



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado

**Impacto del entrenamiento muscular inspiratorio
instrumentado en el período de destete de ventilación
mecánica en pacientes de la Unidad de Cuidados
Intensivos del Hospital Nacional Dos de Mayo entre
mayo – octubre 2023**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en
Medicina Física y de Rehabilitación

AUTOR

Diana HERRERA CARHUAS

ASESOR

Dra. Graciela Claudia Karina ARTICA AGUIRRE

Lima - Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Herrera D. Impacto del entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado en el período de destete de ventilación mecánica en pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Dos de Mayo entre mayo – octubre 2023 [Proyecto de Investigación de segunda especialidad]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina/Unidad de Posgrado; 2023.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Diana Herrera Carhuas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42984151
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-5038-3451
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Graciela Claudia Karina Artica Aguirre
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	19908593
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-9594-7875
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Graciela Claudia Karina Artica Aguirre
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19908593
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Alan Edward Calderón Berrio
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42103729
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jhovana Carhuallanqui Bastidas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10257309
Datos de investigación	

Línea de investigación	NO APLICA
Grupo de investigación	NO APLICA
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Latitud: -12.055924 Longitud: -77.0156908
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023
URL de disciplinas OCDE	Otros temas de medicina clínica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.28



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Vicedecanato de Investigación y Posgrado



PROGRAMA DE SEGUNDA ESPECIALIZACION EN MEDICINA HUMANA

INFORME DE CALIFICACIÓN

MÉDICO: HERRERA CARHUAS DIANA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO INSTRUMENTADO EN EL PERÍODO DE DESTETE DE VENTILACIÓN MECÁNICA EN PACIENTES DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO ENTRE MAYO - OCTUBRE 2023

AÑO DE INGRESO: 2018

ESPECIALIDAD: MEDICINA FISICA Y DE REHABILITACION

SEDE: HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO

Lima, 26 de abril de 2023

Doctor

JESÚS MARIO CARRION CHAMBILLA

Coordinador del Programa de Segunda Especialización en Medicina Humana

El comité de la especialidad de MEDICINA FÍSICA DE REHABILITACIÓN

ha examinado el Proyecto de Investigación de la referencia, el cual ha sido:

SUSTENTADO Y APROBADO

OBSERVADO

OBSERVACIONES:

NOTA:

17

C.c. UPG

*Comité de Especialidad
Interesado*


**Dra. GRAZIELA CLAUDIA KARINA ARTICA
AGUIRRE**

**COMITÉ DE LA ESPECIALIDAD DE
MEDICINA FÍSICA Y DE REHABILITACIÓN**



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú, Decana de América
Facultad de Medicina
Unidad de Posgrado



INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD N° 0125-2023

El Vicedecano de Investigación y Posgrado y Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, deja constancia que el:

Proyecto de Investigación Titulado:

IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO INSTRUMENTADO EN EL PERÍODO DE DESTETE DE VENTILACIÓN MECÁNICA EN PACIENTES DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO ENTRE MAYO - OCTUBRE 2023

Presentado por el / La Médico: **HERRERA CARHUAS DIANA**

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en: **MEDICINA DE REHABILITACION**

Ha sido sometido a evaluación de originalidad, con el programa informático de similitudes Software TURNITIN con **Identificador de la entrega N°: 2049213459**

En la configuración del detector se excluyeron:

- Textos entrecomillados
- Bibliografía
- Cadenas menores de 40 palabras
- Anexos

El resultado final de similitudes fue del **9%**

Por lo tanto, el documento arriba señalado cumple con los criterios de originalidad requeridos.

Operador del software: **MC Eddie Enrique Vargas Encalada**

Lima, marzo de 2023



Firmado digitalmente por IZAGUIRE
SOTOMAYOR Manuel Hernan FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 31.03.2023 11:54:17 -05:00

Dr. MANUEL IZAGUIRE SOTOMAYOR
Vicedecano de Investigación y Posgrado

ÍNDICE

CONTENIDO

CAPÍTULO I: DATOS GENERALES	4
1.1. TÍTULO	4
1.2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN	4
1.3. AUTOR	4
1.4. INSTITUCIÓN	4
1.5. ENTIDADES O PERSONAS CON LAS QUE SE COORDINARÁ EL PROYECTO	4
1.6. DURACIÓN	4
1.7. CLAVE DEL PROYECTO	4
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
2.1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	6
2.1.3. FUNDAMENTOS	8
2.1.3.1. MARCO TEÓRICO	8
2.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
2.2. HIPÓTESIS	16
2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA	17
2.4.1. JUSTIFICACIÓN LEGAL	17
2.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICO- CIENTÍFICO	17
2.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	19
3.1. TIPO DE ESTUDIO	19
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	19
3.3. UNIVERSO DE PACIENTES QUE ACUDEN A LA INSTITUCIÓN	19
3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO	19
3.5. MUESTRA DE ESTUDIO	19
3.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	19
3.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	19
3.6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	20
3.7. VARIABLES DE ESTUDIO	20

<u>3.7.1 INDEPENDIENTE:</u>	20
<u>3.7.2 DEPENDIENTE:</u>	20
<u>3.7.3 INTERVINIENTE:</u>	21
3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	21
3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	1
3.10. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	1
CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	3
4.1. PLAN DE ACCIONES	3
4.2. ASIGNACIÓN DE RECURSOS	3
4.2.1. RECURSOS HUMANOS	3
4.2.2. RECURSOS MATERIALES	3
4.3. PRESUPUESTO O COSTO DEL PROYECTO	4
4.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	4
CAPÍTULO V: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	1
CAPÍTULO VI: ANEXOS	3
ANEXO N° 1	3
ANEXO N° 2	1
ANEXO N° 3	1
ANEXO N° 4	1

CAPÍTULO I: DATOS GENERALES

1.1. TÍTULO

IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO INSTRUMENTADO EN EL PERÍODO DE DESTETE DE VENTILACIÓN MECÁNICA EN PACIENTES DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO ENTRE MAYO – OCTUBRE 2023.

1.2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Unidad de Cuidados Intensivos

1.3. AUTOR

M.C. Herrera Carhuas Diana

1.4. INSTITUCIÓN

Hospital Nacional Dos de Mayo

1.5. ENTIDADES O PERSONAS CON LAS QUE SE COORDINARÁ EL PROYECTO

- Servicio de Medicina Física y de Rehabilitación del Hospital Nacional Dos de Mayo
- Servicio de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Dos de Mayo
- Oficina de Docencia e Investigación del Hospital Nacional Dos de Mayo.

1.6. DURACIÓN

06 meses calendario

1.7. CLAVE DEL PROYECTO

Entrenamiento muscular inspiratorio, Treshold, destete, ventilación mecánica, unidad de cuidados intensivos.

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En determinadas circunstancias, el sistema respiratorio se sustituye por un sistema de soporte vital conocido como ventilación mecánica, que suministra aire a los pulmones a través de una interfaz mediante presión positiva. A pesar de sus muchas ventajas, el uso prolongado de la ventilación mecánica en pacientes críticos puede deteriorar sus músculos periféricos e inspiratorios como consecuencia de infecciones, hipoxia, desnutrición e hipercapnia ¹.

2.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Ventilación Mecánica aproximadamente entre el 33% y el 53% de los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) utilizan este fármaco.²

Hay muchas razones por las que un paciente puede requerir el apoyo de un ventilador mecánico, entre ellas tenemos la protección de las vías respiratorias en un paciente obnubilado o con vías respiratorias dinámicas (traumatismo o infección orofaríngea), insuficiencia respiratoria hipercapnia por disminución de la ventilación minuto, insuficiencia respiratoria hipoxémica por falta de oxigenación, angustia cardiovascular por la cual la ventilación mecánica puede descargar los requerimientos de energía de la respiración (Hickey SM, 2022); pero la razón más común es el nivel bajo de oxígeno severo debido a una infección como la neumonía (Martin Tobin, 2017).

