

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) en
pacientes sometidos a cirugía torácica o cardiovascular.
Revisión bibliográfica.**

AUTOR/A: Busquier Fernández, Natalia

TUTOR/A: García Saugar, Marina

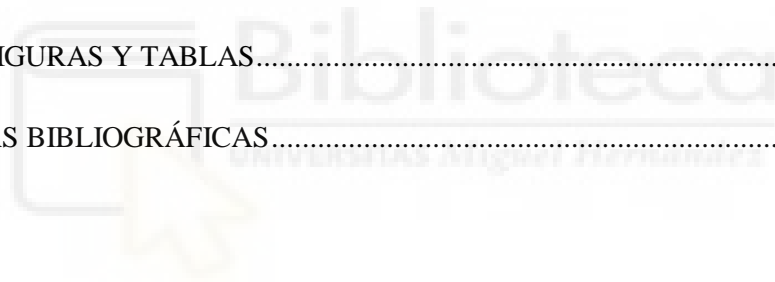
Departamento y Área: Patología y

Cirugía Curso académico: 2023-2024

Convocatoria: Junio

ÍNDICE

| | |
|---------------------------------|----|
| RESUMEN Y PALABRAS CLAVE..... | 1 |
| ABSTRACT AND KEY WORDS | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| OBJETIVOS..... | 5 |
| MATERIAL Y MÉTODOS | 6 |
| RESULTADOS | 9 |
| DISCUSIÓN..... | 11 |
| CONCLUSIONES | 15 |
| ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS..... | 16 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 25 |



RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Introducción: La cirugía torácica y la cardiovascular son dos especialidades quirúrgicas dedicadas al estudio y tratamiento de la patología que afecta a la región torácica. Dichos procedimientos quirúrgicos provocan alteraciones de la fisiología respiratoria. Desde el ámbito de la fisioterapia existen diferentes técnicas enfocadas a prevenir o tratar dichas alteraciones y sus consecuencias, como el entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT).

Objetivos: Conocer la evidencia científica publicada en los últimos años sobre el IMT en el ámbito de la cirugía cardiovascular y torácica.

Material y métodos: Se realizó una revisión de la evidencia científica en tres bases de datos: PubMed, Scopus y PEDro sobre el IMT en la cirugía cardiovascular y torácica. La última búsqueda fue realizada en marzo de 2023.

Resultados: 22 ensayos clínicos, con un total de 1611 pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas torácicas o cardíacas, cumplieron los criterios de inclusión de esta revisión.

Conclusiones: La evidencia existente respalda el uso del IMT en el ámbito de la cirugía cardiovascular o torácica. Su aplicación aislada o combinada con programas de ejercicio, de rehabilitación cardíaca y de fisioterapia convencional, tanto en la prehabilitación como en el postoperatorio, produce mejoras en la capacidad funcional, la fuerza de la musculatura respiratoria, la calidad de vida y la función pulmonar, aunque existe controversia sobre sus beneficios respecto a la duración de la hospitalización y la incidencia de complicaciones pulmonares postquirúrgicas.

Palabras clave: cirugía torácica, cirugía cardiovascular, IMT, entrenamiento de los músculos inspiratorios y rehabilitación.

ABSTRACT AND KEY WORDS

Introduction: Thoracic and cardiovascular surgery are two surgical specialties dedicated to the study and treatment of pathology that affects the thoracic region. These surgical procedures cause alterations in respiratory physiology. From the field of physiotherapy, there are different techniques focused on preventing or treating these alterations and their consequences, such as inspiratory muscle training (IMT).

Objectives: To know the scientific evidence published in recent years on IMT in the field of cardiovascular and thoracic surgery.

Material and methods: A review of the scientific evidence was carried out in three databases: PubMed, Scopus and PEDro on IMT in cardiovascular and thoracic surgery. The last search was carried out in March 2023.

Results: 22 clinical trials, with a total of 1611 patients undergoing thoracic or cardiac surgery, met the inclusion criteria for this review.

Conclusions: Existing evidence supports the use of IMT in the setting of cardiovascular or thoracic surgery. Its application alone or combined with exercise programs, cardiac rehabilitation and conventional physiotherapy, both in prehabilitation and in the postoperative period, produces improvements in functional capacity, respiratory muscle strength, quality of life and lung function. although there is controversy about its benefits regarding the duration of hospitalization and the incidence of post-surgical pulmonary complications.

Keywords: thoracic surgery, cardiovascular surgery, IMT, inspiratory muscle training and rehabilitation.

INTRODUCCIÓN

La cirugía torácica se define como la especialidad quirúrgica dedicada al estudio y tratamiento de la patología que afecta a la región torácica, ya sea respecto al continente o a su contenido, de forma que se encarga de los procesos que se desarrollan en pared torácica, árbol traqueo-bronquial, pulmón, pleura, mediastino, diafragma y esófago, entendiendo la totalidad de la caja torácica como una unidad funcional y estructural.¹ Por otro lado, la cirugía cardiovascular tiene como objeto de estudio aquellos procesos que acontecen en la región cardíaca y en los grandes vasos sanguíneos. La naturaleza de estos procesos puede ser inflamatoria, traumática, congénita, tumoral o displásica.^{1,2} La prevalencia de la patología de la región torácica es elevada, siendo el cáncer de pulmón la neoplasia maligna con la incidencia y la tasa de mortalidad global más alta, causando alrededor de 1,9 millones de muertes al año y el método más eficaz para su control es la resección completa mediante cirugía torácica.^{3,4}

Cualquier tipo de procedimiento quirúrgico en la región torácica conlleva alteraciones de la fisiología respiratoria que posibilitan la aparición de un gran número de complicaciones como arritmias, infecciones respiratorias, atelectasias, enfermedad pulmonar tromboembólica, hemotórax, quilotórax, fístula broncopleural y fuga aérea prolongada, siendo el desarrollo de insuficiencia respiratoria crónica una de las secuelas más frecuentes.⁵⁻⁷ Además, los pacientes que se someten a cirugía torácica o cardiovascular suelen presentar habitualmente más factores de riesgo para desarrollar dichas complicaciones, como la edad, presentar enfermedades pulmonares subyacentes u otras comorbilidades.^{6, 8, 9} La incidencia de las complicaciones respiratorias postquirúrgicas es elevada, se estima que dichas complicaciones suponen un aumento del gasto sanitario comprendido entre 7600 y 27000 euros por paciente.^{8, 10} Por otro lado, además de las posibles secuelas, las cirugías cardíacas y torácicas implican diferentes procedimientos como la manipulación torácica, el uso de anestesia general, la esternotomía media, la máquina de circulación extracorpórea, etc., cuyas consecuencias propician que se produzca una reducción de la capacidad funcional ya que afectan gravemente a la mecánica respiratoria, disminuyen el volumen pulmonar, afectan al intercambio de gases y contribuyen a que los cambios en la relación ventilación/perfusión reduzcan la capacidad cardiorrespiratoria, favoreciendo un estado de inactividad física.¹¹⁻¹³

Desde el ámbito de la fisioterapia existen diferentes técnicas enfocadas a prevenir las complicaciones postoperatorias, estas se pueden clasificar en las que se aplican antes de la operación (prehabilitación), después de la operación (rehabilitación) o ambas. Dichas técnicas incluyen movilización temprana, ejercicios de respiración, técnicas de tos, espirometría incentivada y entrenamiento de los músculos respiratorios o más concretamente de los músculos inspiratorios (IMT).^{12,13} Se ha observado que aplicar una intervención de IMT en los protocolos de prehabilitación condujo a un aumento significativo de la fuerza de los músculos inspiratorios, la resistencia, la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1). Por otro lado, el IMT postoperatorio ha demostrado mejorar la presión inspiratoria máxima (PI_{máx}), el volumen corriente y el flujo espiratorio máximo (PEF).¹²

El IMT genera beneficios en la fuerza de los músculos inspiratorios y la función pulmonar, las cuales se reducen en los cuatro días posteriores a la cirugía cardíaca.¹³ Estos beneficios favorecen una retirada más rápida de la ventilación mecánica, reduciendo el riesgo de neumonía asociada al ventilador y con ello la duración de la estancia hospitalaria y la mortalidad. Además, contribuyen a mejorar la capacidad de toser, eliminar secreciones y generar volúmenes pulmonares adecuados para prevenir complicaciones pulmonares postoperatorias (PPC) como las atelectasias, fibrosis, infecciones, etc.^{12, 13} El reingreso al hospital después de una cirugía por complicaciones pulmonares se asocia con costos más altos y puede correlacionarse con una mayor mortalidad.^{14, 15}

Los datos anteriores apuntan a que la fisioterapia respiratoria y más concretamente el IMT pueden desempeñar un papel importante en la cirugía, no solo con efectos importantes sobre los pacientes, si no también para el sistema sanitario público reduciendo el gasto hospitalario y permitiendo la reubicación de dichos recursos en otras áreas.^{12, 13}

OBJETIVOS

El objetivo principal es conocer la evidencia científica publicada en los últimos años, sobre la terapia con IMT en el ámbito de la cirugía cardiovascular o torácica.

