 (6): 776-782.
38. Hernández Ávila M. Garrido F. Salazar-Martínez E. Sesgos en estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México*/ vol.42, no.5, septiembre-octubre de 2000.

7. ANEXOS

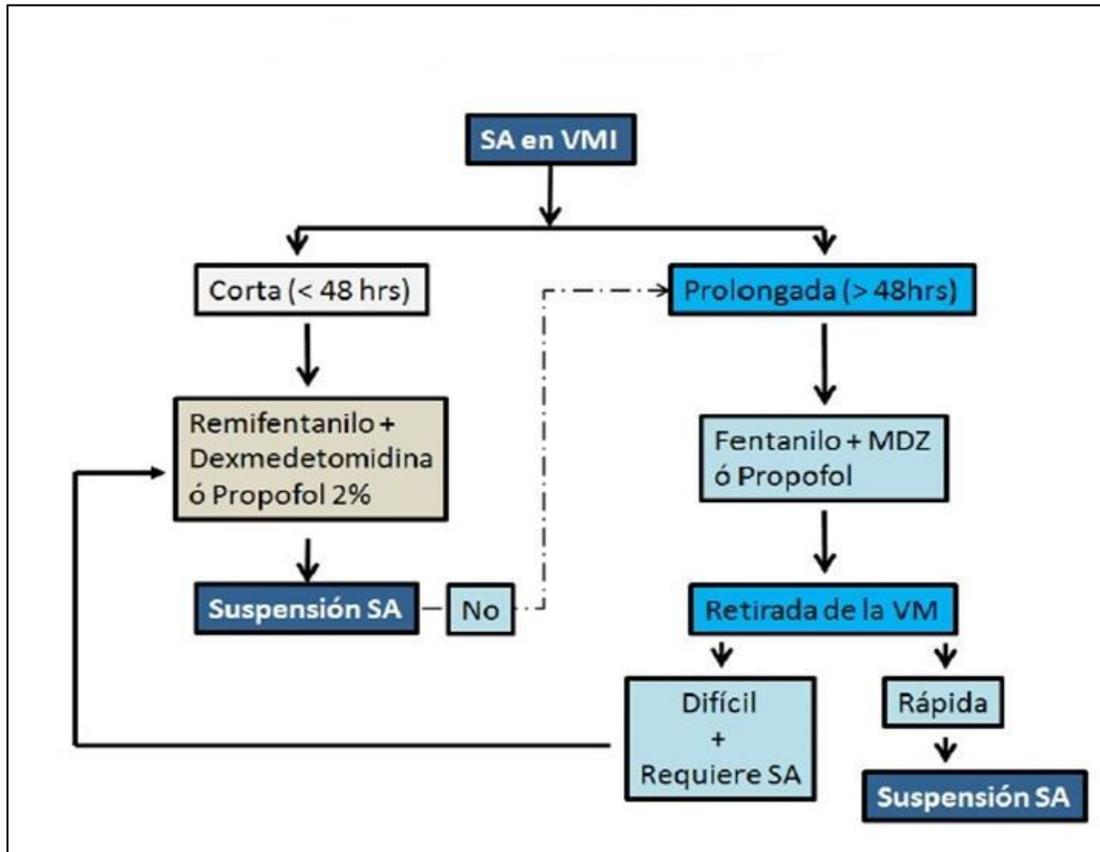
Anexo 1: Carta Gantt

Carta Gantt primer semestre

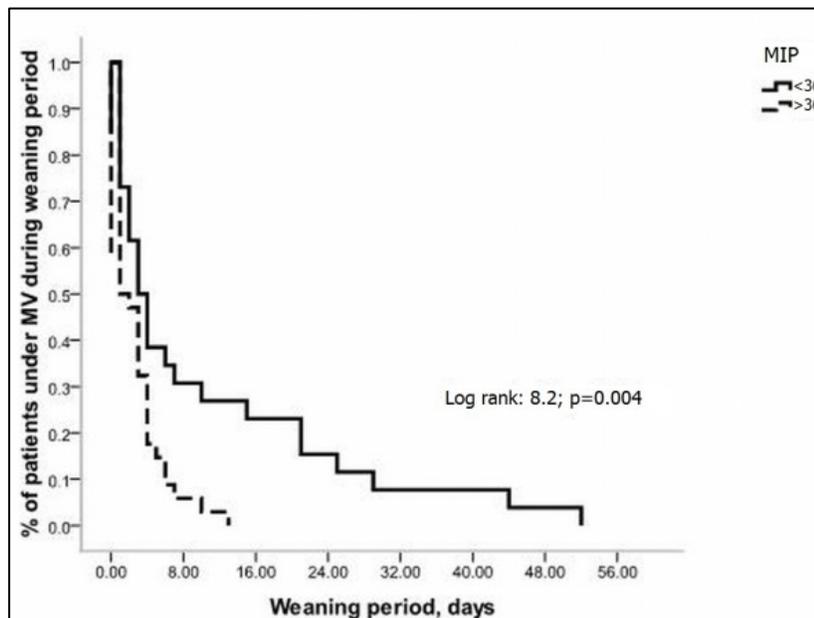
Actividad/ Semana	03- abr	10- abr	17- abr	24- abr	01- may	08- may	15- may	22- may	29- may	05- jun	12- jun	19- jun
Decisión del tema												
Revisión bibliográfica												
Definición de preguntas:												
Población												
Intervención												
Comparación												
Out Come												
Informe del tema												
Introducción												
Analizar: Factibilidad												
Ventaja Comparativa												
Implicancia Clínica												