Los ventiladores mecánicos se utilizan para suministrar altas concentraciones de oxígeno a los pulmones, ayudar a eliminar el dióxido de carbono y reducir la cantidad de energía que el paciente gasta en respirar para que su cuerpo pueda centrarse en combatir la enfermedad o curarse, para respirar por una persona que no lo puede realizar debido a una lesión en el sistema nervioso, como el cerebro o la médula espinal, o que tiene músculos muy débiles, para respirar por un paciente que está inconsciente debido a una infección grave, acumulación de toxinas o sobredosis de drogas (Martin Tobin, 2017).

La ventilación mecánica prolongada aumenta el riesgo de infecciones asociadas al ventilador, isquemia traqueal, daño pulmonar y disfunción del músculo diafragmático en los pacientes, todo lo cual aumenta el riesgo de muerte.³

La intubación, una vía aérea artificial, la presión pulmonar positiva administrada, la toxicidad del oxígeno, la infección secundaria y otros factores pueden causar complicaciones. La duración de la intubación es un factor predictivo importante de los problemas (Dr. Carlos López-Candiani, 2007).

Los pacientes que necesitan ventilación mecánica están expuestos a periodos prolongados de reposo. Esta circunstancia es un factor de riesgo para el desarrollo del síndrome de inmovilización prolongada, que afecta a la función motora, y del

síndrome de des acondicionamiento físico que se asocia a deterioro metabólico y sistémico después de 24 horas de reposo absoluto (Monsalve A, 2019).

La inactividad muscular generalizada fomenta el desarrollo de atrofia e instauración de debilidad adquirida en UCI, ya sea por miopatía o polineuropatía del paciente crítico, mientras que la presión positiva suministrada por el ventilador mecánico causa que el diafragma y el resto de los músculos inspiratorios caigan en un estado de hipo movilidad, lo cual genera deterioro funcional, desequilibrio entre las cualidades físicas de fuerza y resistencia, instauración de debilidad en músculos inspiratorios (DMI) y alteraciones en la dinámica respiratoria de forma proporcional a la duración de la ventilación mecánica.²¹

De todos los pacientes sometidos a ventilación mecánica, se estima que alrededor del 64% desarrollará debilidad de los músculos inspiratorios tras 24 horas iniciales y el diámetro transversal de las fibras musculares se verá reducido en un 25% a los siete días.⁴

2.1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Sandoval Morena y colaboradores, en el 2017, en Colombia, desarrollaron el estudio “Eficacia del entrenamiento muscular respiratorio en el destete de la ventilación mecánica en pacientes con ventilación mecánica por 48 o más horas” evaluación de la eficacia del entrenamiento muscular respiratorio en el destete de la ventilación mecánica y la fuerza muscular respiratoria en pacientes con ventilación mecánica. Los investigadores realizaron un experimento clínico aleatorizado, doble ciego y controlado por grupos paralelos. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a la mediana del tiempo de destete de la VM o la probabilidad de extubación (CRI: 0,82; IC del 95%: 0,55-1,20; p = 0,29). En conclusión, el entrenamiento muscular respiratorio fue ineficaz para acortar el tiempo de destete de la VM o mejorar las fuerzas del músculo respiratorio en la cohorte examinada.⁵

Bernie Bisset y colaboradores, en el 2016, desarrollaron el estudio “Inspiratory muscle training to enhance recovery from mechanical ventilation: a randomised trial” para determinar si el entrenamiento de los músculos inspiratorios puede mejorar la fuerza y la resistencia de los músculos inspiratorios después del destete, mejorando potencialmente la calidad de vida y la disnea en relación con la salud en este grupo de pacientes. Estos investigadores llevaron a cabo una evaluación ciega de un estudio aleatorizado. El entrenamiento mejoró significativamente la fuerza muscular inspiratoria en comparación con el grupo de control (diferencia media: 11%, p=0,02; entrenamiento: 17%, control: 6%). La disnea (-0,5 frente a 0,2; p=0,22), el índice de resistencia a la fatiga (0,03 frente a 0,02; p=0,81) y la función física (0,25 frente a 0,25; p=0,97) no difirieron sustancialmente entre sí. La calidad de vida relacionada con la salud mejoró en el grupo de entrenamiento (14% frente a 2%, diferencia de medias 12%, p=0,03). La mortalidad hospitalaria fue mayor en el grupo de entrenamiento (4 vs 0 vs 12% vs 0%, p=0,051). Aunque el entrenamiento de los músculos inspiratorios después de un destete exitoso ayuda con la fuerza muscular inspiratoria y la calidad de vida relacionada con la

salud, no puede descartarse por completo una mayor probabilidad de muerte intrahospitalaria.⁶

En 2011, Martin AD y un grupo de investigadores realizaron el estudio "Inspiratory Muscle Strength Training Improves Weaning Outcome In Failure To Wean Patients: A Randomized Trial" para averiguar si el entrenamiento de la fuerza muscular inspiratoria (IMST) mejoraría los resultados del destete en pacientes con fracaso del destete. En un centro se llevó a cabo un ensayo controlado, aleatorizado y ciego. La presión inspiratoria máxima (PIM) fue sustancialmente diferente en el grupo IMST en comparación con el grupo SHAM tanto antes como después del entrenamiento. Conclusiones: En pacientes que han tenido un fracaso del destete, un programa de IMST puede conducir a una mayor PIM y a un mejor resultado del destete en comparación con el tratamiento SHAM.⁷

Yen-Huey Chen y colaboradores, en el 2011, desarrollaron el estudio "Effects of exercise training on pulmonary mechanics and functional status in patients with prolonged mechanical ventilation" para evaluar el impacto del entrenamiento físico en la mecánica pulmonar, el estado funcional físico y los resultados de hospitalización en pacientes con ventilación mecánica prolongada. Tras el entrenamiento, el grupo de entrenamiento demostró mejoras sustanciales en el volumen corriente (143,6 frente a 192,5 ml, $P = 0,02$) y en la frecuencia respiratoria superficial rápida (162,2 frente a 110,6, $P = 0,009$). Durante el ensayo, la condición funcional de ambos grupos mejoró significativamente. Sin embargo, el grupo de entrenamiento experimentó mayores cambios en la puntuación de independencia funcional que el grupo de control ($p = 0,024$, 44,6 frente a 34,2). El grupo de entrenamiento también tuvo una estadía más corta en el centro de atención respiratoria y mayores tasas de destete y supervivencia que el grupo de control, aunque no se encontraron diferencias estadísticas. En conclusión, los sujetos con ventilación mecánica prolongada en nuestro centro de atención respiratoria demostraron una mejora significativa en la mecánica pulmonar y el estado funcional después del entrenamiento físico.⁸

Cader SA y colaboradores, en el 2010, Para determinar si el entrenamiento de los músculos inspiratorios aumenta la "Pimax" si el entrenamiento mejora el tiempo y el patrón respiratorio del destete de la ventilación mecánica en personas mayores con ventilación mecánica, se creó el estudio "Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomized trial" (Una investigación aleatorizada muestra que el entrenamiento de los músculos inspiratorios aumenta la presión inspiratoria máxima y puede facilitar el destete en pacientes mayores intubados.). Se realizó un estudio clínico aleatorizado. La presión inspiratoria máxima aumentó significativamente más en el grupo experimental que en el grupo control (DM 7,6 cmH₂O; IC del 95%: 5,8 a 9,0). El índice de Tobin de los individuos del grupo experimental disminuyó en un margen sustancial en comparación con los del grupo de control (diferencia media = 8,3 br/min/L; intervalo de confianza del 95% = 2,9 a 13,0). El grupo experimental se destetó mucho más rápidamente que el grupo control entre los que no necesitaron traqueostomía ni fallecieron (diferencia de medias [DM] 1,7 días, intervalo de confianza [IC] del 95%: 0,4 a 3,0 días). En resumen, En pacientes intubados seleccionados, el entrenamiento muscular inspiratorio reduce el tiempo de destete y mejora la presión inspiratoria máxima y el índice de Tobin.⁹