- Objetivos específicos
 - Conocer los diferentes protocolos de intervención mediante IMT aplicados a los pacientes sometidos a cirugía torácica o cardiovascular
 - Determinar sobre que parámetros se pueden obtener cambios significativos empleando la terapia de IMT
 - Evaluar la homogeneidad de las intervenciones de las diferentes publicaciones revisadas sobre el IMT en la cirugía torácica y cardiovascular.



MATERIAL Y MÉTODOS

Esta revisión bibliográfica ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: TFG.GFI.MGS.NBF.240121.

Se realizó una búsqueda bibliográfica entre los meses de Enero y Marzo de 2024, en las bases de datos Pubmed, Scopus y PEDro. En esta búsqueda han sido utilizadas las palabras clave: “thoracic surgery”, “cardiac surgery”, “IMT”, “Inspiratory muscle training”, “rehabilitation”, “postoperative” y “preoperative” obtenidas a través del Mesh Database y combinadas con los operadores booleanos “AND” y “OR” con la finalidad de cruzar términos para obtener los resultados con la siguiente ecuación de búsqueda: [(thoracic surgery) OR (cardiac surgery)) AND ((IMT) OR (Inspiratory muscle training)) AND ((rehabilitation) OR (postoperative) OR (preoperative))].

Se han establecido una serie de criterios de inclusión y exclusión con el fin de obtener la mayor homogeneidad posible. Éstos han sido seleccionados de acuerdo con la búsqueda de datos objetivos, y con la mayor fiabilidad y calidad posible. Los criterios de inclusión son los siguientes:

- Artículos publicados en los últimos diez años.
- Los artículos seleccionados son ensayos clínicos.
- La población a estudiar se compone de sujetos humanos mayores de 18 años intervenidos de cirugía torácica o cardiaca.
- La intervención aplicada debe ser IMT de forma aislada o combinada.
- Las mediciones y resultados deben haber sido valorados a través de pruebas estandarizadas tanto al inicio como al final de la intervención con el fin de valorar la eficacia del tratamiento realizado.

Los criterios de exclusión que se han tomado como referencia han sido los siguientes:

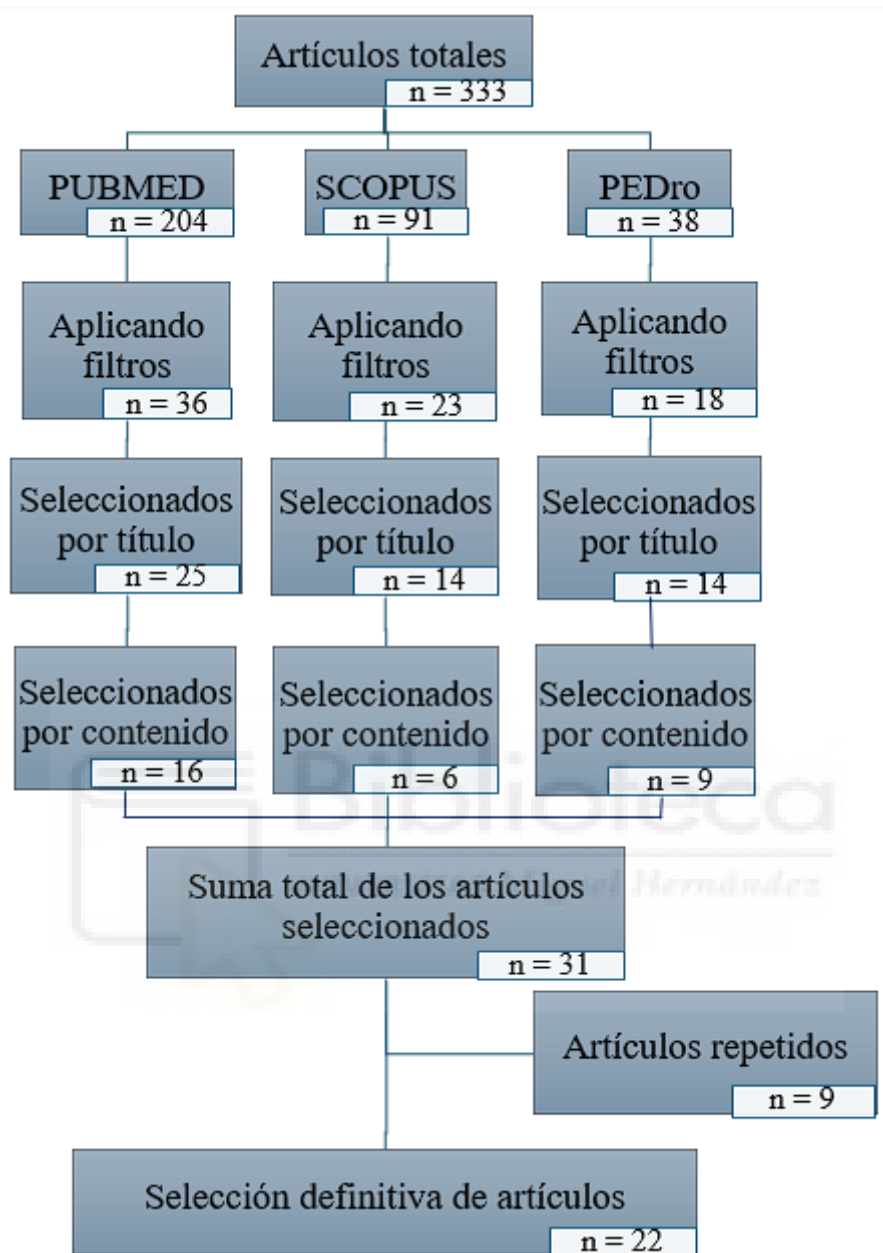
- Artículos que no definan o especifiquen la intervención llevada a cabo.

- Artículos poco relevantes y aquéllos que no guarden completa relación, bien con la patología en cuestión o con la intervención de estudio.

En la búsqueda realizada en Pubmed se aplicaron los filtros “Clinical Trial”, “Randomized Controlled Trial”, “10 years”, “Humans”. En la búsqueda realizada en Scopus se aplicaron los filtros “Range 2014-2024”, “Limited to Article” y “Limited to Humans”. En la búsqueda realizada en PEDro se aplicaron los filtros “Abstract & Title: IMT* surgery*”, “Therapy: respiratory therapy”, “Subdiscipline: cardiothoracics”, “Method: clinical trial”, “Published Since: 2014”, “When Searching: Match all search terms (AND)”. La selección final de artículos en base a los criterios de inclusión y exclusión se muestra en el siguiente diagrama de flujo (Figura 1). Además, se han descartado los artículos repetidos.



Figura 1: Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.



RESULTADOS

Tras el análisis de todos los datos obtenidos en la búsqueda bibliográfica, de un total de 333 artículos han sido seleccionados 22 válidos. La totalidad de los artículos incluidos se compone de ensayos clínicos aleatorizados. La elección de estos artículos se ha realizado en base a la asociación de la intervención de estudio, IMT, en una población de sujetos sometidos a cirugías cardíacas o torácicas, teniendo en cuenta la acotación de dichos resultados en función de los límites utilizados en la búsqueda, así como los criterios de inclusión y exclusión. Todos los artículos elegidos se valoraron por medio de la escala PEDro, como se muestra en la Tabla 1 con el objetivo de conocer la calidad de la evidencia científica recabada. En la Tabla 2 se puede consultar la información sustraída de cada estudio en forma de tabla.

Las muestras de los 22 suponen un cómputo total de 1611 pacientes sometidos a diferentes intervenciones quirúrgicas, ya sean torácicas o cardíacas, cinco de ellas fueron cirugías de injerto de derivación de arteria coronaria (CABG)¹⁶⁻²⁰, otras cinco fueron cirugías de resección pulmonar²¹⁻²⁵, tres de ellas se componen de pacientes sometidos a cirugías de reemplazo valvular ya sea aórtico o mitral^{12, 26, 27}, dos artículos recogen los datos de pacientes sometidos a cirugías de revascularización coronaria^{28, 29}, uno a bypass coronario³⁰, otro a lobectomía³¹ y un tercero a esofagectomía³², por último cuatro de los artículos no especifican el tipo de intervención realizada, solo indican que se trata de una cirugía cardíaca^{33, 34} o de una cirugía torácica^{35, 36}.

