

# FISIOTERAPIA RESPIRATORIA POSTERIOR A CIRUGÍA DE REVASCULARIZACIÓN MIOCÁRDICA

*Respiratory physiotherapy after myocardial bypass surgery*

**Jorge Enrique Daza Arana**

Universidad Santiago de Cali

© <https://orcid.org/0000-0002-4936-1507>

✉ [jorge.daza01@usc.edu.co](mailto:jorge.daza01@usc.edu.co)

**María Angélica Rodríguez Scarpetta**

Universidad Santiago de Cali

© <https://orcid.org/0000-0001-5893-7224>

✉ [maria.rodriguez10@usc.edu.co](mailto:maria.rodriguez10@usc.edu.co)

**Daniela Maritza Tipas Castro**

Universidad Santiago de Cali

© <https://orcid.org/0000-0002-9144-9481>

✉ [danimarcastro10@gmail.com](mailto:danimarcastro10@gmail.com)

**Diana Sofía Bocanegra Acevedo**

Universidad Santiago de Cali

© <https://orcid.org/0000-0003-3541-7722>

✉ [dianasofia79@gmail.com](mailto:dianasofia79@gmail.com)

**David Stevan Sarria Varela**

Universidad Santiago de Cali

© <https://orcid.org/0000-0002-6102-3594>

✉ [david.sarria00@usc.edu.co](mailto:david.sarria00@usc.edu.co)

## Resumen

La cirugía de revascularización miocárdica es una de las opciones terapéuticas para la enfermedad cardíaca isquémica en conjunto con la intervención farmacológica y el abordaje de los estilos de vida. Al constituir una intervención invasiva trae consigo una serie de riesgos

### Cita este capítulo

Daza Arana, J. E; Rodríguez Scarpetta, M. A; Tipas Castro, D. M; Bocanegra Acevedo, D. S; Sarria Varela, D. (2024). Fisioterapia respiratoria posterior a cirugía de revascularización miocárdica. En: Revascularización miocárdica: tópicos selectos para profesionales de la salud, Tomo II: abordaje especializado. Lozada Ramos, H; Daza Arana, J. E. (Editores científicos) (pp. 181-229). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali; 2024.

de complicación, especialmente a nivel cardiopulmonar, neurológico, renal e infeccioso, condiciones que comprometen la recuperación funcional del paciente y el grado de discapacidad, los tiempos de estancia, costos hospitalarios y la mortalidad. Las complicaciones pulmonares evidencian una incidencia importante, donde se destacan la atelectasia, el derrame pleural, neumotórax, neumonía, la disfunción muscular diafragmática, la ventilación mecánica prolongada, entre otras. Además, se ha observado deficiencias funcionales como la disminución de volúmenes y capacidades pulmonares, de la movilidad torácica y del nivel de oxigenación; resultados enmarcados en la disfunción pulmonar restrictiva, que a la luz del modelo de transporte de oxígeno llegan a influenciar los factores del sistema cardiovascular y pulmonar que facilitan o limitan la producción de movimiento corporal, objetivo de estudio de la fisioterapia. En este sentido, la fisioterapia cuenta con estrategias de prevención e intervención para este tipo de deficiencias, dentro de las cuales se encuentran las técnicas de ejercicios respiratorios de inspiración profunda, ejercicios con incentivo respiratorio, el ciclo activo de la respiración, ejercicios con presión positiva, el entrenamiento muscular respiratorio, entre otros modos terapéuticos. Dichas estrategias orientadas al manejo de variables fisiológicas descritas por Postiaux y referentes al modelo mecánico de fisioterapia respiratoria que se basa en la modificación de la presión motriz del sistema respiratorio, la presión pleural.

**Palabras clave:** modalidades de fisioterapia, ejercicios respiratorios, ventilación pulmonar, cuidado respiratorio (**Fuente: MeSH**).

## **Abstract**

Myocardial revascularization surgery is one of the therapeutic options for ischemic heart disease, in conjunction with pharmacological intervention and a lifestyle approach. By constituting an invasive intervention, it brings with it a series of risks of complications, es-

pecially at the cardiopulmonary, neurological, renal and infectious levels, conditions that compromise the functional recovery of the patient and the degree of disability, length of stay, hospital costs and mortality. Pulmonary complications show a significant incidence, where atelectasis, pleural effusion, pneumothorax, pneumonia, diaphragmatic muscle dysfunction, prolonged mechanical ventilation, among others stand out. In addition, functional deficiencies have been observed such as decreased lung volumes and capacities, thoracic mobility and oxygenation level; results framed in restrictive pulmonary dysfunction and that, in light of the oxygen transport model, influence factors of Pulmonary cardiovascular system that facilitate or limit the production of body movement, a study objective of physiotherapy. In this sense, physiotherapy has prevention and intervention strategies for these types of deficiencies, among which are the techniques of deep inspiration breathing exercises, exercises with respiratory incentive, the active cycle of breathing, exercises with positive pressure, respiratory muscle training, among other therapeutic modes. Said strategies aimed at managing physiological variables described by Postiaux and referring to the mechanical model of respiratory physiotherapy that is based on the modification of the motor pressure of the respiratory system, pleural pressure.

**Keywords:** physical therapy modalities, breathing exercises, pulmonary ventilation, respiratory care (**Source: MeSH**).

## **Introducción**

El sistema circulatorio tiene como función principal dirigir el aporte sanguíneo a los diferentes tejidos, llevando nutrientes y oxígeno para su adecuado funcionamiento. Una de las deficiencias más prevalentes en este sistema corporal corresponde a la enfermedad coronaria, que impacta negativamente el funcionamiento del corazón como ór-

gano vital del ser humano. Esta condición de salud hace referencia al estrechamiento u obstrucción de los vasos sanguíneos coronarios, especialmente a causa de la arterioesclerosis, la obesidad e hipertensión arterial. A nivel mundial se posiciona como la primera causa de mortalidad y generadora de una importante carga de morbilidad asociada y nivel de discapacidad [1].

Las opciones terapéuticas de esta deficiencia incluyen el manejo de estilos de vida, el componente farmacológico y la intervención quirúrgica. En esta última con posibilidades de intervención percutánea o de revascularización miocárdica (RVM). La RVM se hace con la intención de mejorar la circulación hacia el corazón, en dicho procedimiento se injerta una arteria o vena sana de cualquier otra parte del cuerpo dentro de la arteria coronaria obstruida, lo que le permite puntear la arteria, permitiendo con ello transportar flujo sanguíneo al corazón [2].

Cabe anotar que esta intervención presenta un riesgo diferencial frente a los otros abordajes de la enfermedad coronaria, debido a la manipulación de tejidos torácicos y a los efectos de la circulación extracorpórea (CEC). Una de las principales disfunciones asociadas a la cirugía de RVM son las pulmonares, que incluyen la atelectasia, la neumonía, el síndrome de dificultad respiratoria aguda y el edema pulmonar, entre otros [3-5]. Estas complicaciones influyen de manera directa e indirecta el transporte de oxígeno, elemento esencial para la producción del movimiento corporal humano, objeto de estudio de la fisioterapia.

En este sentido, la fisioterapia como disciplina cuenta con soporte teórico desde el modelo de transporte de oxígeno, patocinesiológico, y el sistema de movimiento para sustentar sus acciones en pro de la recuperación, mantenimiento y potenciación de la condición de salud de los pacientes intervenidos con RVM, tanto a nivel preventivo como cuando se ha instaurado alguna complicación cardiopulmonar

asociada al abordaje quirúrgico, en cuidado crítico o durante la estancia hospitalaria [6].

La fisioterapia cardiovascular pulmonar implica el manejo integral del sujeto que presenta disfunción pulmonar o riesgo de desarrollarla, a través de las estrategias que van desde el periodo preoperatorio hasta el abordaje postoperatorio de la ventilación mecánica, el destete, la extubación y las técnicas de fisioterapia respiratoria o del tórax, orientadas a la desobstrucción bronquial, reexpansión pulmonar y fortalecimiento muscular respiratorio, así como la rehabilitación cardíaca basada en ejercicio terapéutico.

El presente capítulo se orienta específicamente a las técnicas de fisioterapia respiratoria, puesto que los demás componentes se amplían en capítulos adicionales. La información descrita en este capítulo es el resultado de una revisión documental desarrollada como investigación monográfica de compilación por estudiantes del Programa de Fisioterapia de la Universidad Santiago de Cali, la cual pretendió describir las técnicas de fisioterapia respiratoria utilizadas en este tipo de pacientes reportadas en la literatura entre el año 2008 y 2023.