2.1.3. FUNDAMENTOS

2.1.3.1. MARCO TEÓRICO

VENTILACIÓN MECÁNICA

El proceso de suministrar aire a los pulmones a través de una interfaz mientras se mantiene una presión positiva se conoce como ventilación mecánica. Este tipo de soporte vital puede utilizarse para sustituir parcial o totalmente la función del sistema respiratorio.²

La ventilación mecánica puede ser invasiva o no invasiva. Conectar el ventilador al paciente mediante una vía aérea artificial, como un tubo endotraqueal o un tubo de traqueotomía, es el primer enfoque y el más típico. Esta técnica es la que se utiliza con más frecuencia. La ventilación mecánica no invasiva se refiere a la administración de soporte mecánico para la respiración que no incluye la inserción de una vía aérea artificial.¹⁰

Según Levine y colegas, la combinación de inactividad diafragmática completa y ventilación por medios mecánicos durante más de 18 horas provoca una atrofia marcada de las miofibras diafragmáticas. Esto va acompañado de una disminución significativa del área transversal de las fibras de contracción lenta o de tipo I (57%) y de contracción rápida o de tipo II (53%), así como de una disminución de la concentración de glutatión (23%), y un aumento del diafragma de la proteólisis.¹¹

Las alteraciones de las fibras tipo I y tipo II del diafragma tienen un impacto del 30% al 90% en el volumen corriente, la mecánica ventilatoria, la biomecánica torácica y la protección de las vías respiratorias. En consecuencia, la fuerza diafragmática que se representa en la presión inspiratoria máxima (Pimax) se convierte en un predictor eficaz de la retirada de la ventilación mecánica y en un indicador de la recuperación urgente mediante el entrenamiento de los músculos respiratorios en este grupo de pacientes.¹²

MÚSCULOS DE LA RESPIRACIÓN

Para realizar un ciclo ventilatorio, es necesaria una musculatura específica que lleve a cabo los cambios de volumen torácico, tanto durante la fase de inspiración activa como durante la fase de espiración, mayoritariamente pasiva.

El diafragma, los músculos intercostales externos y supracostales y los músculos inspiratorios accesorios constituyen la mayor parte de la musculatura inspiratoria.

Los músculos más significativos para la espiración son los intercostales internos y la musculatura auxiliar, los abdominales, el recto abdominal,

los oblicuos mayor y menor, el sacrolumbar (porción inferior), el dorsal ancho, el serrato menor (posterior e inferior) y el cuadrado lumbar.

- Diafragma

Es un músculo que forma una cúpula músculo-aponeurótica que separa el tórax del abdomen. Su punto más alto lo constituye el centro frénico, tendón central desde el cual se originan las fibras musculares, que se insertarán en la cara medial de los cartílagos costales, en los extremos de la undécima y duodécimas costillas, en los arcos que unen los extremos de las tres últimas costillas y por último en el raquis, a la altura de los cuerpos vertebrales, mediante los pilares, derecho e izquierdo en los arcos del psoas y en los arcos del cuadrado lumbar¹⁵

La inervación del diafragma está dada por los nervios frénicos, cuyas raíces se originan desde los niveles espinales C3 a C5. El diafragma está compuesto por unidades motoras con distintas propiedades contráctiles y de fatigabilidad, así encontramos las fibras rápidas fatigables, rápidas de fatigabilidad intermedia, rápidas resistentes a la fatiga y las fibras lentas oxidativas y resistentes a la fatiga. Desde el punto de vista bioquímico, su contenido presenta propiedades intermedias entre el tejido musculo esquelético y el miocardio, observándose un alto contenido en mitocondrias y citocromooxidasas, además de su alto flujo sanguíneo y capacidad para metabolizar lactato.¹⁵

- Músculos Intercostales externos y supracostales:

Cuya función es elevar las costillas, en un movimiento llamado “en asa de balde”

- Músculos accesorios de la inspiración:

Los esternocleidooccipitomastoideos, escalenos anteriores, medios y posteriores, Pectoral mayor y menor, Serrato mayor (haces inferiores) y dorsal ancho. Serrato menor, posterior y superior Sacrolumbar (fibras superiores)

DEBILIDAD DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA

Al utilizar presión positiva y modificar la mecánica ventilatoria, la ventilación mecánica tiende a impedir la activación normal de los músculos inspiratorios. Además, si los ajustes ventilatorios están mal diseñados, el paciente puede experimentar un mayor esfuerzo respiratorio, lo que puede provocar atrofia o agotamiento y conducir a una insuficiencia respiratoria a largo plazo. Según ciertas teorías, las vías de degradación de las proteínas pueden activarse en los músculos tras 12 horas de inactividad.¹⁷

VALORACIÓN DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA

El patrón oro para evaluar la función diafragmática consiste en estimular los nervios frénicos para medir la presión producida por el diafragma. Este tipo de monitorización es costosa e intrusiva, y requiere equipos especializados para su realización.^{18,19}

Una alternativa a ésta puede utilizarse con pacientes conectados a un ventilador, así como con aquellos que son capaces de respirar por sí mismos. En el primer caso, se le da al paciente una pausa espiratoria de 20 segundos con oclusión de la vía aérea antes de permitirle inhalar, y se mide la presión inspiratoria máxima (PiMax) que fue capaz de alcanzar. En el segundo caso, se aconseja al paciente que exhale hasta alcanzar un volumen residual y, a continuación, que inhale lo más fuerte posible utilizando una pieza de mano de vacío.^{18,19}

La debilidad persistente de los músculos respiratorios puede contribuir a la disnea residual, el deterioro de la función física y la mala calidad de vida relacionada con la salud observada en los supervivientes de la UCI (Bissett, 2016).

Tanto la intensidad del esfuerzo respiratorio realizado por la musculatura inspiratoria como la relación capacidad-demanda del sistema están directamente correlacionadas con la experiencia de la disnea, que es un fenómeno complicado.²⁰ El Índice de Disnea Basal y el Índice de Disnea de Transición (BDI-TDI) y la Escala de Borg Modificada son tres de las evaluaciones más conocidas y científicamente respaldadas (MBS).²

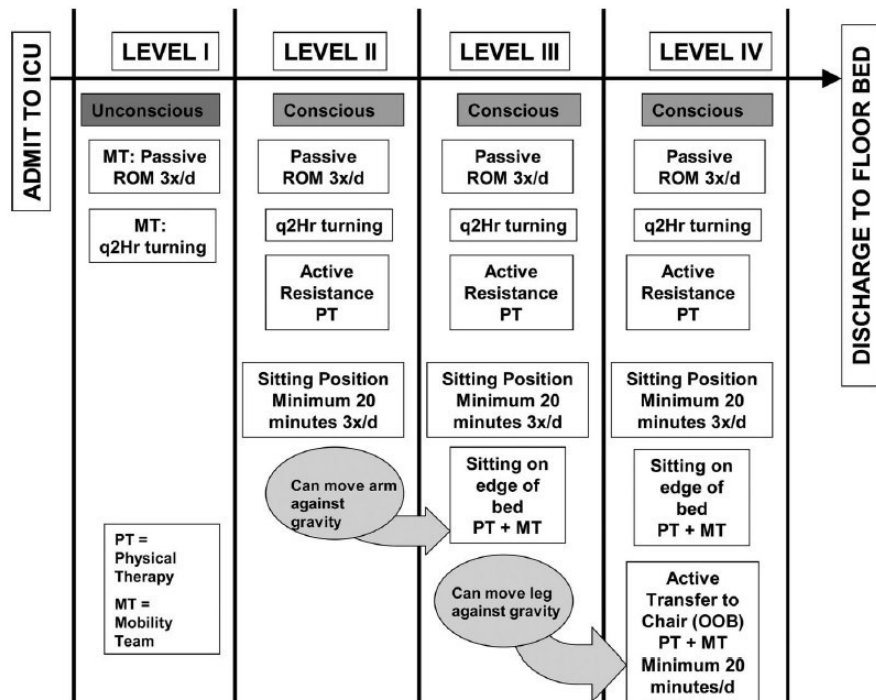
La ecografía puede utilizarse para medir el grosor del diafragma y su movilidad o excursión, además de la fuerza muscular y los signos subjetivos de intolerancia al esfuerzo.¹