Respecto a las variables, en diez estudios se evalúa la función pulmonar, en ocho de ellos mediante espirometría^{12, 16, 23, 24, 26, 27, 32, 36}, uno usa espirometría y pletismografía³⁴ y otro emplea el valor del flujo espiratorio máximo (PEF)³¹. En 16 de los artículos se mide la capacidad funcional, de ejercicio o física, nueve de estos lo realizan con el test de seis minutos marcha (6MWT)^{12, 20, 22, 23, 26, 28, 31, 33, 35}, dos mediante la prueba de esfuerzo cardiopulmonar (CPET)^{21, 30}, tres lo realizan con una combinación de ambas¹⁶⁻¹⁸ y por último hay dos artículos que emplean cuestionarios específicos como el PAS2²⁵ o una combinación del cuestionario SQUASH y del cuestionario para la fatiga MFI-20³². La fuerza de los músculos respiratorios se valora en 16 de los artículos, nueve de estos mediante los valores de la PImáx. y de la PEmáx^{17, 18, 21-23, 26, 27, 30, 35}, seis se basan únicamente en la PImax^{12, 28, 29, 32-34}, mientras que uno

de los artículos utiliza el protocolo de la American Thoracic Society ¹⁶, además otro artículo incluye una medición de la fuerza del miembro inferior mediante el “30 seconds sit to stand test” ¹⁸. En seis de los estudios se evalúa la calidad de vida, tres de estos mediante el cuestionario SF-36 ^{18, 19, 28}, dos con el MLHFQ ^{17, 30} y otro emplea el EuroQol-5D, Short Form12 ³². Con el fin de conocer los resultados clínicos postoperatorios nueve de los artículos emplean la duración de la estancia hospitalaria ^{19, 20, 22, 26, 27, 31, 32, 34, 36}, seis tienen en cuenta la aparición de PPC ^{19, 23, 31, 32, 34, 36} y dos los cambios en los hallazgos radiológicos en el pulmón ^{24, 36}, mientras que uno de los artículos tiene en cuenta de forma específica la tasa de neumonía posoperatoria ³². Hay tres artículos que analizan valores de biomarcadores de laboratorio relacionados con la oxidación ¹⁷, con la inflamación ²⁷ y con el pronóstico del cáncer de pulmón de células no pequeñas (NscLc) ²¹. La percepción del dolor se contemplan en dos de los artículos mediante la escala EVA ²² y la NRS ³⁶, mientras que la salud percibida mediante el cuestionario EQ-5D-3L se tiene en cuenta en dos de los artículos ^{19, 25}. Por último en seis de los artículos se recogen variables específicas como el volumen de expansión pulmonar ³⁵, la resistencia de la musculatura respiratoria ¹⁷, el gradiente alveolar-arterial (PaO₂ y PaCO₂) ²⁹, el cuestionario TSKH para la kinesiofobia ²⁰ y cuestionarios específicos para el cáncer como el EORTC QLQ-C30 ²¹ y el EORTC QLQ-LC13 ³¹.

En cuanto a las intervenciones, 15 de los artículos, hacen un estudio de la terapia IMT combinada ^{12, 16-23, 25, 26, 28, 30, 31, 35}, mientras que los siete restantes evalúan la intervención de IMT de forma aislada ^{24, 27, 29, 32-34, 36}. El dispositivo de elección por siete de los autores ha sido el Thersold IMT ^{12, 16, 19, 30, 33-35}, siguiéndole el dispositivo Power-Breathe elegido por seis autores ^{18, 23, 25, 28, 29, 32} y uno de los artículos emplea el dispositivo dVyonle 5000 ³¹. En cuanto a la resistencia inicial aplicada se fija al 10% ²⁸, 15% ^{22, 25}, 20% ^{16, 24, 36}, 30% ^{19, 21, 23, 26, 29, 30, 31, 34, 35}, 40% ^{12, 33}, 50% ^{17, 18}, 60% ³² y 80% ²⁷ de la presión inspiratoria máxima (PI máx.), para ir incrementándola en 2cmH₂O diariamente ^{22, 25}, 10cmH₂O semanalmente ²¹, un 5% quincenalmente ³⁵ o según la tolerancia del paciente ^{28, 30}, mientras que en cuatro artículos se fijan resistencias finales entre el 60% ²⁶ y el 80% ^{12, 17, 18} de la PI máx. Por último cabe mencionar que 15 de los autores enfocan su intervención en el tratamiento posoperatorio ^{12, 16-18, 21-26, 28, 30, 33, 35, 36} y los siete restantes la enfocan en la rehabilitación. ^{19, 20, 27, 29, 31, 32, 34}

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio es conocer la evidencia científica publicada en los últimos años sobre la terapia con IMT en el ámbito de la cirugía cardiovascular o torácica. Para ello se han analizado los resultados de un total de 22 ensayos clínicos, de los cuales siete investigan los efectos de la terapia con IMT aislada ^{24, 27, 29, 32-34, 36}, mientras que los 15 restantes estudian la terapia IMT combinada con otras técnicas, como es el caso de los estudios de Zanini et al ¹⁶, Messaggi-Sartor et al ²¹, Liu et al ³⁵, Hermes et al ³⁰ y Miozzo et al ¹⁸ que combinan la terapia de IMT con un programa de ejercicio. Otros estudios la combinan con un programa de fisioterapia convencional, es el caso de los trabajos de Hegazy et al ¹², Dos Santos et al ¹⁷, Cordeiro et al ²⁸, Taşkin et al ²², Valkenet et al ¹⁹, Lai et al ³¹, Brocki et al ²³, Khushnood et al ²⁰ y Brocki et al ²⁵, y por último el ensayo de Xu et al ²⁶ estudia los efectos de la terapia con IMT incluida en un programa de rehabilitación cardiaca. Los ensayos en los que se combina IMT con un programa de ejercicios reportan grandes mejoras significativas en lo referente a la capacidad funcional, a la fuerza de la musculatura respiratoria y a la calidad de vida, además de estas en el estudio de Liu et al ³⁵ se obtiene un aumento del volumen de expansión pulmonar significativamente mayor al del grupo control y el artículo de Messaggi-Sartor et al ²¹ indica una mejora considerable en los biomarcadores de laboratorio usados para el pronóstico del cáncer de pulmón de células no pequeñas. Respecto a la combinación de IMT con los programas de fisioterapia convencional se observan beneficios objetivables en la capacidad funcional, además de éstos, destacan los trabajos de Hegazy et al ¹² y de Lai et al ³¹, cuyas intervenciones de fisioterapia convencional incluyen ejercicios para reforzar la integración del patrón respiratorio diafragmático, ambos autores obtienen un incremento significativo de la función pulmonar valorada mediante espirometría. También cabe mencionar que en el artículo de Dos Santos et al ¹⁷, que emplea una intervención de fisioterapia convencional en la que se incluyen ejercicios en cinta rodante, así como ejercicios con mancuernas y cintas elásticas, se obtienen mejoras significativas en los biomarcadores de laboratorio que definen el perfil antioxidante pero no se consigue aumentar de forma significativa la resistencia de los músculos respiratorios. Por último, en el ensayo de Xu et al ²⁶, en el que el IMT se incluye en un programa de rehabilitación cardiaca, se observa un aumento significativo de la capacidad funcional, la fuerza de los músculos respiratorios y la función pulmonar.

Los autores cuya intervención se enfoca en el posoperatorio emplean programas de duración variable entre una y 12 semanas^{12, 16-18, 21, 23-25, 30, 35, 36}, o hasta el día del alta sin especificar concretamente el periodo de actuación^{22, 26, 28, 33}. La mayoría de estos estudios utilizan una dosificación de entre dos y diez series, de cinco a 30 repeticiones^{12, 16-18, 21-23, 25, 26, 28, 33, 35}, con una frecuencia diaria^{12, 16, 22-25, 28, 33, 35, 36} o de dos a cinco días por semana^{17, 18, 21, 26, 30}. A pesar de que todos ellos obtienen mejoras en la capacidad funcional, los trabajos de Zanini et al¹⁶ y Brocki et al^{23, 25}, que emplean intervenciones de una y dos semanas respectivamente en las que se realizan dos series de 30 repeticiones diariamente, destacan por no reportar beneficios significativos en la fuerza de los músculos respiratorios ni en la función pulmonar, mientras que los autores que emplean intervenciones de al menos seis semanas de duración^{12, 17, 18, 21, 30, 35} sí que los obtienen. Por otro lado, en los ensayos de Chen et al³⁴, Turkey et al²⁹, Valkenet et al^{19, 32}, Lai et al³¹ y Furon et al²⁷ se emplean intervenciones enfocadas en la prehabilitación cuya duración varía entre una y seis semanas, si bien todos estos reportan beneficios significativos respecto a la fuerza de la musculatura respiratoria^{27, 29, 32, 34}, a la incidencia de complicaciones pulmonares posoperatorias¹⁹ o a la función pulmonar³¹, es oportuno señalar que en el artículo de Khushnood et al²⁰, que únicamente realiza tres sesiones de 40 minutos previas a la cirugía aplicando una resistencia manual a la altura de la apófisis xifoides durante la inspiración, no se observan diferencias significativas con el grupo control.