Se efectuó una búsqueda de evidencia de manera sistemática sobre las técnicas de fisioterapia respiratoria utilizadas en los pacientes sometidos a RVM. Durante el análisis de esta información, y teniendo en cuenta los procedimientos que se llevaron a cabo, descritos en las técnicas y los instrumentos, se mostró la información de las siguientes bases de datos, Pubmed, Scopus, Science Direct, Oxford, RIMA, que reportan tales características, de las cuales los autores sustentan la eficacia de las técnicas en cuanto a la mejora de las categorías de medición según la APTA, como son: ventilación, respiración, capacidad aeróbica y capacidad funcional.

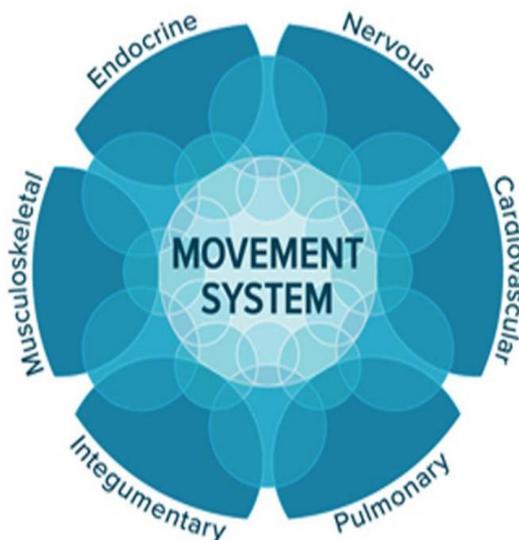
## **Fundamentos teóricos**

Este capítulo está orientado en el marco de las teorías o modelos que

sustentan la acción del fisioterapeuta en el campo cardiopulmonar, como el modelo de transporte de oxígeno, el sistema de movimiento y los conceptos asociados a la disfunción pulmonar.

Como modelo general, el sistema de movimiento descrito en el año 2013 por la asociación americana de fisioterapia define especialmente seis sistemas corporales que interactúan en la producción del movimiento corporal y que son objeto de intervención de la fisioterapia [7]. El modelo describe la cohesión de sistemas que interactúan para mover el cuerpo o sus componentes, es decir, mira al ser humano de una forma integral. La nueva visión desafía a la profesión, centrándose en la definición de nuestra identidad, la promoción y la integración del sistema de movimiento, como el núcleo, que lo es, y hace la fisioterapia [8] (Ver figura 5.1).

**Figura 5.1.** Sistema de movimiento según la APTA



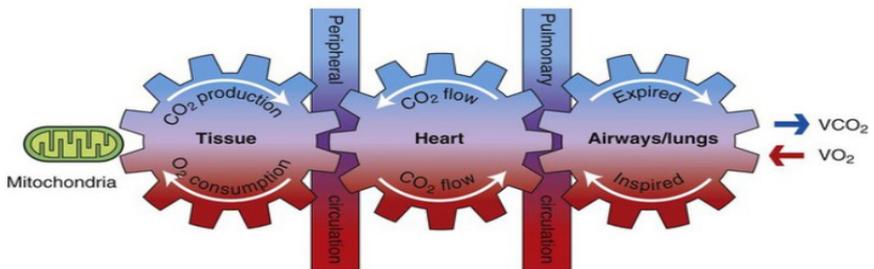
Fuente: Voight and Hoogenboom. [7]

La Asociación americana de terapia física (APTA) documenta que este sistema de movimiento, integra componentes orgánicos y fisiológicos que interactúan para producir movimiento del cuerpo y sus par-

tes, señalando como elementos principales el cardiovascular, pulmonar, endocrino, tegumentario, nervioso y músculo esquelético: en la RVM nos vamos a centrar en dos sistemas, el sistema cardiovascular, ya que es el encargado de suministrar sangre a todas las partes de nuestro cuerpo, puesto que los órganos y tejidos requieren de oxígeno, tarea llevada por el constante flujo de sangre propiciado por el adecuado funcionamiento del corazón y el sistema pulmonar, que es el encargado del intercambio gaseoso mediante la ventilación y difusión. En la RVM estos sistemas son importantes porque brindan el sustrato energético para el movimiento corporal humano del sujeto sometido a RVM [9].

Respecto al modelo de transporte de oxígeno, provee los nutrientes y sustratos necesarios para los demás sistemas como el musculoesquelético y neurológico, permitiendo que este pueda ejecutar sus acciones. La Figura 5.2 nos muestra el paso a paso de dicho modelo, los cuales son: aporte de oxígeno, consumo de oxígeno y cociente de extracción de oxígeno [10] (Ver figura 5.2).

**Figura 5.2.** Esquema de componentes del acoplamiento ventilatorio-cardiovascular-metabólico subyacente al transporte de oxígeno



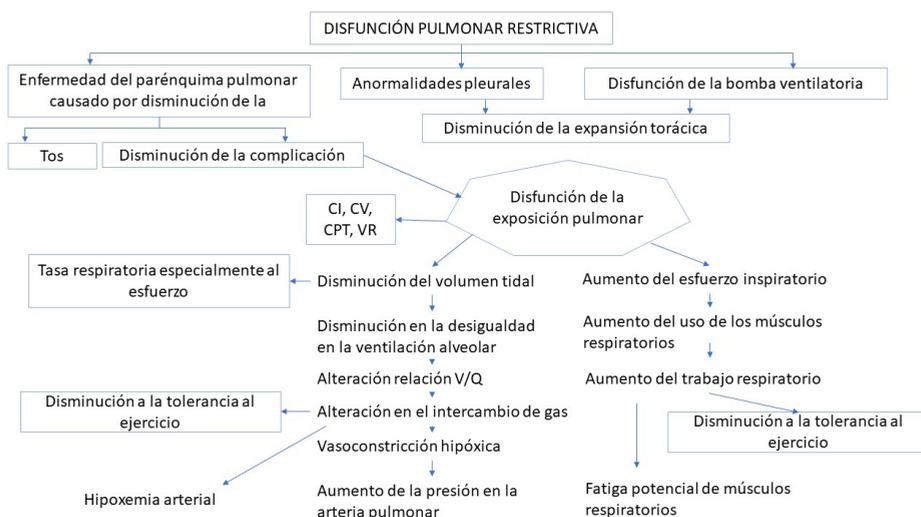
Fuente: Wasserman and Hansen [11].

Los elementos de este modelo implican reconocer el paso a paso del transporte del oxígeno desde su entrada por la vía aérea, la utilización de este como insumo energético para el movimiento corporal, hasta la expulsión del producto de desecho ( $\text{CO}_2$ ). En el contexto del

paciente sometido a revascularización miocárdica se puede identificar que existen riesgos dentro de dichos elementos, evidenciado en la literatura en complicaciones pulmonares o respiratorias, cardiovasculares, neurológicas, renales, entre otras [12,13].

Dentro de las complicaciones más frecuentes posteriores a RVM se describen las pulmonares o respiratorias, denotadas principalmente en atelectasias, derrame pleural, neumonía, neumotórax y hemotórax, todas ellas incluidas en la disfunción pulmonar restrictiva. La cual se define como la limitación de la expansión pulmonar, reflejándose en la pérdida de la capacidad pulmonar total (CPT) por debajo del percentil quinto del valor predicho y un FEV1/VC normal [14,15] (Ver figura 5.3).

**Figura 5.3.** Fisiopatología general de la disfunción pulmonar restrictiva

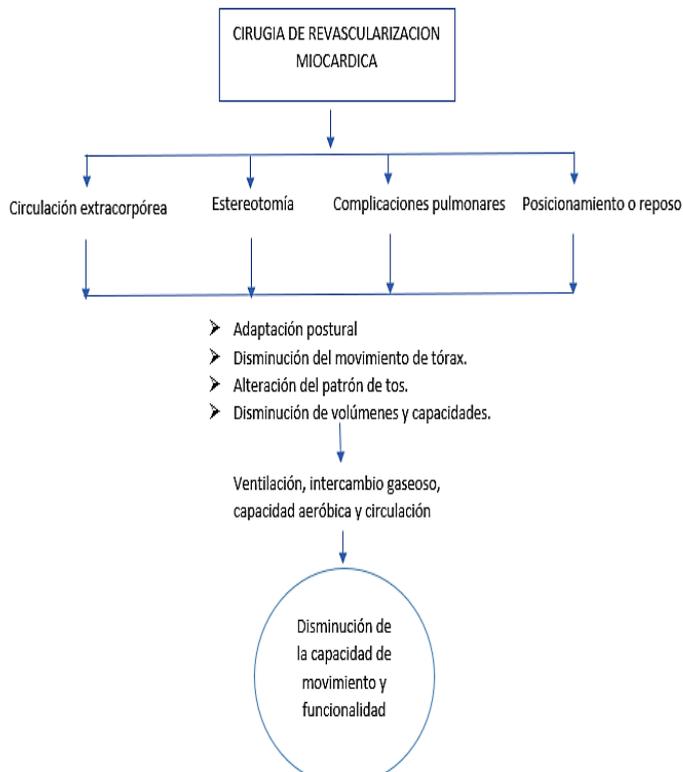


Nota: Disnea de Esfuerzo. CI: Capacidad Inspiratoria. VR: Volumen Residual. CPT: Capacidad Pulmonar Total. CV: Capacidad Vital. V/Q: Ventilación Perfluación.