MANEJO CONVENCIONAL

El manejo convencional es utilizado en la mayoría de los hospitales, la mayoría de los pacientes críticos en la UCI pueden tolerar el programa mientras reciben ajustes de oxígeno de la VM antes o durante las sesiones de terapia.³⁰

El manejo convencional consiste en educación, drenaje postural, vibración, estimulación de la tos, ejercicios respiratorios de fortalecimiento y resistencia según colaboración de paciente, amplexación torácica con movilización de miembros superiores y movilización según MORRIS.³⁰

PROTOCOLO DE MORRIS



ENTRENAMIENTO DE MUSCULATURA INSPIRATORIA (IMT)

El entrenamiento de los músculos inspiratorios consiste en aplicar resistencia durante la inspiración para desarrollar específicamente los músculos inspiratorios. Se utiliza el entrenamiento de cuerpo entero, la carga resistiva o la carga umbral. (Bernie Bissett, 2019).

La IMT reduce la sensación de disnea, lo que aumenta la tolerancia al ejercicio. También afecta a los músculos periféricos, además de a los inspiratorios, al disminuir la respuesta de vasoconstricción y la redistribución del flujo sanguíneo durante la demanda de energía.⁴

El IMT tiene dos tipos principales: el que tiene como objetivo aumentar la fuerza muscular y el que tiene como objetivo aumentar la resistencia. Mientras que el entrenamiento de resistencia consiste en forzar a los músculos a contraerse a su ritmo máximo durante un tiempo prolongado, con la única carga aplicada procedente de las resistencias y elastancias del sistema respiratorio, El entrenamiento de resistencia consiste en exponer los músculos a una carga resistente.¹

Los siguientes dispositivos pueden utilizarse para ejercitar los distintos mecanismos que se han comentado para las IMT en función de las capacidades que queremos mejorar.⁴

TABLA 2. MODALIDADES DE ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA

Modalidad	Dispositivo umbral	Dispositivo de carga resistiva	Dispositivo de hiperpnea isocápnicia voluntaria
Mecanismo	Permite el flujo de aire inspiratorio solo si el paciente alcanza cierta presión inspiratoria	A través de una abertura, permite el paso de aire A mayor diámetro, menor resistencia hay	Se debe aumentar la ventilación hasta el 60-70% de la máxima ventilación voluntaria durante unos minutos. Esto provoca un aumento de la frecuencia respiratoria hasta 50-60 rpm y del volumen tidal hasta 2.5 a 3.5 litros
Efectos	Incrementa la fuerza muscular por medio de una carga lineal	Incrementa la fuerza muscular y la resistencia por medio de una carga no lineal	Incrementa la resistencia muscular por medio de una demanda prolongada
Dispositivos y dosificación	1) Dispositivos que pueden graduarse en un rango de 9-41 cmH ₂ O (Fig. 2). Se aumenta la carga hasta que el paciente tolere solo 6 ventilaciones y se realizan 5 series diarias, con descansos de 1-2 min y progresión de 1-2 cmH ₂ O cada 2 días 2) Mediante ajustes en la sensibilidad del <i>trigger</i> ventilatorio (Fig. 3). Se recomiendan 2 sesiones diarias de 5-30 min con <i>trigger</i> al 30% de la PiMax 3) Mediante ajustes en la presión soporte del ventilador. Se recomienda iniciar con un nivel que permita 20-30 rpm a un volumen tidal de 4-6 ml/kg. Se reduce la presión soporte 2 cmH ₂ O cada hora hasta alcanzar 8 cmH ₂ O durante 1 h	Cuenta con 6 orificios cuyos diámetros van desde 0.45, 1.9, 2.7, 3.5, 4.5 y 5.35 mm	Se realiza mediante un circuito isocápnicico Se realizan ventilaciones hiperpneicas durante 15 min, 2 veces diarias por 4-5 semanas
Ventajas	El dispositivo es fácil de dosificar y debido a su carga lineal posee una adecuada fiabilidad interobservador El ajuste del <i>trigger</i> puede ocasionar disparos infectivos	Permite el entrenamiento bimodal de fuerza y resistencia, además de tener un mayor impacto en cuando a calidad de vida	Mejora la resistencia a la fatiga en un 20-55% Es un ejercicio de baja intensidad que puede utilizarse en pacientes con debilidad grave
Desventajas	La graduación de los dispositivos es demasiado alta para pacientes con disfunción grave En ambos casos, debido a la relación tensión-elongación del músculo, la válvula puede cerrarse prematuramente o no activarse la fase inspiratoria al no alcanzar el <i>trigger</i> establecido en el ventilador	En el punto de mayor capacidad de generar fuerza, la carga impuesta es mínima Depende del flujo generado, por lo que existe variación de la intensidad	Ejercicio de larga duración, no tan práctico en entornos con ritmos de trabajo acelerados

Adaptada de Bissett, et al., 2019, González-Montesinos, et al., 2012., Caine, et al., 2003 y Elboughy, et al., 2014.

FIGURA 2. ENTRENAMIENTO DE MÚSCULOS INSPIRATORIOS.



Izquierda: dispositivo Threshold IMT Respironics.
Derecha: IMT mediante dispositivo de umbral en paciente con tubo endotraqueal.

DOSIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE MÚSCULOS INSPIRATORIOS

Actualmente, la intensidad del IMT se dosifica mediante la estimación de la PiMax del paciente; sin embargo, el entrenamiento no sólo aumenta la PiMax, sino que también modifica la tolerancia al ejercicio, los índices de disnea, el funcionamiento, los parámetros fisiológicos de oxigenación o la interacción hemodinámica, y la calidad de vida relacionada con la salud.²²

Por lo general, se recomienda que la carga durante el IMT se sitúe entre el 30% y el 70% de la PiMax¹³. Se aconseja realizar de una a dos sesiones de IMT al día a intensidades suaves o de una a tres sesiones a intensidades altas al menos tres veces por semana.^{23,24}

A pesar de que la forma de dosificación de este tipo de formación aún no está bien definida, varios autores han presentado ideas.¹ (Ver Tabla 3).