Los resultados muestran que el uso de la técnica de IMT supone una mejora en los pacientes sometidos a cirugía torácica o cardiovascular, puesto que existe consenso entre la mayoría de autores, en lo que respecta a los beneficios obtenidos en la capacidad funcional y en la fuerza de la musculatura respiratoria. Respecto a la capacidad funcional son 16 los autores^{12, 16-18, 20-23, 25, 26, 28, 30-33, 35} que la evalúan y de todos estos únicamente en un estudio, el de Valkenet et al³², no se encontraron mejoras significativas de la capacidad funcional en los pacientes que recibieron terapia con IMT respecto al grupo control. Cabe destacar que mientras que el resto de autores manejan intervenciones de seis, ocho o 12 semanas, con supervisión presencial diaria o semanal Valkenet et al³² aplica una intervención de duración más breve, dos semanas, mediante un programa domiciliario prequirúrgico, en el cual un fisioterapeuta instruí a los pacientes en la técnica IMT durante una sesión y posteriormente realizaba

un seguimiento telefónico. Revisiones anteriores indican efectos significativos de la terapia IMT sobre la capacidad funcional ^{13, 37, 38} como la de Pu et al ³⁷ cuya recopilación de resultados muestra una mejora potencial en el 6MWT de aquellos pacientes sometidos a resección quirúrgica del cáncer de pulmón que recibieron terapia IMT. En lo que a la fuerza de la musculatura respiratoria se refiere, se estudia en 16 de los artículos ^{12, 16-18, 21-23, 26-30, 32-35} y únicamente en dos de ellos, el estudio de Zanini et al ¹⁶ y el de Brocki et al ²³, no se recogen mejoras significativas tras la terapia con IMT. Al igual que en el caso anterior la falta de resultados positivos podría deberse a la duración de la intervención, ya que en el estudio de Zanini et al ¹⁶ la intervención es de una semana, mientras que en el de Brocki et al ²³ es de dos semanas, por lo que es muy probable que intervenciones inferiores a las seis semanas no reporten beneficios adicionales. De la misma forma que para la capacidad funcional, revisiones anteriores indican una ganancia postquirúrgica de fuerza en la musculatura respiratoria tras el uso de IMT ³⁸⁻⁴⁰, como es el caso del trabajo de Aquino et al ³⁸ en el que indica que los datos analizados de diferentes estudios demuestran la eficacia para mejorar la PImáx así como la PEMáx durante el postoperatorio inmediato de la cirugía cardíaca.

En cuanto a la duración de la estancia hospitalaria y la incidencia de PPC se observa controversia entre los estudios incluidos en esta revisión. De los nueve estudios que analizan la duración de la estancia hospitalaria son cinco los que encuentran beneficios con la terapia de IMT ^{19, 20, 26, 31, 34} frente a cuatro que indican que no existen tales beneficios ^{22, 27, 32, 36}. Los resultados de los estudios de Xu et al ²⁶, Chen et al ³⁴, Valkenet et al ¹⁹, Lai et al ³¹ y Khushnood et al ²⁰ muestran que los efectos del IMT en la reducción de la duración de la estancia hospitalaria, así como en la reducción de la incidencia de complicaciones pulmonares postquirúrgicas, son más destacables cuando la intervención de IMT se combinó con programas de ejercicio y cuando la duración de la intervención y de las sesiones fue más larga. El principal problema con la duración de las intervenciones, tal y como señala Kendall et al ⁴¹, se asocia con el IMT preoperatorio, ya que la urgencia de la operación, especialmente en los pacientes con cáncer, es máxima y no se puede demorar la cirugía para completar los programas de IMT. Por otro lado, en los estudios de Chen et al ³⁴, Valkenet et al ¹⁹ y Lai et al ³¹ se observa que la disminución de las PPC se asocia a una supervisión diaria de los ejercicios y a una carga inicial más baja, alrededor del 30% de la

P_{Imáx}, mientras que la disminución de la estancia hospitalaria se asocia a intervenciones preoperatorias de carga alta, entre el 60%-80% de la P_{Imáx}. Todo lo anterior concuerda con lo expuesto en la revisión de Kendall et al ⁴¹, en la que además se indica que no sería correcto asociar la disminución de la estancia hospitalaria únicamente con la reducción de las PPC ya que existen otros factores como las complicaciones de otros órganos, factores emocionales o la dehiscencia de la incisión que influyen en el alta hospitalaria. Además, en dicha revisión también se observa que los pacientes de edades avanzadas y de alto riesgo son los que más beneficios obtienen de la terapia con IMT en lo que respecta a la aparición de complicaciones y a la estancia hospitalaria. ⁴¹

Como limitaciones de esta revisión, la mayoría de los artículos seleccionados muestran una gran dificultad a la hora de determinar específicamente la edad de los pacientes que participan, así como los detalles del perioperatorio, por ejemplo, las complicaciones quirúrgicas. Otra limitación importante es la variabilidad en cuanto a los estudios recogidos, ya sea por su muestra, ya que los pacientes son sometidos a intervenciones quirúrgicas muy diferentes, o por su metodología ya que emplean intervenciones con dosis y frecuencias muy variadas y miden un amplio abanico de variables, o se utilizan diferentes escalas, cuestionarios o pruebas para medir una misma variable. Además, hay que tener en cuenta que en el presente trabajo tanto la búsqueda como la revisión de los diferentes artículos se ha realizado por una única investigadora.

CONCLUSIONES

La terapia con IMT es una opción terapéutica con evidencia que la respalda para el tratamiento de los pacientes mayores de dieciocho años sometidos a cirugía cardiovascular o torácica.

Las terapias de IMT revisadas se aplican de forma aislada o combinadas con programas de ejercicio, de rehabilitación cardíaca y de fisioterapia convencional, tanto en la prehabilitación como en el postoperatorio de la cirugía cardiovascular o torácica, mediante intervenciones de una a doce semanas en las que se realizan de dos a diez series, de 5 a treinta repeticiones con los dispositivos Thersold IMT o Power-Breathe.

Los resultados obtenidos en los estudios seleccionados para esta revisión muestran que el abordaje con IMT del paciente sometido a cirugía torácica o cardiovascular provoca una mejora de la capacidad funcional, la fuerza de la musculatura respiratoria, la calidad de vida y la función pulmonar. Sin embargo, existe controversia respecto a su impacto en la duración de la estancia hospitalaria y en la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias.

La homogeneidad de las intervenciones utilizadas en los artículos revisados es baja, debido a la cuantificación de variables distintas y a la aplicación de terapias con dosis muy heterogéneas.

ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1: Tabla con los artículos valorados por la escala PEDro

| ARTÍCULOS VALORADOS POR LA ESCALA PEDRO | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | TOTAL |
| Brocki et al, 2015. (Suecia) ²³ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8/10 |
| Hermes et al, 2015. (Brasil) ³⁰ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 6/10 |
| Cordeiro et al, 2016. (Brasil) ³³ | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3/10 |
| Lai et al, 2016. (China) ³¹ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7/10 |
| Valkenet et al, 2016. (Países Bajos) ¹⁹ | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3/10 |
| Turky et al, 2017. (Egipto) ²⁹ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5/10 |
| Brocki et al, 2018. (Suecia) ²⁵ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5/10 |
| Messaggi-Sartor et al, 2018. (España) ²¹ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7/10 |
| Miozzo et al, 2018. (Brasil) ¹⁸ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5/10 |
| Taşkin et al, 2018. (Turquía) ²² | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7/10 |
| Valkenet et al, 2018. (Países Bajos) ³² | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8/10 |
| Chen et al, 2019. (China) ³⁴ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7/10 |
| Dos Santos et al, 2019. (Brasil) ¹⁷ | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8/10 |
| Zanini et al, 2019. (Brasil) ¹⁶ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7/10 |
| Lähteenmäki et al, 2020. (Finlandia) ²⁴ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6/10 |
| Liu et al, 2020. (China) ³⁵ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7/10 |
| Hegazy et al, 2021. (Egipto) ¹² | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8/10 |
| Lähteenmäki et al, 2021. (Finlandia) ³⁶ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7/10 |
| Xu et al, 2022. (China) ²⁶ | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8/10 |
| Cordeiro et al, 2023. (Brasil) ²⁸ | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6/10 |
| Furon et al, 2023. (Francia) ²⁷ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 8/10 |
| Khushnood et al, 2023. (Pakistán) ²⁰ | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7/10 |

Tabla 2: Tabla resumen de los artículos seleccionados para la revisión.