Fuente: Traducido de Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy: A Clinical Manual [16].

No obstante, solo la cirugía de RVM es un factor de riesgo de disfunción pulmonar restrictiva, al someter al paciente a unos cambios intrapulmonares producto de la CEC y otros extrapulmonares que impactan en la biomecánica costodiafragmática, tales como la apertura de las pleuras y la esternotomía, dando como resultado adaptaciones posturales, disminución del movimiento de la reja costal o tórax, alteración del patrón de tos y disminución de volúmenes y capacidades, que intervienen cambios de la ventilación, perfusión e intercambio gaseoso, capacidad aeróbica y circulación, lo que conlleva a alteración de la capacidad de movimiento y la funcionalidad (Ver Figura 5.4).

**Figura 5.4.** Marco de trabajo de la disfunción pulmonar restrictiva en el paciente sometido a revascularización miocárdica



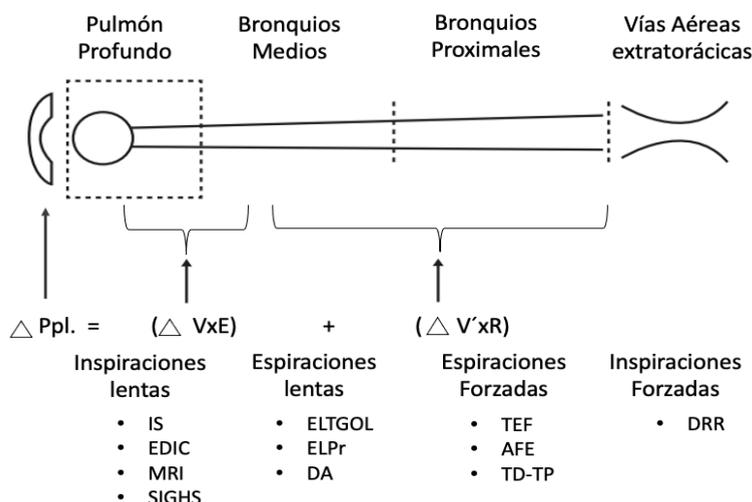
Fuente: Elaboración propia.

## Descripción de las técnicas de fisioterapia respiratoria

La fisioterapia como disciplina que estudia el movimiento corporal humano cuenta con estrategias terapéuticas que benefician los procesos de ventilación, respiración, circulación y capacidad aeróbica. Dentro de ellas cabe destacar las técnicas de fisioterapia respiratoria que tienen como objetivo eliminar las secreciones de la vía respiratoria y mejorar la ventilación pulmonar [8, 17].

Existen diferentes clasificaciones de las técnicas de fisioterapia respiratoria o del tórax, como la que observamos en la imagen según Postiaux, donde las clasifica según nomenclatura funcional (ver Figura 5.5). Además, cualquiera que sea la técnica implementada cumple con la condición de ser reductor de flujo o aumentador de presión o ejercitadores inspiratorios o espiratorios o inductores de oscilaciones, siempre tratando de aplicar las tensiones diferenciales al sistema, a través de las variaciones de la presión pleural o presión transpulmonar.

**Figura 5.5.** Clasificación de las técnicas kinésicas según nomenclatura funcional de Guy Postiaux



**Ppl:** Presión Pleural **V:** Volumen **E:** Elastancia **V':** Flujo **R:** Resisten-

cia **IS**: Incentivo inspiratorio **EDIC**: Ejercicios de Débito Inspiratorio Controlado **MRI**: Maniobra Resistiva Inspiratoria **SIGHS**: Suspiros en bebés **ETGOL**: Espiración Lenta con Glotis Abierta Infralateral. **ELPR**: Espiración Lenta prolongada. **DA**: Drenaje Autógeno. **AFE**: Aceleración del Flujo Espiratorio. **TEF**: Técnica de Espiración Forzada. **TD**: Tos Dirigida **TP**: Tos Provocada **DRR**: Desobstrucción Rinofaringea Retrógrada

**Fuente:** Traducción propia del libro *Kinésithérapie et bruits respiratoires* [17].

A continuación, se describen las principales técnicas de fisioterapia respiratoria enfocadas según las disfunciones descritas previamente:

### **Técnicas inspiratorias lentas y profundas**

Son técnicas que abordan más allá de la 10<sup>a</sup> generación bronquial, donde su modo de acción mecánico es la insuflación y limpieza del pulmón profundo, luchando contra el síndrome restrictivo [17].

Previas revisiones han descrito la importancia del control voluntario de la respiración y sus efectos positivos en la fisiología no solo a nivel respiratorio sino también extendiéndose a la función cardiovascular y autonómica [19], donde describen la “ventilación lenta” como la que se realiza en intervalos de 6 a 10 RPM a volumen corriente elevado, que se logra mediante la activación diafragmática. Evidenciando una reducción de los quimiorreflejos a la hipercapnia y la hipoxia, en comparación con la respiración espontánea con FR normal [20]. Sumado a ello, esta técnica aumenta el retorno venoso y estimula la vasomoción (es decir, el diámetro de la arteriola oscila rítmicamente mejorando en el flujo sanguíneo capilar) [21], además de la regulación de la presión arterial, y finalmente minimizando el trabajo cardíaco. Hallazgos que han fortalecido el uso de técnicas respiratorias que en algún momento se consideraron alternativas como la respiración yó-

guica (Pranayama) y el método de origen ruso Buteyko, extendiéndose a patologías como el asma, y ¿por qué no extrapolar estos efectos positivos al paciente con patología cardiovascular?

### **Apilamiento respiratorio o “Breath stacking (BS)”**

La técnica BS fue descrita por primera vez en 1986 por Marini et al. [22], como método para medir la capacidad vital en sujetos no cooperantes, pero fue Baker, en 1990, que la propone como técnica de expansión pulmonar en sujetos críticamente enfermos o con alteraciones de la distensibilidad, tales como postquirúrgicos y trauma, llegando a ser demostrada en pacientes intubados postquirúrgicos de bypass cardiovascular como estrategia para disminuir unidades de Shunt [23]. Ello conlleva a movilizar volúmenes máximos y mantenerlos de manera eficaz, impactando también en la permeabilización de la vía aérea; siendo actualmente una técnica descrita fuertemente en pacientes neurológicos y otras patologías restrictivas con gran reproducibilidad y soporte científico [24].

Este procedimiento consiste en respirar lentamente a intervalos, apilando una respiración sobre la otra, con una breve retención al final de la inspiración, consiguiente a la expiración lenta, esta se clasifica en voluntaria e involuntaria [25], siendo la última prescrita en pacientes poco o no cooperantes.

**Tabla 5.1.** Descripción de la técnica Breath stacking

<b>Objetivo:</b> Mejorar volúmenes y capacidades pulmonares y de depurar secreciones posicionadas a nivel proximal o en la periferia.	
<b>Indicaciones</b>  Están indicados en presencia de ruidos respiratorios bronquiales, ruidos respiratorios normales disminuidos, crujidos de alta frecuencia y afecciones pulmonares donde la acumulación de secreciones en los espacios aéreos periféricos. En pacientes restrictivos con limitación para manejar volúmenes inspiratorios elevados.	<b>Contraindicaciones</b>  Están contraindicados pacientes con neumotórax o con lesiones pulmonares previas como bullas o bronquiectasias si se utiliza con BVM (bolsa-válvula-máscara).
<b>Descripción de la técnica</b>	
	
Esta técnica puede realizarse de forma independiente o asistida con un instrumento que genere presión positiva (BVM). Esta última consiste en la utilización de una máscara con una válvula unidireccional que permite la inspiración mientras bloquea la espiración, la acumulación de aire en los pulmones ocurre hasta que el esfuerzo inspiratorio iguala la presión de retroceso elástico de los pulmones.	

### **Breath stacking (BS) Voluntario**

1. Sedente con la espalda apoyada o semifowler.
2. Si se asiste con BVM, se le solicita que sostenga la mascarilla firmemente alrededor de la boca (si no puede sostener esto de forma independiente, un cuidador puede dar asistencia o colocando la boquilla o máscara en la boca).
3. Se solicita que respire hondo mientras se aprieta el BVM de manera sincronizada con la inspiración, sin exhalar se toma otra respiración (por encima de las anteriores) y repita durante unas dos o cuatro veces sin exhalar, hasta llegar a CPT\*, se mantiene la respiración durante 2-3 segundos, retire la máscara y luego exhale por la boca. Si hay secreciones en lugar de exhalación, puedes seguir esto con una tos.
4. Este es un ciclo de apilamiento de aliento.
5. Repita durante 3-5 ciclos de BS dos veces al día (o más si es necesario).