Revisión bibliográfica												

Argumento e ideas principales												
Formar redes con autores												
Revisión bibliográfica												
Hipótesis del Problema												
Resumir Bibliográfica												
Empezar el marco teórico												
Definición actuales												
Resumir Bibliográfica												
Diseño teórico												
Problemas, hipótesis, población												
Resumir Bibliográfica												
Corrección marco teórico												
Presentación Marco Teórico												
Entrega Matriz												

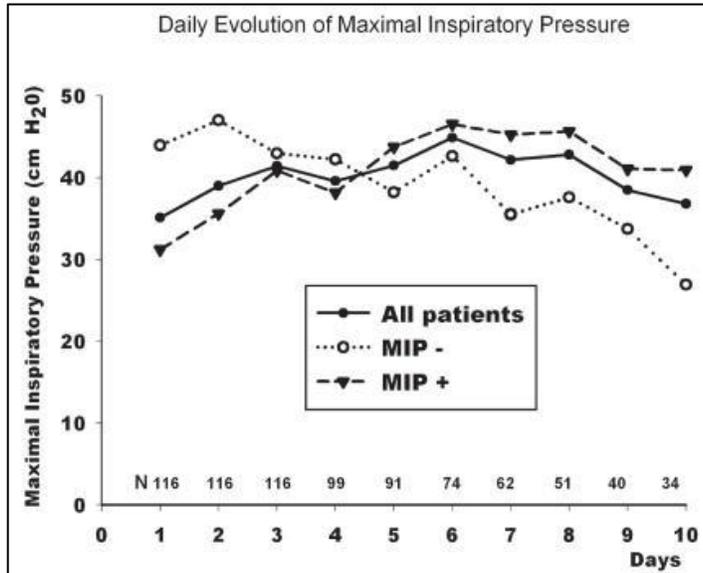
Anexo 3: Protocolo de sedación clínica INDISA para la VM.



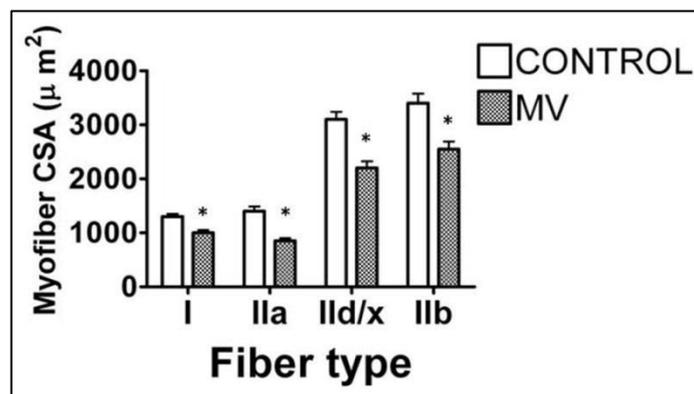
Anexo 4: Curvas de Kaplan-Meier de la probabilidad de permanecer bajo VM después del destete con respecto a la PIMáx (valor de corte 36 cm H₂O).