| TABLA RESUMEN DE LOS ARTÍCULOS SELECCIONADOS PARA LA REVISIÓN | | | | |
|---|---|---|--|--|
| AUTOR, AÑO, PAÍS Y TIPO DE ESTUDIO | TIPO DE POBLACIÓN / (N) | INTERVENCION | PARÁMETROS ESTUDIADOS | RESULTADOS |
| Bárbara Cristina Brocki. ²³ 2015. Suecia. Ensayo clínico aleatorizado. | 65 pacientes programados para resección pulmonar. Adultos de edad superior o igual a 70 años. Hombres y mujeres. | 2 semanas de IMT con POWERbreathe K3 al 30% de la P _{Imáx} , en 2 series de 30 respiraciones, 2 veces al día. Además, se realizó fisioterapia posoperatoria estándar (ejercicios de respiración, técnicas de tos y movilización temprana). El grupo control recibió fisioterapia posoperatoria estándar. | - Fuerza de los músculos respiratorios: P _{Imáx} y P _{Emáx} . - Rendimiento funcional: 6MWT. - Espirometría. - Incidencia de PPC. | Reducción de la hipoxemia estadísticamente significativa en el grupo experimental respecto al grupo control, sin beneficios adicionales en el resto de parámetros. |
| Bárbara Maria Hermes. ³⁰ 2015. Brasil. Ensayo clínico aleatorizado. | 24 pacientes sometidos a bypass coronario. Adultos. Hombres y mujeres. | 12 semanas de IMT con Threshold IMT al 30% de la P _{Imáx} (ajustado semanalmente) en 3 series de 10 repeticiones, 2 veces por semana. Además, se realizó un programa ejercicios aeróbicos (bicicleta y cinta) y de resistencia (ejercicios con pesas y cintas elásticas). El grupo control realizó únicamente el programa de ejercicios aeróbicos y de resistencia. | - Fuerza de músculos respiratorios: P _{Imáx} y P _{Emáx} . - Capacidad Funcional: Prueba de esfuerzo basada en el protocolo BRUCE. - Calidad de Vida: Cuestionario MLHFQ. | Mejora significativa de todos los parámetros para ambos grupos, existiendo una diferencia significativa entre los dos grupos a favor del grupo que realiza IMT. |
| André Luiz Lisboa Cordeiro. ³³ 2016. Brasil. ensayo clínico aleatorizado. | 50 pacientes sometidos a cirugía cardiaca (bypass coronario, válvula aórtica y/o mitral, corrección de la comunicación interauricular). Adultos mayores de 18 años. Hombres y mujeres. | IMT con Threshold IMT al 40% de la P _{Imáx} en 3 series de 10 respiraciones, 2 veces al día hasta el alta hospitalaria. Además, recibieron atención hospitalaria rutinaria. El grupo control solo recibió la atención hospitalaria rutinaria. | Capacidad funcional: 6MWT. Fuerza de los músculos respiratorios: P _{Imáx} . | Mejora significativa de todos los parámetros en el grupo que recibe IMT, con diferencias significativas frente al grupo control |
| Yutian Lai. ³¹ 2016. | 60 pacientes con cáncer de pulmón a espera de lobectomía. | La semana previa a cirugía se realiza IMT con dVyonle 5000 al | - Capacidad funcional: 6MWT. - Flujo espiratorio máximo (PEF). | Diferencia significativa en el PEF, el 6MWT, la incidencia de |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| China. Ensayo clínico aleatorizado. | Adultos mayores de 70 años. Sexo sin especificar. | 30% de la P _{Imax} , durante 15-20 minutos, dos veces al día. Además, se realizó entrenamiento del patrón respiratorio de predominio diafragmático. El grupo control solo realizó entrenamiento del patrón respiratorio de predominio diafragmático. | - Cuestionarios EORTC QLQ-C30 y LC13_CN (calidad de vida percibida). - Incidencia de PPC. - Duración de la estancia hospitalaria. | PPC y la duración de la estancia hospitalaria a favor del grupo que realiza IMT. Sin beneficios adicionales en la calidad de vida percibida. |
| K Valkenet. ¹⁹ 2016. Países Bajos. Ensayo clínico aleatorizado. | 235 pacientes candidatos a CABG (posteriormente intervenidos). Adultos, edad y sexo sin especificar. | La semana previa a la cirugía se realiza un programa domiciliario que incluye IMT con Threshold IMT al 30% de la P _{Imax} , durante 20 min, diariamente. La resistencia se ajusta diariamente para mantener una puntuación igual o mayor a 5 en la escala de Borg. Además, también incluye espirometría incentivada y educación sobre maniobras de respiración profunda, tos y movilización temprana. El grupo control solo recibe educación sobre maniobras de respiración profunda, tos y movilización temprana. | - Incidencia de PPC: neumonías - Duración de la estancia hospitalaria - Salud percibida: Cuestionario EQ-5D-3L - Calidad de vida: Cuestionario SF-36 | Disminución de la incidencia de PPC y de la duración de la estancia hospitalaria estadísticamente significativa para el grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. Sin cambios en la calidad de vida y salud percibidas. |
| Khalid Turkey. ²⁹ 2017. Egipto. Ensayo clínico aleatorizado. | 40 pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria. Adultos, edad sin especificar. Hombres. | Los 10-14 días previos a la cirugía se realiza IMT con Powerbreathe al 30% de P _{Imax} , en 3 series de 10 respiraciones. La resistencia se ajusta diariamente para mantener una puntuación igual o mayor a 5 en la escala de Borg. Además, también reciben la atención prequirúrgica rutinaria. El grupo control solo recibe la atención prequirúrgica rutinaria. | - Fuerza de músculos inspiratorios: P _{Imax} . - Gradiente alveolar-arterial - Saturación de oxígeno: pulsioximetría | Mejora significativa de la P _{Imax} y de la saturación de oxígeno del grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. Sin diferencias significativas en el gradiente alveolar-arterial entre ambos grupos. |
| Barbara Cristina Brocki. ²⁵ 2018. | 68 pacientes sometidos a resección pulmonar. | 2 semanas de IMT con POWERbreathe K3 al 15% de | - Actividad física autoinformada: cuestionario PAS2. | Mejora estadísticamente significativa en el PAS2 en el |