### **Breath stacking (BS) Involuntario:** Paciente es no cooperante, puede tener vía aérea artificial (tubo orotraqueal o traqueostomía)

1. Sedente con la espalda apoyada o semifowler.
2. Con BVM con válvula unidireccional, se coloca el dispositivo y se realiza de manera sincronizada con la inspiración, sin exhalar se toma otra respiración (por encima de las anteriores) y repita durante unas dos o cuatro veces sin exhalar, hasta llegar a CPT\*, se mantiene la respiración durante 2-3 segundos, y exhala.
3. Este es un ciclo de apilamiento de aliento, repita durante 3-5 ciclos de BS dos veces al día (o más si es necesario).
4. Al final se realiza aspiración de secreciones, lo más probable es que el sujeto movilice secreciones por los cambios de flujo.

\*Capacidad pulmonar Total.

Fuente: Elaboración propia.

**Ejercicio de débito inspiratorio controlado (EDIC):** Es una técnica respiratoria de fisioterapia, consiste en maniobras inspiratorias lentas y profundas ejecutadas en decúbito lateral situando la región que hay que tratar en supra lateral, aprovechando los efectos expansión regional pasiva de los espacios aéreos periféricos obtenida por la hiperinsuflación relativa del pulmón supra lateral y el aumento de diámetro transversal del tórax obtenido por la inspiración profunda, aunque en el EDIC tiene unos efectos regionales más localizados [26-28].

**Tabla 5.2.** Descripción de la técnica EDIC

<b>Objetivo:</b> Estos ejercicios tienen el objetivo de depurar la periferia pulmonar, donde la acumulación de secreciones es mayor	
<b>Indicaciones</b>	<b>Contraindicaciones</b>
Están indicados en presencia de ruidos respiratorios bronquiales, ruidos respiratorios normales disminuidos, crujidos de alta frecuencia y afecciones pulmonares, donde la acumulación de secreciones en los espacios aéreos periféricos es la dominante fisiopatológica.	Están contraindicados en falta de cooperación, reflujo, dolor no controlado
<b>Descripción de la técnica</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. EDIC de acción antero basal: paciente en decúbito lateral con la pierna infra lateral flexionada y la supra lateral estirada, el brazo infra lateral apoyado a la cabeza y el otro por delante del cuerpo en una posición cómoda.</li> <li>2. El fisioterapeuta se coloca detrás, fija la pelvis con la mano caudal y con el codo del brazo craneal lo coloca en el glenohumeral e induce una rotación del tronco del paciente.</li> <li>3. El paciente realiza una inspiración por la nariz lenta, profunda y máxima. Después de hacer una apnea de 3-5 segundos, debe espirar de forma lenta, máxima, por la boca y con los labios fruncidos.</li> <li>4. El fisioterapeuta coloca la mano en la línea axilar anterior y hace una presión devolviendo al paciente a la posición inicial y llevando las costillas hacia la línea media</li> </ol>	

**Objetivo:** Estos ejercicios tienen el objetivo de depurar la periferia pulmonar, donde la acumulación de secreciones es mayor

1. EDIC de acción postero basal: paciente en decúbito lateral con el brazo que no se apoya en la cabeza se posiciona en diagonal para favorecer el movimiento.
2. El fisioterapeuta se coloca detrás, fija la pelvis con la mano caudal y con el codo del brazo craneal lo coloca en el glenohumeral e induce una rotación anterior del tronco del paciente mientras este hace la inspiración
3. Después de la apnea, durante la espiración, el fisioterapeuta coloca las manos en la línea axilar posterior y hace presión devolviendo al paciente a la posición inicial y haciendo una fuerza en dirección posterior y caudal.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.6.** Ejercicio de débito inspiratorio controlado



Fuente: Elaboración propia

*Incentivo respiratorio (IR):* Dispositivo diseñado en 1970 por Bartlett y colaboradores, para provocar inspiraciones sostenidas máximas. Se basa en la participación del paciente para alcanzar y sostener volúmenes pulmonares altos; para esto realizan inspiraciones hasta la capacidad pulmonar total y generan así presiones transpulmonares altas [26-28]. Actualmente, la literatura es controversial sobre su efectividad [29-32]; Sullivan et al., en el 2021 [33], por medio de una revisión sistemática evalúa si el IR por sí solo disminuye las complicaciones

postoperatorias en sujetos sometidos de cirugías torácicas y abdominales comparados con otras técnicas de rehabilitación; concluyendo por medio de un metaanálisis que el uso de esta herramienta no refleja impacto mayor en el desenlace al ser comparado con otras técnicas de atención; sin embargo, otros estudios específicos para RVM no han descartado sus beneficios especialmente si se asocian a ejercicios dirigidos o si se garantiza la técnica adecuada y adherencia de la misma. Manapunsopee S, reporta que su utilización sumada a ejercicios de inspiración profunda en pacientes sometidos a RVM, presentaron menor pérdida de fuerza muscular inspiratoria frente al grupo control [34]; otro ensayo clínico recalco que la efectividad de IR está asociado a la adherencia y el uso adecuado del mismo, desarrollando una herramienta que garantizó la realización sistemática del IR en pacientes con RVM, mostrando resultados positivos frente a la gravedad de la atelectasia, la duración de la fiebre posoperatoria temprana, el uso de ventilación con presión positiva no invasiva, la UCI, la duración de la estadía, y la mortalidad a los 6 meses en ciertos pacientes [35].

Respecto al incentivo inspiratorio de volumen frente al de flujo, se ha documentado mejores resultados del primero, al cual se le atribuye mejorías en la expansibilidad torácica y capacidad aeróbica [36,37]. De igual manera, se requiere más soporte científico para dar recomendaciones acertadas.

Este dispositivo como cualquier técnica debe ser prescrito según el juicio clínico, con un protocolo de enseñanza y aplicación estricto y acompañado de ejercicios inspiratorios profundos.

**Tabla 5.3.** Descripción de la técnica de incentivo respiratorio

<p><b>Objetivo</b></p> <p>Incentivar al paciente a realizar una inspiración larga, lenta y profunda para reclutar alvéolos, movilizar secreciones del pulmón profundo hacia la vía aérea media y evitar las infecciones pulmonares.</p>	
<p><b>Indicaciones</b></p> <p>Está indicado en todos los pacientes que son llevados a procedimientos quirúrgicos y que tienen factores de riesgo como obesidad, tabaquismo, enfermedad pulmonar aguda o crónica, acumulo de secreciones, neumonía y atelectasia.</p>	<p><b>Contraindicaciones</b></p> <p>Está contraindicado en neumotórax, fracturas costales, pacientes infartados y personas con bajo nivel de consciencia, ya que se necesita que entienda su ejecución y se logre una técnica efectiva.</p>
<p><b>Descripción de la técnica</b></p> <p><b>Incentivo de flujo:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer educación del patrón diafragmático previo al ejercicio</li> <li>2. Paciente en sedente se le pide realizar una espiración completamente fuera del aparato</li> <li>3. Sujetar la boquilla entre los labios y realizar una inspiración profunda y lenta de manera que las bolas del dispositivo suban hasta alcanzar el tope, mantenerlas arriba durante cuatro segundos, soltar la boquilla y espirar lentamente por la boca, realizar una pausa y repetir el ejercicio</li> </ol> <p><b>Incentivo de volumen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Paciente en sedente se le pide realizar una espiración lenta y completa fuera del aparato</li> <li>2. Cerrar los labios alrededor de la boquilla y realizar una inspiración lenta y profunda</li> <li>3. La velocidad de la inspiración debe ser aquella en la que el indicador de flujo del aparato se mantenga en los límites fijados a tal efecto</li> <li>4. Debe sostener tres segundos, después de una inspiración lenta se realiza una pausa para repetir el ejercicio.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.7.** Incentivo de Flujo inspiratorio



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.8.** Incentivo de volumen inspiratorio



Fuente: Elaboración propia.

### **Patrones musculares respiratorios**

Descritos y estudiados por Alfredo Cuello en 1976, ejercicios que se caracterizan por adoptar un régimen de respiración suave y tranquila, condicionando un trabajo respiratorio mínimo para el paciente. El clínico demostró que al aplicarlos se incrementó la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios.