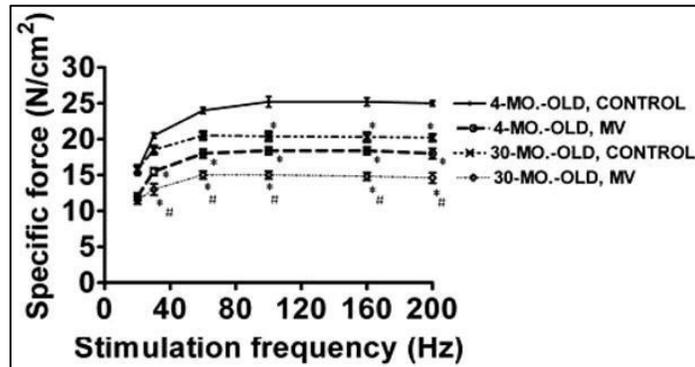
Anexo 5: Tabla de evolución diaria de la presión inspiratoria máxima.



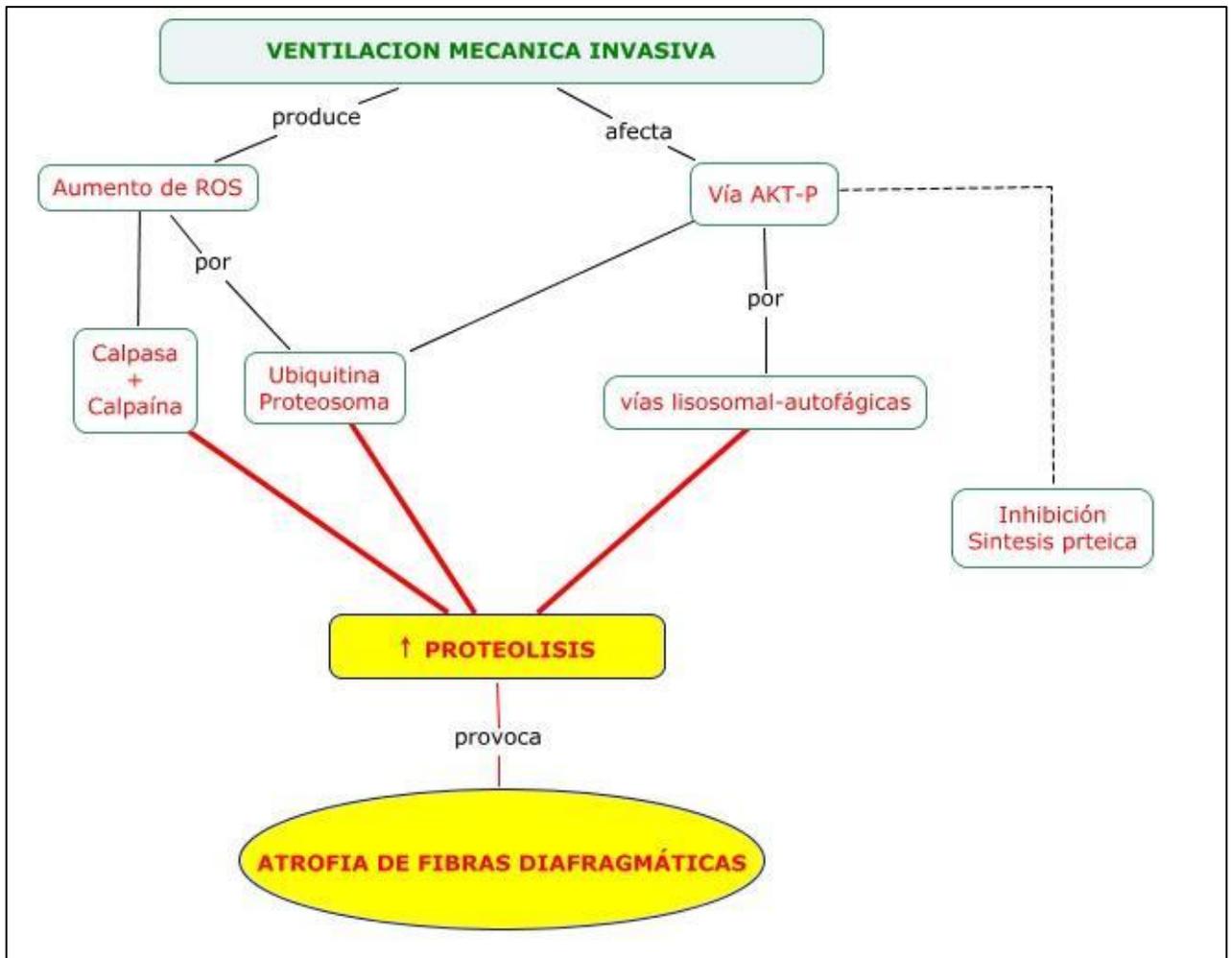
Anexo 6: VM prolongada por más de 18 horas resulta en un aumento significativo de las fibras musculares del diafragma en las ratas.