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Suecia. Ensayo clínico aleatorizado. | Adultos de edad media de 70 años. Hombres y mujeres. | <p>P_{Imax} (aumentada en 2 cm H₂O diarios), en 2 series de 30 respiraciones, 2 veces al día. Además, se realizó fisioterapia posoperatoria estándar (ejercicios de respiración, técnicas de tos y movilización temprana).</p> <p>El grupo control solo recibe fisioterapia posoperatoria estándar.</p> | - Estado de salud: cuestionario EuroQol EQ-5D-5L. | grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. |
| Monique Messaggi-Sartor. ²¹ 2018. España. Ensayo clínico aleatorizado. | <p>37 pacientes con Nscl después de la resección del tumor.</p> <p>Adultos menores de 80 años. Hombres y mujeres.</p> | <p>8 semanas de IMT al 30% de la P_{Imáx}, en 5 series de 10 respiraciones, 2 veces al día y 3 sesiones por semana. La resistencia se incrementó semanalmente en 10 cmH₂O hasta alcanzar el 50% de la P_{Imáx}. Además, se realizó un programa de entrenamiento aeróbico continuo en bicicleta ergométrica. 30 minutos al 60% de la carga de trabajo máxima inicial y se aumentó en 5 vatios por semana según tolerancia del paciente.</p> | <p>- Capacidad funcional: CPET.</p> <p>- Fuerza de los músculos respiratorios: P_{Imáx} y P_{Emáx}.</p> <p>- Cuestionario EORTC QLQ-C30.</p> <p>- Biomarcadores de pronóstico de Nscl: iGf-i e iGf-pb-3.</p> | Mejora significativa de CPET, P _{Imax} y P _{Emax} . Además, también se observó un aumento de los niveles séricos de iGf-pb-3. |
| Aline Paula Miozzo. ¹⁸ 2018. Brasil. Ensayo clínico aleatorizado. | <p>24 pacientes sometidos a CABG.</p> <p>Adultos de entre 30 y 70 años. Hombres y mujeres.</p> | <p>12 semanas de IMT con POWERbreathe Plus Resistance al 50% de la P_{Imáx}, en 5 series de 10 Respiraciones, 3 veces por semana. La resistencia se incrementó hasta alcanzar el 80% de la P_{Imáx}. Además, se realizó un programa de ejercicio aeróbico de 40 min por sesión.</p> <p>El grupo control solo realizó el programa de ejercicio aeróbico.</p> | <p>- Capacidad funcional: 6MWT y prueba ergométrica.</p> <p>- Fuerza de los músculos respiratorios: P_{Imáx} y P_{Emáx}.</p> <p>- Fuerza del miembro inferior: 30 seconds sit to stand test.</p> <p>- Calidad de vida: SF-36.</p> | Mejora significativa en todos los parámetros para ambos grupos, sin diferencias significativas entre ellos. |
| Harun Taşkin. ²² 2018. Turquía. Ensayo clínico aleatorizado. | 40 pacientes sometido a resección pulmonar. | Sesiones diarias, desde el alta en UCI hasta el alta hospitalaria, de IMT con Threshold IMT al 15% de la P _{Imáx} , 3 series de 10 | <p>- Fuerza de los músculos respiratorios: P_{Imáx} y P_{Emáx}</p> <p>- Capacidad funcional: 6MWT.</p> <p>- Dolor percibido: EVA</p> | Mejora significativa en P _{Imáx} , P _{Emáx} y 6MWT en el grupo que realiza IMT, con diferencias |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| | Adultos entre 18 y 65 años. Hombres y mujeres. | respiraciones. La resistencia se aumenta en 2 cmH ₂ O diariamente hasta alcanzar el 45% de la PImáx. Además, también se realizó fisioterapia torácica convencional (control de la respiración, patrón diafragmático, ejercicios de expansión costal, drenaje postural y tos eficaz) y movilizaciones tempranas. El grupo control solo recibió fisioterapia torácica convencional y movilizaciones tempranas. | - Duración de la estancia hospitalaria | significativas frente al grupo control. Sin cambios significativos en la EVA ni en la duración de la estancia hospitalaria. |
| K Valkenet. ³² 2018. Países Bajos. Ensayo clínico aleatorizado. | 241 pacientes programados para esofagectomía. Adultos mayores de 18 años, edad media de 63 años. Hombres y mujeres. | Las 2 semanas previas a la cirugía se realizó un programa de IMT domiciliario con POWERbreathe K3 al 60% de la PImáx, en 30 respiraciones, 2 veces al día. La resistencia se ajustó diariamente para permanecer en un valor de 7 o más en la escala de BORG. Además, también recibieron la atención hospitalaria habitual. El grupo control solo recibió la atención hospitalaria habitual. | Fuerza de los músculos respiratorios: PImáx y resistencia - Función pulmonar: espirometría (FEV1 y FVC). - Calidad de vida: EuroQol-5D, Short Form 12. - Actividad física: SQUASH - Fatiga: MFI-20 - Tasa de neumonía posoperatoria - Incidencia de CPP - Duración de la estancia hospitalaria | Aumento significativo de la fuerza de los músculos inspiratorios en el grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. Sin beneficios adicionales en el resto de parámetros. |
| Xiaoyu Chen. ³⁴ 2019. China. Ensayo clínico aleatorizado. | 197 pacientes programados para recibir cirugía cardíaca. Adultos de media de edad 50 años. Hombres y mujeres. | Los 5 días previos a la cirugía se realizó IMT con Threshold IMT al 30% de PImáx durante 20 min, 2 veces al día. Además, también se realizó el programa de atención rutinario (educación, tos efectiva, movilización temprana y respiración abdominal). El grupo control realizó la misma intervención, pero con la carga mínima del dispositivo (9cmH ₂ O). | - Incidencia de CPP. - Fuerza de los músculos inspiratorios: PImáx. - Función pulmonar: pletismografía y espirometría. - Duración de la hospitalización. | Mejora significativa de todos los parámetros en el grupo que realiza IMT al 30% de la PImáx, con diferencias significativas frente al grupo control. |

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| <p>Tamires Daros Dos Santos.¹⁷ 2019. Brasil. Ensayo clínico aleatorizado.</p> | <p>24 pacientes sometidos a CABG. Adultos de edades entre 45 y 65 años. Hombres y mujeres.</p> | <p>12 semanas de IMT de alta intensidad al 50% de la P_{Imáx}, en 5 series de 10 repeticiones, 2 veces por semana. La resistencia se incrementa progresivamente hasta alcanzar el 80% de la P_{Imáx}. Además, también se realizó fisioterapia torácica convencional. El grupo control realizó la misma intervención, pero con la carga mínima del dispositivo (9cmH₂O).</p> | <p>- Capacidad funcional: CPET y 6MWT - Fuerza de los músculos respiratorios: P_{Imáx} y P_{Emáx} - Resistencia de los músculos inspiratorios - Calidad de vida: MLHFQ - Biomarcadores de laboratorio: productos proteicos de oxidación avanzada</p> | <p>Mejoras significativas en la capacidad funcional, la fuerza de los músculos respiratorios, la calidad de vida y el perfil antioxidante en el grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control.</p> |
| <p>Maurice Zanini.¹⁶ 2019. Brasil. Ensayo Clínico Aleatorizado.</p> | <p>40 pacientes intervenidos de CABG. Adultos de 18 a 70 años. Hombres y mujeres.</p> | <p>Dosis: dos veces al día durante 1 semana. G1: ejercicios activos de miembros superiores e inferiores, deambulación temprana progresiva e IMT con Threshold IMT al 20% de la P_{Imáx}, en 10 series de 10 respiraciones. Además de fisioterapia torácica convencional. G2: Igual que G1, pero sin IMT. G3: Igual que G1, pero sin programa de ejercicios. G4: solo recibió fisioterapia torácica convencional.</p> | <p>- Función pulmonar: espirometría (FVC y FEV1). - Prueba de fuerza de los músculos respiratorios: protocolo de la American Thoracic Society - Capacidad funcional: CPET y 6MWT.</p> | <p>Mejora significativa en 6MWT y CPET de G1 y G2 respecto a G3 y G4, sin diferencias significativas entre G1 y G2.</p> |
| <p>Sabina Lähtenmäki.²⁴ 2020. Finlandia. Ensayo clínico aleatorizado.</p> | <p>42 pacientes sometidos a cirugía de resección pulmonar. Edad media de 68 años. Hombres y mujeres.</p> | <p>Se realizan un total de 3 sesiones de IMT con Threshold IMT al 20% de la P_{Imáx}. El grupo control realiza ejercicios de PEP.</p> | <p>- Hallazgos radiológicos - Función pulmonar: espirometría (FEV, FVC, PEF, FIVC, FIV1, PIF).</p> | <p>Mejora significativa de ambos grupos sin diferencias significativas entre ellos.</p> |
| <p>Jui Fang Liu.³⁵ 2020. China.</p> | <p>63 pacientes con cáncer de pulmón sometidos a VATS.</p> | <p>6 semanas de IMT con Threshold IMT al 30% de la P_{Imáx}, en 30 respiraciones dos veces al día. La</p> | <p>- Fuerza de los músculos respiratorios: P_{Imáx} y P_{Emáx} - Volumen de expansión</p> | <p>Mejora significativa de todos los parámetros en el grupo que realiza IMT, con diferencias</p> |