**Tabla 5.4.** Descripción de los PMR

<b>Objetivo</b>				
Aumentar el volumen corriente, ganar fuerza contráctil del diafragma.				
<b>Descripción de la técnica</b>				
<b>Ventilación Diafragmática</b>	<b>Ventilación a nivel de capacidad inspiratoria máxima</b>	<b>Patrón con suspiros inspiratorios</b>	<b>Patrón ventilatorio con espiración abreviada</b>	<b>Patrón ventilatorio a nivel de capacidad funcional residual</b>
<p>Paciente en posición semi-fowler o supino con las rodillas flexionadas a 90.º en la cama.</p> <p>Debe colocar una mano sobre su tórax y la otra sobre el abdomen.</p> <p>Realizar una inspiración profunda por la nariz haciendo descender el diafragma, forzando a la pared abdominal a salir, haciendo que la mano en el abdomen se eleve.</p> <p>Exhalar lentamente con los labios fruncidos.</p>	<p>Consiste en la adopción de un régimen voluntario con inspiración profunda, es decir, a nivel la capacidad inspiratoria máxima.</p> <p>La inspiración debe ser nasal, lenta y uniforme, evitado en todo momento el aumento excesivo del trabajo respiratorio. Se realiza una pausa inspiratoria (apnea 3 a 10 s). La espiración se realiza por vía oral.</p>	<p>Consiste en respiraciones cortas, sucesivas y enérgicas, sin apnea pos inspiratoria hasta completar la capacidad inspiratoria máxima y la capacidad pulmonar total. La última fase de la inspiración se efectúa por vía oral, al igual que la espiración. Este patrón es útil cuando hay mayor compromiso basal. Los suspiros inspiratorios aumentan capacidad pulmonar total (CPT).</p>	<p>Pretende optimizar el volumen de reserva espiratorio y la capacidad funcional residual y capacidad pulmonar total, promoviendo la distensión alveolar y disminuyendo los infiltrados intersticiales. Consiste en ciclos intermitentes de inspiración profunda intercalada con pequeñas espiratorias en relación de 3:1 respectivamente. Se le pide al paciente que realice una inspiración suave y espire un poquito, luego inspire nuevamente y espire otro poquito y por último inspire profundo y espire completamente.</p>	<p>Consiste en una espiración oral tranquila hasta el nivel de reposo espiratorio, seguida de una inspiración en el nivel de volumen corriente o volumen de reserva inspiratorio.</p>

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.9.** Ventilación diafragmática



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 5.10.** Respiración Fraccionada



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 5.11.** Respiración Fraccionada con miembros superiores



Fuente: *Elaboración propia.*

### **Técnicas espiratorias forzadas**

Tos: La tos es un mecanismo protector cuyo fin es limpiar la laringe y la tráquea de partículas, facilitando, por tanto, toda movilización de secreción. Se produce como respuesta a la irritación de los nervios o receptores de la tos, que se concentran especialmente en la garganta, en las zonas de ramificación de las vías respiratorias, en los senos maxilares y frontales, canales auditivos, esófago, abdomen y en las membranas que recubren y protegen el corazón y los pulmones. El proceso de la tos se desarrolla en 4 fases: Fase de inspiración profunda y apertura de la glotis; Fase compresiva, donde hay contracción de los músculos espiratorios y cierre de la glotis con aumento de la presión intratorácica; Fase espiratoria o expulsiva, donde se abre la glotis y se expulsa el aire, y Fase de reposo, donde se produce la relajación de los músculos espiratorios y reexpansión de las vías aéreas [38,39].

Dentro de las alteraciones postoperatorias se describe frecuentemente la retención de esputo, asociado a factores como dolor, el deterioro del transporte mucociliar, resultado de la exposición a la anestesia

general, al tubo endotraqueal e incluso el uso de opioides como el fentanilo. Adicional hay autores que asocian su aparición a la pérdida de volumen pulmonar, como lo documentado por Vijayakumar et al. [40], quienes identificaron en pacientes postquirúrgicos de cirugía cardiovascular que la presencia de tos se relaciona con la pérdida de capacidad pulmonar por debajo de un 65 % frente a la medición previa, adicionalmente el 80 % de los pacientes con tos presentaron un pico de aumento en intensidad entre el 3° y 5° día postoperatorio.

Estimular la tos efectiva es una práctica realizada a menudo en estos pacientes, como parte del tratamiento de fisioterapia integral dirigido a la prevención de las complicaciones pulmonares postoperatorias, siendo la más rutinaria la tos asistida utilizando una cinta abdominal que da soporte.

**Tabla 5.5.** Descripción de la técnica de tos

<b>Objetivo:</b> Mantener la laringe y la tráquea libre de partículas, facilitando, por tanto, toda secreción.	
<b>Indicaciones</b>	<b>Contraindicaciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Incapacidad de generar picos de flujo de tos superiores a 4.2 L/s (250 L/min).</li> <li>— En términos absolutos, capacidad vital inferior a 1.500 ml (en adultos). Indicaciones clínicas de la tos mecánica.</li> <li>— Enfermedades neuromusculares/polineuropatías.</li> <li>— Enfermedades de la caja torácica.</li> <li>— Disfunción diafragmática con y sin apoyo inspiratorio.</li> <li>— Traumatismo o postoperatorio toracoabdominal/abdominal.</li> <li>— Ventilación mecánica prolongada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tos dirigida</li> </ul> <p>Contusiones torácicas en caso de neumotórax no drenado, fracturas de costales, traumatismos intracraneanos, casos de resección o sutura traqueal, caso de hernia importante parietal, pacientes entubados o con cánula de traqueostomía.</p>

<b>Objetivo:</b> Mantener la laringe y la tráquea libre de partículas, facilitando, por tanto, toda secreción.	
<b>Descripción de la técnica:</b> Se utiliza una almohada doblada, o toalla, para dar soporte en el lugar de la incisión.	
<b>TOS SIN ASISTENCIA:</b> Se le solicita que realice una tos a alto volumen sosteniendo la almohada tratando de realizar presión sobre la esternotomía.	<b>TOS ASISTIDA:</b> Se le solicita una inspiración máxima seguida de una tos máxima y al tiempo el fisioterapeuta apoya sobre sus manos puestas en la esternotomía.
<b>TOS SIN ASISTENCIA:</b> Se le solicita que realice una tos a alto volumen sosteniendo la almohada tratando de realizar presión sobre la esternotomía.	<b>TOS ASISTIDA:</b> Se le solicita una inspiración máxima seguida de una tos máxima y al tiempo el fisioterapeuta apoya sobre sus manos puestas en la esternotomía.

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.12.** Tos dirigida



Fuente: Elaboración propia.

Técnica de espiración forzada (tef) o maniobra de huffing [41]: Descrita por Thompson y Thompson, esta técnica produce menos colapso de la vía aérea en espiración que la tos normal, puesto que se realiza con la glotis abierta, siendo más aconsejable en pacientes asmáticos, inestables o con broncoespasmo.

**Tabla 5.6.** Descripción de la técnica TEF

<b>Objetivo</b> Desobstrucción bronquial, con menor flujo espiratorio, llevando el punto de igual presión más proximal retardando el colapso de la vía aérea.
<b>Descripción de la técnica</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Paciente en posición sedente.</li><li>2. Realizar tres respiraciones diafragmáticas a volumen corriente, inhalando por la nariz, con espiración con los labios fruncidos, finalizando con dos huffing a volumen pulmonar medio o bajo, la maniobra se asemeja a estar empañando un espejo.</li></ol>

Ciclo activo de la respiración (CAR): es una técnica que combina ejercicios de expansión torácica y control de la respiración asociada a TEF. De esta manera el ciclo activo respiratorio se define como una combinación de técnicas de fisioterapia respiratoria que incluye tres fases: el control respiratorio, la expansión torácica y las técnicas de espiración forzada, A través de espiraciones lentas controladas, donde se busca desplazar las secreciones hacia vías aéreas centrales, el principal impulsor del flujo de aire espiratorio es el huffing. Esto se basa en la aplicación del fenómeno fisiológico de la compresión dinámica de las vías aéreas, lo que crea un aumento en la velocidad lineal del flujo de aire espiratorio que impulsa las secreciones a la boca donde son expectoradas o deglutidas. Como el huffing es una maniobra de espiración forzada que puede provocar broncoespasmo, es necesario alternarla con ejercicios de control espiratorio [26-28]. Reciente una revisión sistema reforzó los hallazgos beneficiosos de esta técnica, útil

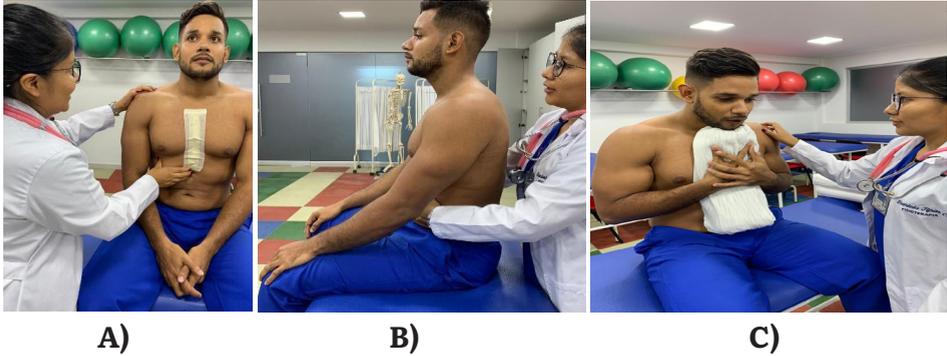
para aumentar el volumen de esputo expectorado, reducir la viscoelasticidad de la secreción y aliviar síntomas como la disnea [42,43].