TABLA 3. PROPUESTA DE UN ESQUEMA DE DOSIFICACIÓN PARA EL IMT

Parámetros	Threshold IMT de alta intensidad	Threshold IMT de baja intensidad	Ajustes de los parámetros del ventilador mecánico
Frecuencia	Se recomienda realizarlo 3 veces a la semana	Se recomienda realizarlo 2 veces diarias	Se recomienda realizarlo 2 veces diarias
Intensidad	Se debe trabajar al 50-70% de la PiMax inicial o a una puntuación de 4-6 en MBS	Se debe trabajar al 30-40% de la PiMax inicial o a una puntuación de 2-3 en MBS	1) Se debe trabajar ajustando el <i>trigger</i> al 30% de la PiMax inicial o a una puntuación de 2-3 en MBS 2) Se debe trabajar ajustando la PSV al nivel que permita 20-30 rpm a un volumen tidal de 4-6 ml/kg
Tipo	IMT de alta intensidad (alta intensidad y pocas repeticiones)	IMT convencional (baja intensidad y muchas repeticiones)	1) IMT con ajuste del <i>trigger</i> inspiratorio 2) IMT con ajuste de presión soporte (ambos guiados por tiempo, no por repeticiones)
Tiempo	Se realizarán 5 series de 6-8 ventilaciones, con descansos de 1 min entre series	Se realizarán 4 series de 10-12 ventilaciones, con descansos de 1 min entre series o después de los 5 min iniciales	1) Se realizarán 5 min de ventilación con <i>trigger</i> modificado, hasta alcanzar 30 min 2) Se mantiene inicialmente 5 min
Volumen	30 min a la semana	7 h a la semana	1) 35 min a 3.5 h a la semana 2) 35 min a 6 h a la semana
Progresión	Se buscará aumentar 1-2 cmH ₂ O por sesión	Se buscará aumentar el tiempo hasta alcanzar 30 min o incrementando 1-2 cmH ₂ O por día	1) Se incrementa el tiempo 5 min por sesión hasta alcanzar 30 min y a partir de ahí se disminuye la sensibilidad del <i>trigger</i> 10% de la PiMax inicial 2) Se reduce la presión soporte 2 cmH ₂ O cada hora hasta alcanzar 8 cmH ₂ O y 30 min de entrenamiento
Ventajas	Sesiones de corta duración, se observan mayores beneficios en PiMax que con IMT convencional	Se puede aplicar a pacientes de alta gravedad, posee un comportamiento dual que favorece tanto la fuerza como la resistencia muscular	No requiere la desconexión del paciente del ventilador, permite el entrenamiento de pacientes extremadamente débiles, no se requiere equipo adicional
Desventajas	No es aplicable a pacientes de alta gravedad, favorece la aparición de fatiga si no se da el tiempo de recuperación adecuado	Sesiones de larga duración	Favorece la aparición de asincronías de disparo inefectivo si no se dosifica adecuadamente, sesiones de larga duración

PiMax: presión inspiratoria máxima; MBS: Modified Borg Scale; PSV: presión soporte.

Diferentes estudios han reportado que se necesitan como mínimo 10 días de entrenamiento muscular para incrementar la fuerza muscular de las extremidades hasta el punto de garantizar un efecto clínico relevante.³¹

El comportamiento de los músculos respiratorios es similar: se ha descrito que se necesitan alrededor de 14 días de RMT para obtener evidencia de cambios significativos en la fuerza muscular, como la proliferación de las fibras tipo I y II de los músculos intercostales y el aumento de la perfusión de los músculos inspiratorios.³¹

THRESHOLD

Es un dispositivo de carga basado en presión y es el entrenador de músculos inspiratorios más utilizado para mejorar la fuerza y la resistencia de los músculos respiratorios.³²

Este dispositivo de entrenamiento de los músculos respiratorios es portátil, simple, fácil de usar y seguro para mejorar la fuerza de los músculos respiratorios y el estado físico funcional.³²

INDICACIONES DE LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO DE MÚSCULOS INSPIRATORIOS

- PiMax < 60 cmH₂O, paciente alerta y cooperador, sedación mínima, puntuación de 4 o equivalente en la Riker Agitation Sedation Score, FiO₂ < 0.60, frecuencia respiratoria < 25, paciente capaz de generar un esfuerzo inspiratorio, paciente capaz de realizar sello u oclusión labial o que tenga traqueostomía, PEEP < 10 cmH₂O.

CONTRAINDICACIONES DE LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO DE MÚSCULOS INSPIRATORIOS

- Isquemia miocárdica reciente, Bradicardia < 40 o taquicardia > 130, Presión arterial media < 60 mmHg o > 110 mmHg, PSV > 15 cmH₂O, Uso de inotropos, SatO₂ < 90%, PaO₂ < 60 mmHg, FiO₂ > 0.6, PEEP > 10 cmH₂O, Taquipnea > 40, RASS de -4, -5, 3 o 4 (sedación o delirium), Fracturas inestables, PIC > 20 cmH₂O, Sospecha de neumotórax, Cirugía pulmonar reciente (< 1 año), Broncoespasmo severo, Temperatura > 38.5 °C.

CRITERIOS DE DETENCIÓN DE LOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO DE MÚSCULOS INSPIRATORIOS

- TA con fluctuación del 20% de la basal
- TAS > 180 mmHg o < 90 mmHg
- Presencia de arritmias cardíacas
- Presencia de respiración paradójica
- Presencia de asincronías ventilatorias (disparo inefectivo en paciente entrenado con sensibilidad del trigger del ventilador)

- Agitación o deterioro del estado de alerta
- Taquicardia > 100
- Desaturación del 10% de la basal
- Taquipnea > 30 rpm
- Disminución del 30% del volumen tidal
- Presencia de hemoptisis o tinnitus,
- Presencia de diaforesis

INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA

Es la incapacidad del sistema respiratorio de cumplir su función básica, que es el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono entre el aire ambiental y la sangre circulante. En la práctica, se define como la presencia de una hipoxemia arterial (PaO₂ menor de 60 mmHg), en reposo, a nivel del mar y respirando aire ambiental, acompañado o no de hipercapnia (PaCO₂ mayor de 45 mmHg).³³

Clasificación según características gasométricas:

- Insuficiencia respiratoria TIPO I

Llamada también oxigenatoria o hipoxémica, se define por: Hipoxemia con PaCO₂ normal o bajo, gradiente alvéolo-arterial de O₂ incrementado (AaPO₂ > 20 mmHg). La causa de IR se encuentra en el parénquima pulmonar o en el lecho pulmonar. Constituye el tipo más habitual de IR.³³

- Insuficiencia respiratoria TIPO II

Denominada asimismo ventilatoria o hipercápnica, que se caracteriza por: Hipoxemia con PaCO₂ elevado; gradiente alvéolo-arterial de O₂ normal (AaPO₂ < 20 mmHg). La causa de IR se localiza fuera del pulmón.³³

- Insuficiencia respiratoria TIPO III: Perioperatoria

Se asocia un aumento del volumen crítico de cierre con una disminución de la capacidad vital (limitación de la expansión torácica por obesidad marcada, dolor, íleo, cirugía toraco-abdominal mayor, drogas, trastornos electrolíticos, etc.).³³

- Insuficiencia respiratoria TIPO IV: Shock o hipoperfusión

hay una disminución de la entrega de oxígeno y disponibilidad de energía a los músculos respiratorios y un incremento en la extracción tisular.³³

Debido al concepto de descondicionamiento, se ha observado que nueve semanas después del cese del entrenamiento, las adaptaciones del

IMT se invierten, con una pérdida del 32% de la fuerza muscular adquirida, del 65% de la velocidad de acortamiento de las fibras musculares y del 75% de la resistencia muscular. No obstante, la reversión se produce al cuarto día tras la interrupción del IMT en pacientes con respiración espontánea o 18 horas después del inicio de la VM.²³

Por lo tanto, este trabajo de investigación nos permitirá evidenciar la respuesta de la musculatura ventilatoria ante el entrenamiento con IMT, Esto se observa en el menor tiempo de destete de la respiración mecánica.

2.1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado disminuye el tiempo del destete de la ventilación mecánica en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del hospital nacional dos de mayo durante el período Mayo – octubre 2023?

2.2. HIPÓTESIS

El entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado disminuye el tiempo del destete de la ventilación mecánica comparado con el manejo rehabilitador convencional en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del hospital nacional dos de mayo, durante el período Mayo – octubre 2023.

2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el impacto del entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado sobre el tiempo del destete de la ventilación mecánica en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del hospital nacional dos de mayo, durante el período Mayo – octubre 2023.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con entrenamiento muscular respiratorio instrumentado.
- Discutir la varianza en la fuerza muscular inspiratoria en pacientes críticos adultos sometidos a entrenamiento muscular basado en IMT a lo largo de la fase de destete relacionada con la ventilación mecánica invasiva.