| | | | | |
|---|---|--|---|--|
| Ensayo clínico aleatorizado. | Edad y sexo sin especificar. | resistencia se incrementó en un 5% quincenalmente. El grupo control solo recibió la atención hospitalaria estándar. | Pulmonar: espirómetro incentivador de flujo - Capacidad funcional: 6MWT | significativas frente al grupo control. |
| Fatma A Hegazy. ¹² 2021. Egipto. Ensayo Clínico Aleatorizado. | 100 pacientes intervenidos de reemplazo de la válvula mitral. Adultos de edad entre 25 y 50 años. Hombres y mujeres. | 8 semanas de IMT con Threshold IMT al 40% de la P _{Imáx} , en 6 series de 5 respiraciones, 2 veces al día. La resistencia se incrementó hasta alcanzar el 80% de la P _{Imáx} . Además, también se realizó fisioterapia convencional. El grupo control solo realizó fisioterapia convencional. | - Función pulmonar: espirometría (FVC, FEV1 y FEV1/FVC) - Fuerza de los músculos inspiratorios: P _{Imáx} - Capacidad funcional: 6MWT | Mejoras estadísticamente significativas de todas las variables en el grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. |
| Sabina Isabel Lähteenmäki. ³⁶ 2021. Finlandia. Ensayo clínico aleatorizado. | 45 pacientes sometidos a operaciones torácicas menores. Edad media 58 años. Hombres y mujeres. | Se realizan un total de 3 sesiones de IMT con Threshold IMT al 20% de la P _{Imáx} . El grupo control realiza ejercicios de PEP. | - Percepción del dolor: escala NRS - Función pulmonar: espirometría (FEV, FVC, PEF, FIVC, FIV1, PIF) - Cambios en la imagen radiológica del pulmón - CPP y estancia hospitalaria | Mejora significativa de la percepción de dolor y del FEV1 en el grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. Sin beneficios adicionales para el resto de parámetros. |
| Lin Xu. ²⁶ 2022. China. Ensayo clínico aleatorizado. | 96 pacientes de TAVR. Adultos, edad y sexo no especificados. | Durante toda la estancia hospitalaria se realiza IMT al 30% de la P _{Imáx} durante 5-10 min al día, 3-5 días por semana. La resistencia se incrementa hasta alcanzar el 60% de la P _{Imáx} . Además, se incluyen dentro del programa de rehabilitación cardíaca convencional. El grupo control realiza la misma intervención, pero con un dispositivo simulado (válvula abierta para anular la resistencia ofrecida). | - Capacidad funcional: 6MWT - Función pulmonar: espirometría (FEV1, FVC, FEV1/FVC) - Fuerza de los músculos respiratorios: P _{Imáx} y P _{Emáx} - Días de estancia hospitalaria | Mejora significativa de todos los parámetros en el grupo que realiza IMT, con diferencias significativas frente al grupo control. |
| André Luiz Lisboa Cordeiro. ²⁸ 2023. Brasil. Ensayo clínico aleatorizado. | 41 pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria. | Durante toda la estancia hospitalaria se realizó IMT con PowerBreathe al 10% de la P _{Imáx} , en 3 series de 15 | - Fuerza de los músculos respiratorios: P _{Imáx} . - Calidad de vida: SF-36 - Capacidad funcional: 6MWT. | Mejora significativa de todos los parámetros en el grupo que realiza IMT, con diferencias |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | Adultos de edad media de 60 años. Hombres y mujeres | <p>repeticiones, 2 veces al día. La resistencia se aumentó en un 10% cada serie o según la tolerancia del paciente. Además, también se realizó la asistencia hospitalaria rutinaria y fisioterapia convencional (kinesioterapia, deambulación y cicloergometría).</p> <p>El grupo control solo recibió la asistencia hospitalaria rutinaria y fisioterapia convencional.</p> | | significativas frente al grupo control. |
| Yoakim Furon. ²⁷ 2023. Francia. Ensayo clínico aleatorizado. | <p>29 pacientes en espera de reemplazo valvular aórtico electivo primario.</p> <p>Adultos mayores de 18 años. Edad sin especificar. Hombres y mujeres.</p> | <p>Se realizó un programa prequirúrgico domiciliario de 3 a 6 semanas con IMT de alta intensidad (HI-IMT) con Powerbreathe Plus MR al 80% de P_{Imáx}, en 5 series de 10 repeticiones diariamente.</p> <p>El grupo control realizó el mismo programa, pero con IMT de baja intensidad (LI-IMT), al 15% de P_{Imáx}.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Valor preoperatorio del sTNFR1. - Puntuación z inflamatoria combinada perioperatoria. - Función pulmonar: espirometría (FEV1 y FVC) - Fuerzo de los músculos respiratorios: P_{Imáx} y P_{Emáx} - Resultados clínicos Posoperatorios: duración del ingreso, estancia en UCI, duración de la ventilación mecánica, tiempo con oxígeno, los niveles de (PCR) y CPP. | <p>Retorno significativamente más rápido al nivel inicial de sTNFR1 en el grupo HI-IMT. Además, la puntuación z inflamatoria combinada fue menor en el grupo HI-IMT que en el grupo LI-IMT en el primer día postoperatorio, sin beneficios estadísticamente significativos a largo plazo.</p> <p>Sin diferencias significativas entre ambos grupos para la función pulmonar y los resultados clínicos postoperatorios.</p> |
| Kiran Khushnood. ²⁰ 2023. Pakistán. Ensayo clínico aleatorizado. | <p>50 pacientes programados para CABG.</p> <p>Edad de 25 a 60 años. Hombres y mujeres.</p> | <p>Se realizaron un total de 3 sesiones de 30-40 min previas a la cirugía que incluían ejercicios de respiración (espirómetro incentivador), técnicas de drenaje de secreciones e IMT (aplicación de una resistencia suave y directa en dirección hacia dentro y hacia arriba por debajo de la apófisis xifoides durante la inspiración).</p> <p>El grupo control recibió la misma intervención, pero sin IMT.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad funcional: 6MWT - Kinesiofobia: TSKH - Resistencia cardiovascular y pulmonar: escala de Borg - Días de estancia en UCI | Mejora significativa de todos los parámetros para ambos grupos sin diferencias significativas entre ellos. |
| CR: Rehabilitación cardíaca; FIV1: volumen inspiratorio forzado en un segundo; FIVC: capacidad vital inspiratoria forzada; iGf-i: factor de crecimiento de insulina sérico i; iGf-3: la proteína de unión a iGf 3; MLHFQ: Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire; PaO ₂ y PaCO ₂ : presiones parciales de oxígeno y dióxido | | | | |

de carbono; PCR: proteína C reactiva; PIF: flujo inspiratorio máximo; SpO2: Saturación periférica de oxígeno; sTNFR1: receptor 1 del factor de necrosis tumoral soluble; TAVR: reemplazo valvular aórtico transcáteter; VATS: cirugía toracoscópica videoasistida



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morcillo A, Álvarez A, Martín-Ucar AE, Gálvez C, García EM, González F, et al. LIBRO BLANCO DE LA CIRUGÍA TORÁCICA [Internet]. Madrid, España: Sociedad española de cirugía torácica (SECT); [cited 2024 Mar 1]. Available from: https://sect.es/images/PDF/Libro_Blanco_SECT_pdf.pdf
2. Towe CW, Servais EL, Brown LM, Blasberg JD, Mitchell JD, Worrell SG, Seder CW, David EA. The Society of Thoracic Surgeons General Thoracic Surgery Database: 2023 Update on Outcomes and Research. *Ann Thorac Surg*. 2024 Mar;117(3):489-496.
3. Cilleruelo Ramos Á, Figueroa Almánzar S, López Castro R, Martínez Hernández NJ, Mezquita Pérez L, Moreno Casado P, Zabaleta Jiménez J. Spanish Society of Thoracic Surgery (SECT) consensus document. Long-term follow-up for operated patients with lung cancer. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2022 Jun;100(6):320-328.
4. Garutti I, Cabañero A, Vicente R, Sánchez D, Granell M, Fraile CA, Real Navacerrada M, Novoa N, Sanchez-Pedrosa G, Congregado M, Gómez A, Miñana E, Piñeiro P, Cruz P, de la Gala F, Quero F, Huerta LJ, Rodríguez M, Jiménez E, Puente-Maestu L, Aragon S, Osorio-Salazar E, Sitges M, Lopez Maldonado MD, Rios FT, Morales JE, Callejas R, Gonzalez-Bardancas S, Botella S, Cortés M, Yepes MJ, Iranzo R, Sayas J. Recommendations of the Society of Thoracic Surgery and the Section of Cardiothoracic and Vascular Surgery of the Spanish Society of Anesthesia, Resuscitation and Pain Therapy, for patients undergoing lung surgery included in an intensified recovery program. *Rev Esp Anestesiol Reanim (Engl Ed)*. 2021 Jul 19:S0034-9356(21)00102-X.
5. Etienne H, Assouad J. Chirurgie thoracique et patients co-morbides [Thoracic surgery and co-morbid patients]. *Rev Mal Respir*. 2021 Sep;38(7):743-753.
6. Wang L, Yang M, Meng W. Prevalence and Characteristics of Persistent Postoperative Pain After Thoracic Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anesth Analg*. 2023 Jul 1;137(1):48-57.

7. Pedoto A, Perrino AC Jr. Delayed recovery following thoracic surgery: persistent issues and potential interventions. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019 Feb;32(1):3-9.
8. Peng Z, Li H, Zhang C, Qian X, Feng Z, Zhu S. A retrospective study of chronic post-surgical pain following thoracic surgery: prevalence, risk factors, incidence of neuropathic component, and impact on quality of life. *PLoS One*. 2014 Feb 28;9(2):e90014.
9. Muñoz de Cabo C, Hermoso Alarza F, Cossio Rodriguez AM, Martín Delgado MC. Perioperative management in thoracic surgery. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2020 Apr;44(3):185-191.
11. Akowuah EF, Wagnild JM, Bardgett M, Prichard JG, Mathias A, Harrison SL, Ogundimu EO, Hancock HC, Maier RH; PREPs Trial investigators. A randomised controlled trial of prehabilitation in patients undergoing elective cardiac surgery. *Anaesthesia*. 2023 Sep;78(9):1120-1128.
12. Hegazy FA, Mohamed Kamel SM, Abdelhamid AS, Aboelnasr EA, Elshazly M, Hassan AM. Effect of postoperative high load long duration inspiratory muscle training on pulmonary function and functional capacity after mitral valve replacement surgery: A randomized controlled trial with follow-up. *PLoS One*. 2021 Aug 27;16(8):e0256609.
13. Gomes Neto M, Martinez BP, Reis HF, Carvalho VO. Pre- and postoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiac surgery: systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2017 Apr;31(4):454-464.
14. Carámbula A, Visca A, D'Amico S, Angulo M. Evaluación muscular respiratoria y periférica en la Unidad de cuidados Intensivos. *Archivos de Bronconeumología*. 2019 May;55(5):258–65.
15. de Aquino TN, de Faria Rosseto S, Lúcio Vaz J, de Faria Cordeiro Alves C, Vidigal FC, Galdino G. Evaluation of respiratory and peripheral muscle training in individuals undergoing myocardial revascularization. *J Card Surg*. 2021 Sep;36(9):3166-3173.
16. Zanini M, Nery RM, de Lima JB, Buhler RP, da Silveira AD, Stein R. Effects of Different Rehabilitation Protocols in Inpatient Cardiac Rehabilitation After Coronary Artery Bypass Graft

Surgery: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2019 Nov;39(6):E19-E25.