**Tabla 5.7.** Descripción de la técnica ciclo activo de la respiración

<p><b>Objetivo</b>                  Eliminar el exceso de secreciones mucosas en las vías aéreas, evitando complicaciones, disminuir el riesgo de infecciones pulmonares.</p>	
<p><b>Indicaciones</b>                  Está indicada en pacientes colaboradores, hipersecreción bronquial, enfermedades como la FQ, bronquiectasias no FQ y disquinesia ciliar.</p>	<p><b>Contraindicaciones</b>                  Evidencia clínica de broncoespasmo severo e inestabilidad hemodinámica.</p>
<p><b>Descripción de la técnica</b>                  Está dividida en tres fases:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Respiración diafragmática: Paciente en sedente o supino.</li> <li>2. Se le pide realice respiraciones a volumen corriente con un patrón costo-diafragmático, manteniendo la frecuencia respiratoria de reposo del paciente, favoreciendo la relajación del tórax inferior y los hombros durante 1 a 2 minutos.</li> <li>3. Expansión torácica: paciente en sedente o supino se le pide realizar una inspiración lenta y profunda hasta capacidad pulmonar total.</li> <li>4. Realiza una pausa inspiratoria de 3 segundos en cada ciclo, la cual busca favorecer la ventilación colateral.</li> <li>5. Se debe realizar 3 a 5 veces a través de la nariz y la espiración debe ser tranquila y relajada hasta la capacidad funcional residual.</li> <li>6. Técnica de espiración forzada (TEF): Paciente en sedente se le pide realice una inspiración lenta, profunda.</li> <li>7. Realice una pausa de 5 segundos.</li> <li>8. Finalizar con una espiración rápida similar a limpiar unas gafas.</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.13.** Ciclo activo de la respiración



Fuente: Elaboración propia.

*Entrenamiento muscular respiratorio (emi):* Es la acción desarrollada para aumentar la fuerza y la resistencia muscular, esta técnica suele centrarse en preparar los músculos inspiratorios. Se ha utilizado el entrenamiento en pacientes con múltiples trastornos pulmonares agudos o crónicos asociados con una debilidad de los músculos de la inspiración, sobre todo del diafragma y los intercostales externos, se ha medido el aumento de la capacidad física y los músculos respiratorios mediante la ventilación voluntaria máxima y la reducción del cansancio del diafragma en el tiempo, según se refleja en la dependencia menor de los músculos accesorios de la respiración [26-28,34,44]. Dentro de las condiciones documentadas, los injertos recolectados para RVM, principalmente el injerto de arteria mamaria interna impacta disminuyendo la perfusión a los músculos intercostales, adicionalmente la esternotomía media altera la mecánica de la pared torácica, al igual que la sedación y el dolor pueden incitar una respiración superficial e impactar en la ventilación, lo que conduce a alterar la función y debilidad de los músculos respiratorios [45,46].

Respecto a los beneficios, se ha descrito que un programa de rehabilitación de 6 días atenuó la reducción postoperatoria de la fuerza muscular respiratoria y también mejoró la recuperación de la capacidad

funcional después de la RVM. Dentro de los hallazgos más relevantes, la correlación PImax y VO<sub>2</sub> peak durante el período postoperatorio tardío sugiere que la fuerza de los músculos inspiratorios es un determinante importante de la capacidad funcional después de la intervención [47]. Los beneficios del entrenamiento también se extrapolan en la realización prequirúrgica del protocolo con EMI [48,49].

Los principios fundamentales del entrenamiento según Folkner son: Principio de sobrecarga, su objetivo es conseguir que las fibras musculares aumenten su estructura y capacidad funcional, teniendo en cuenta adecuar la carga al músculo. Principio de especificidad, el músculo necesita de cargas específicas para conseguir una respuesta positiva. Principio de reversibilidad, el efecto de acondicionamiento muscular es reversible, por lo tanto, si se suspende el estímulo los cambios adaptativos regresan a su estado inicial.

*Threshold*: dispositivo que ofrece un rango de presiones entre 0 y 45 cmH<sub>2</sub>O, con una válvula mecánica de resorte, de forma que cuando el paciente supera la presión pautada se abre la válvula permitiendo el flujo inspiratorio. Permite eliminar secreciones y brinda presión específica y constante para fortalecer los músculos inspiratorios y entrenar la potencia.

**Tabla 5.8.** Descripción de la técnica de entrenamiento muscular respiratorio

<b>Objetivo</b> Mejorar la función muscular respiratoria deteriorada en el transcurso de una enfermedad.	
<b>Indicaciones:</b> EPOC, bronquitis crónica, fibrosis quística, atelectasia u otras afecciones que producen retención de secreciones.	<b>Contraindicaciones:</b> Aumento del trabajo respiratorio, Aumento de la presión intracraneal, Insuflación gástrica.

**Objetivo**

Mejorar la función muscular respiratoria deteriorada en el transcurso de una enfermedad.

**Descripción de la técnica**

1. Paciente en sedente, se gira el botón de control para alinear el borde rojo del indicador de presión a la posición indicada por el médico. Un número mayor supone mayor esfuerzo.
2. Acopla firmemente la boquilla, ponga una pinza en la nariz y respire por la boca.
3. Cierre completamente los labios alrededor de la boquilla, aspire profundamente y a continuación
4. Suelte el aire, empleando un tiempo 2 -3 veces superior al de la aspiración. Repita este proceso de 10 a 20 veces.
5. Saque la boquilla de la boca y tosa 2 a 3 veces bruscamente.

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Protocolo de entrenamiento*

La evidencia caracteriza protocolos de entrenamiento utilizando valores de presión inspiratoria máxima entre 30 y 50 % del total para iniciar, con una frecuencia diaria entre 2 a 3 veces, 2 a 3 series de 10 repeticiones, con aumento entre 5 % por semana [50].

*Dispositivos*

En la actualidad, algunos dispositivos electrónicos son comúnmente utilizados para realizar EMI, como Threshold®, un dispositivo de carga lineal independiente del flujo, y POWERbreathe®, que se puede utilizar para la evaluación del entrenamiento respiratorio y la función pulmonar. Estos dispositivos se diferencian de otros porque son electrónicos, permiten ajustar la carga proporcionalmente al flujo inspiratorio, es decir, cuanto mayor sea el flujo generado por el indi-

viduo, mayor es la resistencia, y cuando el flujo disminuye, la resistencia se reduce. Esta variación según el flujo es importante ya que proporciona mayor comodidad para el paciente durante el entrenamiento; además, los dispositivos electrónicos han demostrado proporcionar la posibilidad de empezar a entrenar con cargas más bajas, por ejemplo 3 cmH<sub>2</sub>O que es de suma importancia, especialmente en pacientes con inspiración máxima baja.