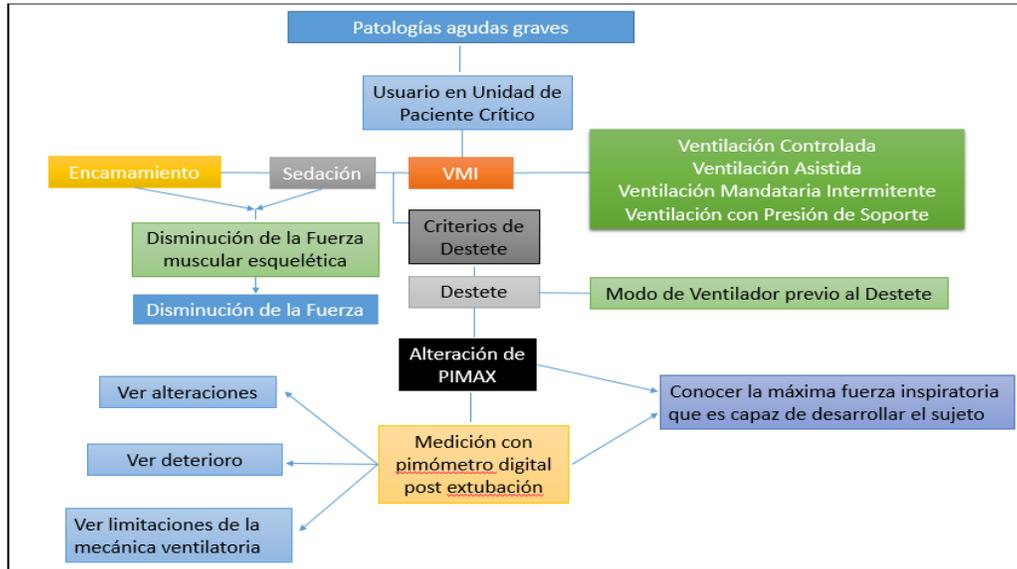
Anexo 7: Respuestas de la ventilación mecánica prolongada en la producción de fuerza específica del músculo diafragma para ratas adultas jóvenes (4 meses de edad) y senescentes (30 meses de edad).



Anexo 8: Efectos de la ventilación mecánica invasiva en el músculo diafragma⁵.



Anexo 9: Mapa conceptual propuesto por nuestro estudio sobre los efectos de la ventilación mecánica invasiva sobre la musculatura inspiratoria.



Anexo 10: Determinación de la Muestra

COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS	
(Se pretende comparar si las medias son diferentes)	
Indique número del tipo de test	
Tipo de test (unilateral o bilateral)	1 UNILATERAL
Nivel de confianza o seguridad (1- α)	95%
Poder estadístico	90%
Precisión (d)	10,00
(Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar, datos cuantitativos)	
Varianza (S^2)	120,00
(De la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia)	
TAMAÑO MUESTRAL (n)	21
EL TAMAÑO MUESTRAL AJUSTADO A PÉRDIDAS	
Proporción esperada de pérdidas (R)	15%
MUESTRA AJUSTADA A LAS PÉRDIDAS	24

Anexo 11: Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

CARACTERIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA POST EXTUBACIÓN EN PACIENTES CRÍTICOS MAYORES DE 18 AÑOS DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DE CLÍNICA INDISA

Nombre de investigadores: Amara Aguilar D.