17. Dos Santos TD, Pereira SN, Portela LOC, Cardoso DM, Lago PD, Dos Santos Guarda N, Moresco RN, Pereira MB, de Albuquerque IM. Moderate-to-high intensity inspiratory muscle training improves the effects of combined training on exercise capacity in patients after coronary artery bypass graft surgery: A randomized clinical trial. *Int J Cardiol.* 2019 Mar 15;279:40-46.

18. Miozzo AP, Stein C, Marcolino MZ, Sisto IR, Hauck M, Coronel CC, Plentz RDM. Effects of High-Intensity Inspiratory Muscle Training Associated with Aerobic Exercise in Patients Undergoing CABG: Randomized Clinical Trial. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2018 Jul-Aug;33(4):376-383.

19. Valkenet K, Trappenburg JCA, Hulzebos EH, van Meeteren NLU, Backx FJG. Effects of a pre-operative home-based inspiratory muscle training programme on perceived health-related quality of life in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Physiotherapy.* 2017 Sep;103(3):276-282.

20. Khushnood K, Sultan N, Awan M M A, Altaf S, Mehmood R, Qureshi S. Effects of Pre-operative Physical Therapy on Functional Capacity, Kinesiophobia, and Post-operative ICU Stay in Coronary Artery Bypass Grafting Candidates. *Iranian Rehabilitation Journal.* 2023;21(1):81-88

21. Messaggi-Sartor M, Marco E, Martínez-Téllez E, Rodríguez-Fuster A, Palomares C, Chiarella S, Muniesa JM, Orozco-Levi M, Barreiro E, Güell MR. Combined aerobic exercise and high-intensity respiratory muscle training in patients surgically treated for non-small cell lung cancer: a pilot randomized clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2019 Feb;55(1):113-122.

22. Taşkin H PT, MSc, Telli Atalay O PT, PhD, Yuncu G MD, Taşpınar B PT, PhD, Yalman A PT, Şenol H MSc. Postoperative respiratory muscle training in addition to chest physiotherapy after pulmonary resection: A randomized controlled study. *Physiother Theory Pract.* 2020 Mar;36(3):378-385.

23. Brocki BC, Andreasen JJ, Langer D, Souza DS, Westerdahl E. Postoperative inspiratory muscle training in addition to breathing exercises and early mobilization improves oxygenation in high-risk

patients after lung cancer surgery: a randomized controlled trial. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016 May;49(5):1483-91.

24. Lähteenmäki S, Sioris T, Mahrberg H, Rinta-Kiikka I, Laurikka J. Inspiratory training and immediate lung recovery after resective pulmonary surgery: a randomized clinical trial. *J Thorac Dis.* 2020 Nov;12(11):6701-6711.

25. Brocki BC, Andreasen JJ, Westerdahl E. Inspiratory Muscle Training in High-Risk Patients Following Lung Resection May Prevent a Postoperative Decline in Physical Activity Level. *Integr Cancer Ther.* 2018 Dec;17(4):1095-1102.

26. Xu L, Wei J, Liu J, Feng Y, Wang L, Wang S, Li Q, He S, Chen Y, Peng Y, Bao Y, Yang X, He C, Chen M, Wei Q. Inspiratory muscle training improves cardiopulmonary function in patients after transcatheter aortic valve replacement: a randomized clinical trial. *Eur J Prev Cardiol.* 2023 Jan 24;30(2):191-202.

27. Furon Y, Dang Van S, Blanchard S, Saulnier P, Baufreton C. Effects of high-intensity inspiratory muscle training on systemic inflammatory response in cardiac surgery - A randomized clinical trial. *Physiother Theory Pract.* 2024 Apr;40(4):778-788.

28. Cordeiro ALL, Almeida de Brito J, Rodrigues Pereira L, Duarte Pascoal H, Correia Dos Santos VT, Raimundo Guimarães A, Petto J. Inspiratory muscle training on quality of life and functional capacity after hospital discharge in patients submitted to coronary artery bypass grafting: A controlled clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2023 Jul;35:202-207.

29. Turkey K, Afify AMA. Effect of Preoperative Inspiratory Muscle Training on Alveolar-Arterial Oxygen Gradients After Coronary Artery Bypass Surgery. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2017 Jul;37(4):290-294.

30. Hermes BM, Cardoso DM, Gomes TJ, Santos TD, Vicente MS, Pereira SN, Barbosa VA, Albuquerque IM. Short-term inspiratory muscle training potentiates the benefits of aerobic and

resistance training in patients undergoing CABG in phase II cardiac rehabilitation program. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2015 Jul-Aug;30(4):474-81.

31. Lai Y, Huang J, Yang M, Su J, Liu J, Che G. Seven-day intensive preoperative rehabilitation for elderly patients with lung cancer: a randomized controlled trial. *J Surg Res.* 2017 Mar;209:30-36.

32. Valkenet K, Trappenburg JCA, Ruurda JP, Guinan EM, Reynolds JV, Nafteux P, Fontaine M, Rodrigo HE, van der Peet DL, Hania SW, Sosef MN, Willms J, Rosman C, Pieters H, Scheepers JJG, Faber T, Kouwenhoven EA, Tinselboer M, Räsänen J, Ryyänen H, Gosselink R, van Hillegersberg R, Backx FJG. Multicentre randomized clinical trial of inspiratory muscle training versus usual care before surgery for oesophageal cancer. *Br J Surg.* 2018 Apr;105(5):502-511.

33. Cordeiro AL, de Melo TA, Neves D, Luna J, Esquivel MS, Guimarães AR, Borges DL, Petto J. Inspiratory Muscle Training and Functional Capacity in Patients Undergoing Cardiac Surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2016 Apr;31(2):140-4.

34. Chen X, Hou L, Zhang Y, Liu X, Shao B, Yuan B, Li J, Li M, Cheng H, Teng L, Guo M, Wang Z, Chen T, Liu J, Liu Y, Liu Z, Liu X, Guo Q. The effects of five days of intensive preoperative inspiratory muscle training on postoperative complications and outcome in patients having cardiac surgery: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2019 May;33(5):913-922.

35. Liu JF, Kuo NY, Fang TP, Chen JO, Lu HI, Lin HL. A six-week inspiratory muscle training and aerobic exercise improves respiratory muscle strength and exercise capacity in lung cancer patients after video-assisted thoracoscopic surgery: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2021 Jun;35(6):840-850.

36. Lähteenmäki SI, Sioris T, Mahrberg HSS, Rinta-Kiikka IC, Laurikka JO. A randomized trial comparing inspiratory training and positive pressure training in immediate lung recovery after minor pleuro-pulmonary surgery. *J Thorac Dis.* 2021 Aug;13(8):4690-4702.

37. Pu CY, Batarseh H, Zafron ML, Mador MJ, Yendamuri S, Ray AD. Effects of Preoperative Breathing Exercise on Postoperative Outcomes for Patients With Lung Cancer Undergoing Curative Intent Lung Resection: A Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2021 Dec;102(12):2416-2427.
38. Aquino TN, Prado JP, Crisafulli E, Clini EM, Galdino G. Efficacy of Respiratory Muscle Training in the Immediate Postoperative Period of Cardiac Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2024 Feb 5;39(1):e20220165.
39. Mans CM, Reeve JC, Elkins MR. Postoperative outcomes following preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing cardiothoracic or upper abdominal surgery: a systematic review and meta analysis. *Clin Rehabil.* 2015 May;29(5):426-38.
40. Snowdon D, Haines TP, Skinner EH. Preoperative intervention reduces postoperative pulmonary complications but not length of stay in cardiac surgical patients: a systematic review. *J Physiother.* 2014 Jun;60(2):66-77.
41. Kendall F, Oliveira J, Peleteiro B, Pinho P, Bastos PT. Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil.* 2018 Apr;40(8):864-882.