**Figura 5.14.** Entrenamiento muscular respiratorio (Threshold IMT)



Fuente. *Elaboración propia.*

**Figura 5.15** Entrenamiento muscular respiratorio (Threshold PEEP)



Fuente: *Elaboración propia.*

**Figura 5.16.** Dispositivos para entrenamiento muscular respiratorio (Threshold PEEP)

**POWER BREATH®**



**THRESHOLD®**



*Fuente. Elaboración propia.*

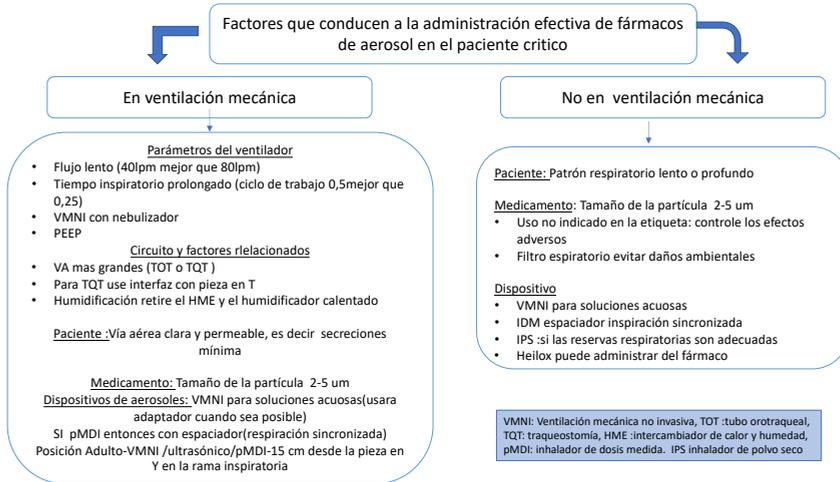
La técnica de presión (PEP) se exhibió en Dinamarca en la década de 1970 con el propósito principal de movilizar las secreciones, favoreciendo la expectoración y aumentando la capacidad pulmonar, impactando en la mejora de la fuerza de los músculos inspiratorios. En cirugía cardiovascular se han documentado sus beneficios sobre todo al asociarse con ejercicios inspiratorio-profundos [51,52], principalmente en el manejo de secreciones, como en este estudio que presenta resultados concluyentes en el grupo intervención, con el cual se realizaron ejercicios inspiratorios profundos sumados a un entrenamiento que utiliza un dispositivo PEP para crear una resistencia espiratoria de +10 cm de H<sub>2</sub>O. Se instruyó a los sujetos para que realizaran inspiraciones máximas lentas, mientras que la espiración tenía como objetivo terminar aproximadamente en FRC para minimizar el cierre de las vías respiratorias y el colapso alveolar. Estos, comparados con otro grupo quienes realizaron espirometría incentiva con EPAP, mostraron los beneficios del primero para prevenir complicaciones posoperatorias después de la cirugía RVM.

Presión positiva en la vía aérea (cpap): el uso de presión positiva se ha documentado en la evidencia en pacientes postquirúrgicos de RVM, como terapia alternativa a las técnicas de reexpansión pulmonar. Para prevención o manejo de atelectasias y mejoría de la gasometría [53-55] e incluso además de atención prequirúrgica, siendo más efectiva al adicionar protocolo de reclutamiento elevando el PEEP a 20 cmH<sub>2</sub>O, aunque de manera contraria hay estudios que muestran mejoría significativa al usar inspirometría incentiva frente al CPAP en aumento de la PaO<sub>2</sub> y disminución de la PCO<sub>2</sub> [56]. Dejando entre dicho que este debe ser usado en pacientes que requieran apoyo ventilatorio de manera importante.

### **Aerosolterapia**

Considerada unas de las herramientas para complementar la atención del paciente postquirúrgico, su objetivo es producir aerosoles con características adecuadas para la administración de medicamentos en la vía respiratoria consecuente con la deficiencia evaluada, la eficacia del medicamento aerosolizado depende de factores como: dosis en aerosol, los factores asociados al paciente, al dispositivo y la formulación del medicamento. La ventilación mecánica (MV) introduce elementos adicionales como el circuito y el ventilador, entre otros.

**Figura 5.17.** Traducido de Fundamentals of aerosol therapy in critical care 2016 [57]



Recordar que los medicamentos a utilizar estarán condicionados y revisados por médicos por tener consecuencias por sus efectos en el sistema cardiovascular, aunque sí es importante resaltar el papel de algunos medicamentos que han documentado grandes beneficios como lo es en hipertensión pulmonar (HTP) en pacientes postquirúrgicos de cirugía cardiovascular, incluyendo evidencia que documenta que los agentes aerosolizados inhalados se asociaron con una disminución significativa de la resistencia vascular pulmonar (-41.36 dina·s/cm,  $p= 0.03$ ) y un aumento significativo de la presión arterial media (8.24 mm Hg,  $p= 0.02$ ) y del ventrículo derecho fracción de eyección (7.29 %,  $p < 0.0001$ ) en comparación con los agentes administrados por vía intravenosa. No se observaron diferencias significativas desde el punto de vista hemodinámico entre los agentes inhalados y el placebo. Otro estudio más específico en pacientes con HTP postquirúrgica con bypass coronario, que comparó el efecto de iloprost a una dosis acumulativa 20  $\mu\text{g}$  frente a milrinone dosis acumulativa de

50  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , mostrando que la vasodilatación pulmonar atribuida al iloprost parece ser de mayor magnitud y duración en comparación con la milrinona inhalada, de igual manera ambas demostraron ser vasodilatadores pulmonares selectivos sin mayores efectos sistémicos. La vasodilatación de mayor magnitud y de mayor duración atribuida a iloprost puede deberse a su mayor duración de acción [59].

### **Movilización temprana (mt)**

Este tema (que se abordará en otro capítulo) se incluye como una estrategia de fisioterapia en el paciente postquirúrgico de RVM, se recomienda la movilización dentro de las primeras 24 h, siempre que sus signos vitales sean estables e incluso se ha demostrado en estudios experimentales que la actividad física temprana a 4 horas postcirugía de RVM,  $\leq 3$  Mets se considera eficaz para la prevención de complicaciones, documentando tasas de recuperación rápida y una reducción en la duración de estancia hospitalaria, adicional la MT después de la cirugía cardíaca tiene efectos positivos en la mejora de las funciones físicas, sociales y psicológicas de los pacientes [60, 63].

También la capacidad funcional es afectada por algunos factores durante y después de la cirugía, por lo tanto, se recomienda evaluar y clasificar los niveles de movilización de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos después de la cirugía a través de escalas validadas y así plantear estrategias de intervención.

### **Manejo no farmacológico del dolor**

La presencia de dolor en el postoperatorio de RVM es una de las complicaciones más prevalentes documentándose entre un 30 a 50 %, incluso hasta por 12 días después [64], situación que puede conducir a la activación del sistema simpático, evidenciándose en el aumento de la carga de trabajo y las demandas de oxígeno, desarrollando el riesgo de isquemia miocárdica e infarto. Adicionalmente, el dolor genera

impacto que produce alteración de la mecánica ventilatoria, por tal motivo, el uso de estrategias no farmacológicas para su mitigación ha venido en aumento, siendo el TENS y la crioterapia estrategias que han demostrado ser positivas para su control.

### **Estimulación eléctrica transcutánea (TENS)**

Uno de los mecanismos de la analgesia producida por TENS fue descrita por Melzak y Wall (1967). Está basado en la teoría del dolor Gate Control, en la que la modulación del dolor resulta de la activación de vías inhibitorias descendentes. TENS es un método seguro y sencillo, cuya aplicación repetida produce tolerancia analgésica en receptores opioides espinales y aumenta la tolerancia umbral del dolor [65]. Un ensayo clínico publicado en el 2018 demostró que la CVF y el FEV1 fueron significativamente mejores y más rápidos en el grupo TENS que en el grupo de placebo a las 24, 48 y 72 horas después de la cirugía ( $p < 0.05$ ). Los pacientes del grupo TENS tenían menos dolor en reposo y al toser; además, se documentó un uso significativamente menor de narcóticos y solicitudes de radiografías de tórax, en comparación con el grupo placebo. El Protocolo de este estudio es sugerido para la atención en la siguiente tabla.

**Tabla 5.9.** Descripción del protocolo para uso de TENS

<b>Objetivo</b>	
Mejorar la función muscular respiratoria alterada por dolor.	
<b>Indicaciones:</b> Dolor	<b>Contraindicaciones:</b> Infección
<b>Descripción de la técnica</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Posición:</b> Sedente o semifowler en cama o en silla reclinable.</li> <li>2. <b>Ubicación de electrodos:</b> Piel limpia, seca y libre de aceite o polvo sin perturbar el vendaje de la herida quirúrgica, utilizar dos electrodos de 2 y 16 cm a cada lado de la incisión con 2.5 cm entre sí, proximal y distal a la incisión de la herida de esternotomía.</li> <li>3. <b>Conexión:</b> electrodos al TENS en modo sincronizado y onda bidimensional. La amplitud de los pulsos fue de 0.25 milisegundos, la frecuencia fue de 100 Hertz; corriente de 10-20 miliamperios, según la tolerancia del paciente.</li> <li>4. <b>Tiempo:</b> 30 minutos cada 4 horas durante 3 días.</li> <li>5. <b>Evaluar:</b> Previamente, durante y posteriormente intensidad de dolor (Se recomienda escala de EVA).</li> </ol>	

Fuente: Elaboración propia.

## Crioterapia

Se ha documentado que la aplicación de frío crea un efecto anestésico después del minuto 12 y reduce el edema y el dolor aumentando el metabolismo y la vasodilatación refleja. En el 2021, dos estudios experimentales que pretendían evaluar el efecto de la aplicación de frío después de la cirugía RVM sobre el dolor de la incisión torácica en el momento de los ejercicios de respiración profunda y tos e incentivo respiratorio, mostró cómo la aplicación por compresas disminuyó la intensidad del dolor en el grupo control con una diferencia estadísticamente significativa, recomendando el uso de esta estrategia en el momento de la atención de fisioterapia de tórax [66,67].