María Francisca Gil Q.

Muryel Laubreaux G.

Carolina Pérez M.

Investigador responsable: Prof. Elizabeth Benz, Prof. Felipe Castillo.

Teléfonos: 92246802

Lo invitamos a participar en nuestro proyecto de investigación titulado “Caracterización de la evaluación de la Presión Inspiratoria Máxima post extubación en pacientes críticos mayores de 18 años de la Unidad de Cuidados Intensivos de Clínica Indisa”, debido a la necesidad de aumentar el conocimiento sobre la fuerza de la musculatura inspiratoria, y así poder cuantificar esta supuesta disminución.

El objetivo de nuestra investigación se basa en que creemos necesario evidenciar qué consecuencias puede generar el uso de la ventilación mecánica invasiva en el sistema músculo esquelético, específicamente en la musculatura inspiratoria, ya que nuestro estudio hará una comparación de los parámetros de fuerza en dicha musculatura según los rangos normales de las PIMáx propuestos por la literatura. Por lo tanto buscamos cuantificar u objetivar de esta forma, la existencia de algún tipo de cambio en la musculatura inspiratoria a través de la utilización de esta medición.

Procedimiento: Si usted acepta que los datos obtenidos de su medición sean utilizados, será sometido al siguiente procedimiento:

Realización de la toma de PIMáx, el cual es un examen de rutina realizado en UCI, que será explicado y ejecutado por el Kinesiólogo a cargo. Solo serán utilizados los datos de su medición.

Riesgos: La medición no presenta ningún riesgo, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión de nuestra investigación.

Costos: Todos los exámenes del estudio y costos inherentes a la realización del mismo serán aportados por el equipo de la Clínica Indisa, sin costo alguno para usted durante el desarrollo de este proyecto.

Beneficios: Su participación en este estudio será muy significativa para el progreso del conocimiento y el mejor tratamiento respecto a la rehabilitación del área respiratoria, específicamente en los pacientes UCI.

Alternativas: Si usted decide no participar en esta investigación está en todo su derecho.

Compensación: Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación en el estudio.

Confidencialidad: Toda la información derivada de la participación de este estudio será conservada en forma de estricta confidencialidad, lo que incluye el acceso de los investigadores o instituciones involucradas en la investigación. Cualquier publicación o comunicación científica de los resultados de la investigación será completamente anónima.

Información adicional: Usted o el médico tratante serán informados si durante el desarrollo de este estudio surgen nuevos conocimientos o complicaciones que puedan afectar su voluntad de continuar participando en la investigación.

Voluntariedad: La participación en esta investigación es totalmente voluntaria y él se puede retirar en cualquier momento comunicándolo al investigador. De igual manera, el investigador podrá determinar su retiro del estudio si considera que esa decisión va en su beneficio.

Complicaciones: En el improbable que usted presente complicaciones directamente dependientes de los estudios realizados, recibirá el tratamiento médico completo de dicha complicación, financiado por el equipo de investigadores, y sin costo alguno para usted o su sistema previsional. Esto no incluye las complicaciones propias de su enfermedad y de su curso natural.

Derechos del participante: Si usted requiere cualquier otra información sobre su participación en este estudio puede llamar a:

Investigador principal: María Francisca Gil. Fono: 82388520

Presidente comité de ética: Dr. Raúl Torres B. Fono: 98945677

Conclusión:

Después de haber recibido y comprendido la información de este documento y de haber podido aclarar todas mis dudas, otorgo mi consentimiento para participar en el proyecto “Caracterización de la evaluación de la Presión Inspiratoria Máxima post extubación en pacientes críticos mayores de 18 años de la Unidad de Cuidados Intensivos de Clínica Indisa”.

Nombre del Participante.

Firma

Fecha

Nombre del investigador

Firma

Fecha

Anexo 12: Instructivo para la medición.

Instructivo para medición de PIMAX

Para poder realizar una correcta medición de la Presión inspiratoria máxima es fundamental seguir el siguiente instructivo con el fin de obtener datos fidedignos para nuestra investigación.