2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

2.4.1. JUSTIFICACIÓN LEGAL

La justificación de la presente investigación se cimienta en las siguientes disposiciones legales:

- Ley N° 26842, Ley General de Salud.
- Ley N° 29414 – Ley que establece los derechos de las personas usuarias de los servicios de salud.
- Constitución Política del Perú (Artículo N.º 2 y 14): “Promoción del desarrollo científico y tecnológico” y “Libertad de creación intelectual, artística y científica”.
- Ley General de Salud (N.º 26842): “Promoción y divulgación de la investigación científica y tecnológica”.
- Ley del Marco de Ciencia y tecnología (Ley N° 28303- Art. 2 y 14): “Desarrollo, promoción, transferencia y difusión de la ciencia e innovación tecnológica como una demanda pública de interés nacional” y “Principio de la investigación”.

El respeto al ser humano, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia son los cuatro conceptos éticos fundamentales que guiarán la realización de la investigación. A todo ello se aplicarán dos pilares fundamentales: la autonomía, que es el respeto del derecho a la autodeterminación de todas las personas que sean capaces de ello, y la protección de quienes posean estos rasgos. Se mantendrá siempre el respeto y la discreción, así como la fidelidad de los datos, sin la alteración de ninguno de los resultados. Igualmente, se le solicitará a cada paciente su autorización para participar en la investigación a través del consentimiento informado.

2.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICO- CIENTÍFICO

La investigación propuesta tiene alcances profundos en cuanto a la conveniencia, relevancia social, valor teórico y utilidad metodológica, que son explicados a continuación.

Gracias al IMT es posible incrementar la PiMax hasta un 40%, a diferencia de un aumento del 18% en aquellos pacientes tratados únicamente con movilización temprana²⁵. Al mismo tiempo, el IMT se asocia con reducción en la duración de la ventilación mecánica (con una diferencia promedio de cuatro días), menor duración del proceso de destete y mejoría del acoplamiento neuromuscular diafragmático, optimizando su capacidad de contracción²⁵.

A nivel nacional, hay escasa información sobre estudios realizados en base al tema desarrollado, siendo importante la realización del trabajo.

2.4.3. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Este tipo de intervenciones han demostrado ser seguras y altamente efectivas, en especial para prevenir la necesidad de ventilación mecánica prolongada y el

posterior fallo en el destete¹.

El entrenamiento de los músculos inspiratorios después del destete exitoso aumenta la fuerza de los músculos inspiratorios y la calidad de vida relacionada con la salud (Bernie Bisset et al, 2016).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Experimental no aleatorizado.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Estudio experimental no aleatorizado de corte prospectivo.

3.3. UNIVERSO DE PACIENTES QUE ACUDEN A LA INSTITUCIÓN

El universo de pacientes serán todos los pacientes que ingresen a una Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Dos de Mayo.

3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población estará conformada por todos los pacientes que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos de adulto del Hospital Nacional Dos de Mayo durante el período establecido para la presente investigación.

3.5. MUESTRA DE ESTUDIO

No se realizará un muestreo para la obtención de la muestra del presente trabajo. Se tomarán en cuenta todos pacientes que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos durante el período establecido y que cumplan con los criterios de inclusión planteados para el presente trabajo.

3.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

3.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes con insuficiencia respiratoria tipo I.
- Pacientes en inicio de periodo de destete.
- Pacientes con escala de sedo-analgésia RASS entre -1 y 0
- Paciente sin signos de SIRS.
- Pacientes mayores de 18 años y menores de 60.
- Pacientes con historia de haber estado en VM mayor a 48h y en modo controlado.
- Pacientes y/o apoderado que firmen el consentimiento informado.
- Pacientes con historia de haber sido intubados en el Hospital Nacional Dos de Mayo donde se realiza la investigación.
- Pacientes con funciones vitales estables al momento de la evaluación fisiológica.
- Pacientes con uso de tubo oro-traqueal

3.6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con soporte vasopresor.
- Pacientes traqueostomizados.
- Pacientes en estado neuro-crítico.
- Pacientes en sedo analgesia profunda (RASS<-1).
- Pacientes con patología quirúrgica abdominal.
- Pacientes en VM prolongada (tiempo de VM > 6 meses).
- Pacientes con patología neuro-muscular
- Paciente con destete fallido previo.
- Paciente con lesión medular
- Paciente con enfermedad esquelética de la caja torácica o columna vertebral
- Pacientes mujeres que se encuentren gestando.
- Pacientes con infección activa.
- Pacientes con arritmias cardíacas, insuficiencia cardíaca congestiva e isquemia cardíaca inestable.

3.7. VARIABLES DE ESTUDIO

3.7.1 Independiente:

- Entrenamiento muscular instrumentado para la inhalación:

Se aplica resistencia durante la inspiración para fortalecer los músculos inspiratorios. Es instrumentado ya que se utiliza IMT Umbral para ejecutarlo dos veces al día.⁵

Se realizarán 5 series de 6 a 8 ventilaciones cada una, con 1 minuto de descanso entre cada serie. La carga inicial del entrenamiento será de 30 a 50 % de la presión inspiratoria máxima (Pimáx), realizado por fisioterapeutas con entrenamiento previo; el cual será medido con el número de días con el que se logre el destete.²⁶

Se considerará como pacientes del grupo intervención a aquellos pacientes que hayan realizado un mínimo de 14 días de entrenamiento instrumentado, aquellos pacientes que reciban el abordaje convencional serán considerados en el grupo control.

3.7.2 dependiente:

- Período de destete:

Tiempo que involucra el proceso de liberación del soporte mecánico y del tubo endotraqueal en pacientes que reciben ventilación mecánica invasiva a presión positiva.²⁷

El número de días se considera desde el inicio de la intervención (en paciente en periodo de destete), hasta destete definitivo de ventilación mecánica.

3.7.3 Interviniente:

- Fuerza muscular inspiratoria:

La fuerza muscular inspiratoria será medida en cmH₂O por el médico fisiatra a través del Pimáx, medido directamente del ventilador mecánico.^{18,19}

Pimáx permite medir la presión máxima global generada por el diafragma y los intercostales externos durante una maniobra de fuerza a través de una boquilla contra una resistencia. También permite evaluar la función neuromuscular del músculo inspiratorio (Garrido y Muñoz, 2015).²⁸

A continuación, se autoriza al paciente a inspirar tras una pausa espiratoria de 20 segundos con bloqueo de las vías respiratorias, y se mide la mayor presión inspiratoria (PiMax) que ha sido capaz de alcanzar.^{18,19}

- Calidad de vida relacionada con la salud:

La calidad de vida relacionada con la salud es el grado de felicidad obtenido a partir de la valoración que un individuo hace de varios ámbitos de su vida, teniendo en cuenta la influencia de su estado de salud en ellos.²⁹

La calidad de vida relacionada con la salud será medida utilizando la herramienta SF-36v2 (bajo licencia Quality Metric USA) y la herramienta EQ-5D-3L (bajo licencia EuroQol International).