Medición de la PIMáx: Se generarán presiones máximas al nivel de la boca para poder valorar la fuerza de la musculatura inspiratoria. El instrumento que utilizaremos es el Pimómetro Digital RPM.

La maniobra debe ser realizada 3 horas después del proceso de destete.

1. Realizar un correcto lavado de manos
2. Evaluación del paciente (Signos vitales y auscultación)
3. Explicar en qué consiste la maniobra al usuario
4. La maniobra debe ser realizada con el sujeto en sedente.
5. Se debe colocar la pieza bucal al usuario y verificar su correcto posicionamiento, para posteriormente colocar una pinza nasal.
6. Se le solicita al paciente que por unos segundos mantenga una respiración tranquila, a volumen corriente para permitir una adaptación de éste al dispositivo
7. El operador se debe posicionar por detrás del sujeto o a su lado, sosteniendo el dispositivo con ambas manos.
8. Para permitir la maniobra de PIMáx, le solicitaremos al sujeto que espire completamente hasta llegar a su volumen residual.

9. Luego de llegar al volumen residual, se le solicita que inspire profundamente. La maniobra debe durar como mínimo 2 segundos, en la que debemos permitir la estabilidad del registro.
10. Al finalizar la medición se deberá limpiar el aparato y los conectores con alcohol.
11. Lavado de manos posterior a la medición.

Cabe señalar que la obtención de mediciones adecuadas y fidedignas depende del esfuerzo que realice éste. Por ello, es fundamental la incentivación que realice el operador de la prueba sobre el usuario. Se debe observar en todo momento si se produce alguna fuga por el posible mal cierre de los labios. Como mínimo se debe obtener 3 maniobras, y hasta un máximo de 8. Se debe dar un descanso entre maniobras de 30 a 60 segundos.

Criterios de inclusión para la toma de PIMAX

Se realizará la prueba de PIMAX a los usuarios que presenten alguno de los siguientes criterios.

- Usuarios mayores de 18 años de edad, que voluntariamente participarán del estudio
- Ambos sexos
- Pacientes que no presenten comorbilidades respiratorias tipo crónicas
- Usuarios destetados y extubados de ventilación mecánica invasiva (VMI)
- Tiempo en ventilación mecánica invasiva mayor a 48 horas
- Si el usuario presenta dolor deberá ser menor a 30/100 mm en escala de EVA
- Usuarios sin traqueotomía
- Usuarios que no presenten alteración en la comprensión de instrucciones (cooperador)
- Usuarios que no requieran de ventilación mecánica no invasiva (VMNI) post extubación

Criterios de exclusión para la toma de PIMAX

- Usuarios menores de 18 años de edad
- Presentar comorbilidades respiratorias crónicas
- Haber sostenido menos de 48 horas la ventilación mecánica invasiva antes de ser destetado
- Signos inmediatos de falla del destete. (alteraciones ortostáticas y/o hemodinámicas)
- Presencia de estridor audible
- Presentar dolor mayor a 30/100 mm en escala de EVA
- Pacientes con bloqueo neuromuscular (coma inducido)
- Usuarios con TQT
- Usuario con alguna dificultad en la comprensión de instrucciones o afasia comprensiva.

Recolección de datos:

Fecha:

Hora:

Nombre del usuario:

ID del usuario:

Edad:

Sexo:

Diagnóstico:

Días en ventilación mecánica:

Fecha y hora de extubación:

Tipo de sedación (última dosis indicada en hoja de enfermería):

Mejor valor de PIMAX:

SAS (último antes de extubar):

VM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> TT	Uso de oxigenoterapia:
Cpap + Ps	<input type="checkbox"/>	Naricera (litros de O ₂)	<input type="checkbox"/>
Pav +	<input type="checkbox"/>	Mascarilla Venturi (FiO ₂)	<input type="checkbox"/>

Importante: Antes y después de la prueba se deben valorar los siguientes datos.

	FC	FR	Sat O ₂
Antes			
Después			

DISNEA (Escala de Borg):

DOLOR (Escala de EVA):

Anexo 1. Escala de EVA

Sin dolor _____ Máximo dolor

Tabla 2. Escala de Disnea de Borg

	0	Sin disnea
	0,5	Muy, muy leve. Apenas se nota
	1	Muy leve
	2	Leve
	3	Moderada
	4	Algo severa
	5	Severa
	6	
	7	Muy severa
	8	
	9	
	10	Muy, muy severa (casi máximo)
	•	Máxima

Anexo 13: Excel de pacientes

Nombre	ID del usuario	Edad	Sexo	Diagnóstico	Día de VM	Fecha y hora de extubación	Tipo de sedación
1	188885-4	18	F	Intoxicación por medicamentos	4	26/11/2013	sin sedación
2	182970.k	33	F	Sepsis de foco abdominal	10	27/09/2013 16:00	
3	185399-6	39	F	Metrorragia masiva	2	15/10/2013	propofol, pentanil
4	187533-7	43	F	IRA + EPA	2	02/11/2013 17:50	Fentanyl
5	186396-9	51	F	Neumonía aspirativa	18	18/11/2013 22:30	Fentanyl
6	186578-1	52	F	Cirrosis biliar	8	05/10/2013 16:40	Presedex
7	188024-1	53	F	Sepsis de foco abdominal	5	18/11/2013	Fentanyl + presedex
8		58	F	Obstrucción intestinal operada	4	04/09/2013 16:45	
9	183391.k	59	F	Shock hipovolémico	4	20-sep	
10	184916-6	68	F	Urgencia Dialítica	3	12/10/2013 13:00	sin sedación
11	183866-0	85	F	Insuficiencia renal aguda	2	30/09/2013 13:00	
12	192570-9	18	M	Sección traumática de arteria y vena femoral der	3	04/01/2014	
13	192378-1	27	M	PLT y TBC	6	06/01/2014 19:00	Fentanyl
14	189217-7	30	M	Insuficiencia resp + neumonia	3	28/11/2013 14:40	Fentanyl
15	187497-7	36	M	Neumonía atípica	13	19/11/2013 16:00	Fentanyl + presedex
16	191390-5	39	M	Insuficiencia renal	7	27/12/2013	dexmedetomidina
17	184895-k	39	M	NAC ATS IV	7	16/10/2013 15:45	Presedex
18	191263-1	54	M	Shock hipovolémico	3	22/12/2013 19:30	Presedex
19	186330-4	64	M	Cirugía abdominal	11	21/12/2013	
20	185027-k	77	M	Neuropatía	2	16/10/2013 13:45	Fentanyl
21	182201	78	M	IAM	21	10/09/2013 19:20	

Mejor valor de PIMAX	Pimax teorico	SAS	VM	TT	Fr antes/después	FC antes / después	Sat O2 antes/después	Disnea	EVA
35	94,82		cpap + ps		22/24	103/135	97/97	0	0
27	87,17	4		X	23 / -	123/95	97 / 97	1	30
40	84,11	4	cpap + ps		14 /18	113/124	97/ 98	7	30
58	82,07	4		X	11 13	110/110	98/98	2	10
31	77,99	4		X	21/21	110/113	96/97	2	40
46	77,48	4	cpap + ps		21/19	54/74	96/95	0	0
22	76,97	4		X	20/33	89/94	99/98	0	0
45	74,42	4	cpap + ps		23/18	92/98	99/ 98	3	10
44	73,91	3		X	20/21	99/ 99	98 / 94	3	40
57	69,32			X	16/16	105/68	99 / 99	2	0
24	60,65	2	cpap + ps		22/24	81/80	98/ 98	1	0
51	133,1	3	cpap + ps		18/20	71/72	98/99	0	0
37	128,15	3		X	12 14	70/77	95/96	1	10
34	126,5	4		X	26/30	90/96	94/95	3	10
28	123,7	4	cpap + ps		13/17	75/90	96/93	0	0
38	121,55	3	cpap + ps		14/13	114/116	97/98	0	0
33	121,55	4	Pav +		19 / 22	75/82	98 / 97	4	0
37	113,3	4	cpap + ps		13/15	55/79	99/97	0	0
32	107,8	3	cpap + ps		18/18	102/103	99/98	0	0
16	100,65	3	cpap + ps		17/18	71/73	90 /91	7	0
17	100,1	2		X	17 / 18	55/57	100 / 100	5	40