3.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	TIPO Y ESCALA DE MEDICIÓN	FUENTE
Entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado	Durante la inspiración, se utiliza la resistencia para fortalecer específicamente los músculos inspiratorios.	Registro de los días cumplidos consignados en las fichas de evaluación.	Días	Cuantitativa discreta	Ficha de evaluación de MFyR del HN2dM
Período de destete	Tiempo necesario para retirar la asistencia mecánica y el tubo endotraqueal a los pacientes sometidos a ventilación mecánica invasiva con presión positiva.	Registro de los días consignados en las fichas de evaluación. El número de días se considera desde el inicio de la intervención (en paciente en periodo de destete), hasta destete definitivo de ventilación mecánica.	Días	Cuantitativa discreta	Ficha de evaluación de MFyR del HN2dM
Fuerza muscular inspiratoria	Pimáx permite medir la presión máxima global que pueden producir el diafragma y los intercostales externos durante una maniobra de fuerza a través de	A continuación, Durante una pausa espiratoria de 20 segundos con obstrucción de las vías respiratorias, se permite al paciente inspirar y se registra la mayor presión inspiratoria (PiMax).	cmH ₂ O	Cuantitativa continua	Ficha de evaluación de MFyR del HN2dM

	una boquilla contra resistencia, así como la función neuromuscular de los músculos inspiratorios.				
Calidad de vida relacionada con la salud	El bienestar se deriva del juicio de una persona sobre los múltiples aspectos de su vida, teniendo en cuenta la influencia de su salud en ellos.	La calidad de vida relacionada con la salud será medida utilizando la herramienta SF-36v2 (bajo licencia Quality Metric USA) y la herramienta EQ-5D-3L (bajo licencia EuroQol International).	SF-36v2 Puntuación en una escala 0 - 100	Cuantitativa discreta	Ficha de evaluación de MFyR del HN2dM
			EQ-5D-3L Puntuación en una escala Parte 1: 1-3 Parte 2: 0-100	Cuantitativa discreta	Ficha de evaluación de MFyR del HN2dM

3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se revisarán las historias clínicas de los pacientes que se encuentren en período de destete en las Unidades de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Dos de Mayo. Se realizará una aleatorización según orden de revisión, a aquellos con número de revisión impar se les invitará a realizar el tratamiento rehabilitador propuesto correspondiente al Entrenamiento Respiratorio instrumentado y a aquellos con número de revisión par se le someterá al manejo rehabilitador convencional. Los datos sociodemográficos, comorbilidades, funciones vitales, datos de la estancia hospitalaria y otros serán obtenidos de la historia clínica y serán plasmados en la ficha de recolección de datos.

Cuando un paciente en período de destete y/o apoderado acepte formar parte del estudio propuesto, se le asignará turnos de entrenamiento de musculatura inspiratoria instrumentado con Threnshold, los cuales se efectuarán 2 veces al día, previa medición del PiMáx por el médico fisiatra; el entrenamiento consistirá en 5 series de 6 a 8 ventilaciones cada una, con 1 minuto de descanso entre cada serie.

Se realizará una ficha control de las sesiones que realice cada paciente, en ella se consignarán los datos del tiempo de entrenamiento, así como las series realizadas y las escalas de disnea y fatiga según corresponda. Los pacientes que reciban el tratamiento rehabilitador convencional llevarán el control de número de sesiones realizados.

Se tomará nota de los días que transcurren desde el inicio del periodo de destete hasta el momento del destete definitivo tanto para el grupo de los pacientes del grupo experimental como para el grupo control.

Se aplicará la herramienta SF-36v2 y la herramienta EQ-5D-3L en el momento de la inscripción y al final del estudio.

Todos los datos serán luego recopilados en el formato de recolección de datos elaborados para el desarrollo del presente estudio (ver Anexo 1).

3.10. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El análisis descriptivo se realizará según las características de las variables, para las variables cualitativas categóricas los resultados se presentarán con frecuencias absolutas y porcentuales; para las variables cuantitativas ya sean discretas o continuas se usarán medias (desviación estándar) y medianas (rango intercuartílico) según cumplimiento del supuesto de la normalidad.

Para determinar el impacto del entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado se realizará la comparación de promedios entre los días desde el inicio del período de destete hasta el destete definitivo de los pacientes del grupo experimental con el de los pacientes del grupo control. La razón de medias de ambos grupos se determinará mediante el modelo de Poisson.

Los resultados serán estadísticamente significativos si los valores-p de las pruebas son menores o iguales a $\alpha= 0,05$ ($p \leq 0,05$). Para el procesamiento de los datos se usará el paquete estadístico Stata 16.

CAPÍTULO IV: ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

4.1. PLAN DE ACCIONES

- Autorización del jefe del servicio de MFyR – HNDdM
- Autorización del jefe del servicio de UCI – HNDdM
- Aprobación por el comité de ética – HNDdM
- Llenado del Anexo 1 con recolección de datos.
- Preparación de la base de datos
- Proceso y análisis de datos
- Exposición de resultados
- Clasificación, tabulación y gráfica de los datos
- Redacción de resultados
- Discusión de resultados
- Redacción de conclusiones
- Redacción de Informe final

4.2. ASIGNACIÓN DE RECURSOS

4.2.1. RECURSOS HUMANOS

- Responsable del proyecto.

4.2.2. RECURSOS MATERIALES

- Papel Hoja Bond A4 80gr
- Bolígrafo 035-F trilux azul faber castell
- Laptop
- Telefonía móvil
- Internet
- Impresión, fotocopia y empastado.

4.3. PRESUPUESTO O COSTO DEL PROYECTO

Nº	DESCRIPCIÓN DEL BIEN O SERVICIO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL (S/.)
1	Hoja Bond A4	Paquete (500 und)	2	18.90	37.80
2	Lapicero tinta azul	Und	10	0.70	7.00
3	Servicio Telefonía móvil	Plan mensual (Minutos ilimitados)	6	50.00	300.00
4	Servicio de internet	Plan mensual (50 Mbps)	6	69.90	419.40
5	Servicio de impresión, fotocopia y empastado.	Und	500	0.10	50.00
6	Laptop	Und	1	3000	3000

4.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CAPÍTULO V: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Carrillo R. Colección Medicina de excelencia: ventilación mecánica. México, Ciudad de México: Editorial Alfil; 2013
2. 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;287:345---55.
3. Schellekens WJ, van Hees HW, Doorduyn J, Roesthuis LH, Scheffer GJ, van der Hoeven JG, et al. Strategies to optimize respiratory muscle function in ICU patients. *Crit Care*. 2016;20(1):103.
4. L.M. Sandoval Morena, I.C. Casas Quiroga, E.C. Wilches Lunac y A.F. García. Eficacia del entrenamiento muscular respiratorio en el destete de la ventilación mecánica en pacientes con ventilación mecánica por 48 o más horas: un ensayo clínico controlado. *Med Intensiva*. 2019; 43(2): 79-89.
5. Bissett BM, Leditschke IA, Neeman T, Boots R, Paratz J. Inspiratory muscle training to enhance recovery from mechanical ventilation: a randomised trial. *Thorax*. 2016 Sep;71(9):812-9. doi: 10.1136/thoraxjnl-2016-208279.
6. Martin AD, Smith BK, Davenport PD, Harman E, Gonzalez-Rothi RJ, Baz M, Layon AJ, Banner MJ, Caruso LJ, Deoghare H, Huang TT, Gabrielli A. Inspiratory muscle strength training improves weaning outcome in failure to wean patients: a randomized trial. *Crit Care*. 2011;15(2):R84. doi: 10.1186/cc10081.
7. Chen YH, Lin HL, Hsiao HF, Chou LT, Kao KC, Huang CC, Tsai YH. Effects of exercise training on pulmonary mechanics and functional status in patients with prolonged mechanical ventilation. *Respir Care*. 2012 May;57(5):727-34. doi: 10.4187/respcare.01341.
8. Cader SA, Vale RG, Castro JC, Bacelar SC, Biehl C, Gomes MC, Cabrer WE, Dantas EH. Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. *J Physiother*. 2010;56(3):171-7. doi: 10.1016/s1836-9553(10)70022-9.
9. Cruz Mena E, Moreno Bolton R. Aparato Respiratorio: Fisiología y Clínica. Santiago de Chile: Editorial Mediterráneo, 1999.
10. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia M, Rothenberg p, Shrager J. Rapid Disuse Atrophy of Diaphragm fibers in Mechanically Ventilated Humans. *N Engl J Med*. 2008; 358(13):1327-1335. DOI: 10.1056/NEJMoa070447.
11. Martin A, Smith B, Davenport P, Harman E, Gonzalez R, 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. DOI: 10.1186/cc10081.
12. Caviedes I. Insuficiencia Respiratoria Aguda y Ventilación Mecánica. Santiago de Chile: Editorial Mediterráneo, 2000.
13. Gutiérrez Muñoz F. Ventilación Mecánica. *Acta méd. peruana*, abr./jun. 2011, vol.28, no.2, p.87-104. ISSN 1728-5917.
14. Ramos Gómez L, Benito Vales S. Fundamentos de la Ventilación Mecánica. Barcelona, España: Editorial Marge Médica Books, 2012.
15. Kapandji A.I. Fisiología articular: Tronco y Raquis. España Editorial Médica Panamericana.2002.
16. Tobin MJ, Laghi F, Jubran A. Narrative review: Ventilator-induced respiratory muscle weakness. *Ann Intern Med*. 2010;153(4):240-5.

17. Schellekens WJ, van Hees HW, Doorduyn J, Roesthuis LH, Scheffer GJ, van der Hoeven JG, et al. Strategies to optimize respiratory muscle function in ICU patients. *Crit Care*. 2016;20(1):103.
18. Doorduyn J, van Hees HW, van der Hoeven JG, Heunks LM. Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(1):20-7.
19. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
20. Bissett BM, Wang J, Neeman T, Leditschke IA, Boots R, Paratz J. Which ICU patients benefit most from inspiratory muscle training? Retrospective analysis of a randomized trial. *Physiother Theory Pract*. 2019 Feb 9:1-6. doi: 10.1080/09593985.2019.1571144. Online ahead of print.
21. Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: A meta-analysis. *Eur Respir J*. 2002;20:570-7.
22. McConnell A, Romer L. Respiratory muscle training in healthy humans: Resolving the controversy. *Int J Sports Med*. 2004;25:284-93.
23. Romer L, McConnell A. Specificity and reversibility of inspiratory muscle training. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:237-44.
24. Vorona S, Sabatini U, Al-Maqbali S, Bertoni M, Dres M, Bissett B, et al. Inspiratory muscle rehabilitation in critically ill adults: A systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2018;15(6):735-44.
25. Borg GA. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*; 1998.
26. Ayari Salas-Montaño. Entrenamiento de musculatura inspiratoria en el paciente crítico. *Revista del Hospital Juárez de México*. 2020; 87(3):130-139.
27. Fernández Merjildo, Diana, Porras García, Willy, León Rabanal, Cristian, & Zegarra Piérola, Jaime. (2019). Mortalidad y factores relacionados al fracaso del destete de la ventilación mecánica en una unidad de cuidados intensivos de Lima, Perú. *Revista Medica Herediana*, 30(1), 5-11.
28. Garrido, F., & Muñoz, R. (2015). Estudio transversal de confiabilidad Inter evaluador para la evaluación de peak del flujo espiratorio, capacidad inspiratoria y presión inspiratoria máxima. *REEM*, 2 (2), 25- 32
29. Dr. Alfonso Urzúa M. Health related quality of life: Conceptual elements. *Rev Med Chile* 2010; 138: 358-365.
30. Salinee Worrapphan. effects of conventional physical therapy, inspiratory muscle training and early mobilisation on weaning of mechanical ventilation: a systematic review and network meta-analysis. *Maaster of physical therapy*. July 2019.
31. Sandoval Moreno LM, Casas Quiroga IC, Wilches Luna EC, García AF. Eficacia del entrenamiento muscular respiratorio en el destete de la ventilación mecánica en pacientes con ventilación mecánica por 48 o más horas: un ensayo clínico controlado. *Med Intensiva*. 2019;43:79---89.
32. Kaeotawee P, Udomittipong K, Nimmannit A, Tovichien P, Palamit A, Charoensitisup P, Mahoran K. Effect of Threshold Inspiratory Muscle Training on Functional Fitness and Respiratory Muscle Strength Compared to Incentive Spirometry in Children and Adolescents With Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Front Pediatr*. 2022 Jul 7;10:942076. doi: 10.3389/fped.2022.942076. PMID: 35874588; PMCID: PMC9302609.
33. Fernando R. Gutiérrez Muñoz, Acute respiratory failure, *Acta Med Per* 27(4) 2010.

CAPÍTULO VI: ANEXOS

ANEXO N° 1 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. NOMBRE
2. EDAD
3. SEXO
4. N° HISTORIA CLINICA
5. FECHA DE INGRESO
6. SALA Y CAMA
7. DIAGNOSTICO
8. FECHA Y HORA DE INICIO DE VM
9. PERIODO DE DESTETE DE VM: SI () NO ()
10. ESTADO HEMODINAMICO: estable () inestable ()
11. SEDACION: si () no ()
12. ESTADO DE CONCIENCIA: RASS () EG()
13. CALIDAD DE VIDA:
 - a. SF36
 - b. EQ 5d31
14. PiMax:
15. ENTRENAMIENTO INSTRUMENTADO THRESHOLD:
 - a. # SESION:
 - b. % PiMax:
16. FECHA DE DESTETE FINAL:

ANEXO N° 2

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Entrenamiento muscular inspiratorio: es un fortalecimiento específico de los músculos inspiratorios mediante la aplicación de resistencia durante la inspiración. Es instrumentado debido a que se realiza con Threshold IMT, 2 veces al día.

Ventilación mecánica: Al proporcionar aire a los pulmones a través de una interfaz, la ventilación con presión positiva es un tipo de soporte vital que puede sustituir parcial o totalmente la función del sistema respiratorio.

Periodo de destete: tiempo que involucra el proceso de liberación del soporte mecánico y del tubo endotraqueal en pacientes que reciben ventilación mecánica invasiva a presión positiva.

Threshold IMT: instrumento que brinda presión específica y constante para fortalecer los músculos inspiratorios y entrenar la potencia, sin importar si los pacientes respiran rápido o lento. Ejercita los músculos respiratorios y mejora la respiración.

ANEXO N° 3
MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA
¿El entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado disminuye el tiempo del destete de la ventilación mecánica en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del hospital nacional dos de mayo durante el período Mayo – Octubre 2023?	El entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado disminuye el tiempo del destete de la ventilación mecánica comparado con el manejo rehabilitador convencional en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del hospital nacional dos de mayo, durante el período Mayo – Octubre 2023.	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar el impacto del entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado sobre el tiempo del destete de la ventilación mecánica en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del hospital nacional dos de mayo, durante el período Mayo – octubre 2023.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Describir la variación de la fuerza muscular inspiratoria en paciente crítico adulto en entrenamiento muscular con IMT, en período de destete conectado a ventilación mecánica invasiva. - Medir la calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con entrenamiento muscular respiratorio instrumentado. 	<p>Independiente:</p> <p>Entrenamiento muscular inspiratorio instrumentado</p> <p>Dependiente:</p> <p>Período de destete.</p>	<p>TIPO DE ESTUDIO</p> <p>Experimental no aleatorizado.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Estudio experimental no aleatorizado de corte prospectivo</p>	<p>Se tomarán en cuenta todos pacientes que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos durante el período establecido y que cumplan con los criterios de inclusión planteados para el presente trabajo.</p>

ANEXO N° 4
CONSENTIMIENTO INFORMADO

Lugar y Fecha: _____

Investigadora: Diana Herrera Carhuas

Sede: Hospital Nacional Dos de Mayo

Yo, _____ con Documento de Identidad N° _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas satisfactoriamente. Se me ha informado y soy consciente de que los datos recogidos durante esta investigación pueden publicarse o compartirse por motivos científicos, protegiendo al mismo tiempo el anonimato. Doy mi consentimiento para participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia de este formulario de autorización firmado y fechado.

Firma o Huella Digital del Paciente

He explicado al Sr (a) _____ y familiar _____ con DNI N° _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación, le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He respondido a sus preguntas lo mejor que he podido y le he preguntado si tiene alguna otra duda. Confirmando que he leído y conozco las normas aplicables a la realización de investigaciones con seres humanos.

Firma del Investigador