Finalmente, podemos concluir que la RVM es una cirugía compleja, en la cual la insuficiencia respiratoria es común en los primeros días posteriores a la cirugía de RVM. La fisioterapia respiratoria se utiliza ampliamente en el cuidado postoperatorio para prevenir complicaciones pulmonares tales como los volúmenes pulmonares disminuidos, atelectasias, disminución de la oxigenación, entre otras; además de la movilización y el cambio de posición inicial, se utilizan variedad de ejercicios respiratorios y técnicas.

En la recopilación de datos se evidenció que las técnicas con inspirómetro incentivo se incluían en muchos protocolos de intervención, con resultados no concluyentes frente a su eficacia; de igual manera, si se denota en la evidencia que este toma mayor efectividad si es volumétrico y asociado a un protocolo de educación sistemático, y se acompaña de las técnicas de inspiración profunda dirigidas por fisioterapia, como resultado de la aplicación de estas técnicas la oxigenación aumentó significativamente,. En toda la investigación que se realizó de las técnicas que favorecen a la ventilación no se encontró ninguna evidencia científica que evalúen o apliquen los ejercicios de débito inspiratorio controlado (EDIC).

Al respecto conviene hablar del “modelo mecánico de referencia que propuso el fisioterapeuta Guy Postiaux”, quien expresa que toda maniobra de fisioterapia respiratoria se basa en un principio fundamental: cualquiera que sea la técnica, lenta o rápida, fraccionada o continua, inspiratoria o espiratoria, sin considerar la denominación o el accesorio utilizado, se trata siempre de aplicar unas tensiones diferenciales al sistema mediante variaciones de presión pleural o de la presión transpulmonar; como se logra evidenciar en los resultados de la búsqueda donde se estudia, sustenta y muestra un progreso significativamente bueno con la fisioterapia respiratoria convencional, como lo son: respiración diafragmática, respiración fraccionada y ventilación dirigida. También se mencionan técnicas como vi-

bración manual, percusión, drenaje postural y posicionamiento, las cuales están en desuso por falta de eficacia. Por otra parte, y como ítem importante, que se encuentra sustentado en muchos de los artículos, es imprescindible hablar del entrenamiento muscular inspiratorio, ya que todos muestran una mejoría y beneficios al realizar este tipo de ejercicio.

La teoría del movimiento corporal humano según Cott [68], en la cual el fisioterapeuta actúa en circunstancias en las que el movimiento y la función están amenazadas por envejecimiento, lesiones, dolor, enfermedades, trastornos, condiciones o factores ambientales, tomando en cuenta la comprensión del movimiento funcional, es fundamental para lo que significa ser saludable. La fisioterapia busca restaurar la homeostasis motriz de la persona o de sus subsistemas aumentando las capacidades adaptativas del organismo ante deficiencias o pérdidas permanentes. En 1995, Cheryl Cott expresó esta teoría como una perspectiva ligada a la anormalidad, la cual concibe el movimiento corporal humano en tres principios fundamentales. Primero, que el movimiento es esencial para la vida humana; segundo, que el movimiento ocurre de un modus continuo, desde el nivel microscópico hasta el nivel del individuo en sociedad; y tercero, los niveles de movimiento en el continuo están influenciados por aspectos físicos, psicológico, sociales y medioambientales.

En el 2006, Shirley Sahrmann propone el modelo cinesiológico, el cual considera que el movimiento es un sistema compuesto por varios elementos, donde cada uno cumple una función básica y única para la regulación del movimiento, los que a su vez ejecutan un papel fundamental en la RVM. El elemento base nos habla del estado funcional de los sistemas integumentario, musculoesquelético y nervioso; en el modulador, el estado fisiológico del sistema neuromuscular relacionado principalmente con el control motor ( para el biomecánico se contemplan los aspectos estáticos y dinámicos del movimiento,

implicados en el alineamiento corporal, la artrocinemática y la osteocinemática), y el elemento de sostén, los sistemas cardiovascular, pulmonar y metabólico, este componente no contribuye directamente al movimiento, pero provee los nutrientes y sustancias requeridas para mantener la viabilidad y salud de aquellos sistemas que se relacionan directamente con el movimiento corporal. Por último, el elemento cognitivo o afectivo añadido por Hall, definido como el estado funcional del sistema psicológico en relación con el movimiento, tiene en cuenta la capacidad cognitiva para aprender, el cumplimiento, la motivación y el estado emocional. En nuestra revisión documental sobre la RVM, todos los elementos del sistema se encuentran alterados, por lo cual el fisioterapeuta debe entrar a intervenir cada uno de ellos para lograr una armonía del movimiento y lograr una recuperación posoperatoria lo más rápido posible.

## **Conclusiones**

Es importante evaluar, además de las cualidades físicas, la capacidad aeróbica y la capacidad funcional en individuos llevados a revascularización miocárdica, ya que evidentemente se presentan cambios fisiológicos, anatómicos y biomecánicos asociados a la esternotomía, adaptaciones posturales, posturas antiálgicas, poca movilidad del tórax por presencia de dolor, alteración en el patrón de tos, y disminución de volúmenes y capacidades. Todo esto lleva a los pacientes a generar disfunciones que impactan en su desempeño, siendo la movilización temprana en el marco del ejercicio, una estrategia de impacto positivo en el desenlace de estos pacientes.

## **Referencias bibliográficas**

1. Diodato M, Chedrawy EG. Coronary artery bypass graft surgery: the past, present, and future of myocardial revascularisation. *Surg Res Pract.* 2014; 2014:726158

2. Stuart J. H, Teresa M. K, Volkmar Falk, Hans A. H, A. Pieter K. Coronary artery bypass grafting: Part1—the evolution over the first 50 years. *European Heart Journal* 2013; 34: 2862–2872.
3. Calles AC, Lane Fausto LJ, Soares Barbosa GK, Jaime Dativo de M, Adoniran Rodrigues F, Cavalcanti RC. Pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass grafting at a hospital in Maceio, Brazil. *Fisioter. mov.* [Internet] 2016; 29(4): 661-667.
4. Shubhada G, Mohan S, Puruchottam D, Anagha S. Study of pre & postoperative pulmonary functions in coronary artery bypass graft surgery patients. *PJMS* 2013; 3(2): 26-29.
5. Jasani N, Awad NT, Raut C. Effect of Coronary Artery Bypass Grafting Surgery on Pulmonary Function Tests and Arterial Blood Gases. *Indian J Chest Dis Allied Sci.* 2016;58(3):161-164.
6. Ubben J, Lance M, Buhre W, Schreiber J. Clinical Strategies to Prevent Pulmonary Complications in Cardiac Surgery: An Overview. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2015; 29(2): 481 – 490.
7. Voight ML, Hoogenboom BJ. What is the movement system and why is it important? *The International Journal of Sports Physical Therapy.* 2017 Febrero; 12(1).
8. Sahrman, Sh. The how and why of the movement system as the identity of physical therapy. *The International Journal of Sports Physical Therapy* | Volume 12, Number 6 | | Page 862. November 2017.
9. Sahrman, Sh. A. The Human Movement System: Our Professional Identity, *Physical Therapy* 2014; 94(7): 1034–1042. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130319>.
10. Donna Frownfelter, Elizabeth Dean. *Cardiovascular and Pulmo-*

- nary Physical Therapy. 5<sup>a</sup> Edition. Canada: Mosby. 2013.
11. Wasserman, K. K. and Hansen, J. E. Principios de pruebas de ejercicio e interpretación que incluyen fisiopatología y aplicaciones clínicas, ed. 4, Filadelfia, Lippincott Williams & Wilkins. 2005
  12. Morlans, H. K.; Pérez, L. H. y Cáceres, L. F. Factores de riesgo de eventos adversos mayores en la cirugía de revascularización miocárdica. Rev cubana Cir v.47 n.4 Ciudad de la Habana sep.-dic. 2008.
  13. Asín, C. E. Revascularización miocárdica: resultados clínicos y de calidad de vida. Rev Esp Cardiol; 54: 554 - 556. 2001.
  14. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, Coates A, van der Grinten CP, Gustafsson P, Hankinson J, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Miller MR, Navajas D, Pedersen OF, Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J. 2005 Nov;26(5):948-68. doi: 10.1183/09031936.05.00035205.
  15. Hillegass E. (2017) Essentials of Cardiopulmonary Physical Therapy. Missouri, Estados Unidos: Elsevier.
  16. Watchie J. (2010) Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy: A Clinical Manual. Missouri, Estados Unidos: Elsevier.
  17. Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme. Revue des Maladies Respiratoires 2014, 31(6): 552-567.
  18. Alencar, R. J.; Costa, V. R. and Braz, M. R. Respiratory physiotherapy in the pulmonary dysfunction after cardiac surgery. Rev Bras Cir Cardiovasc 2008;23(4):562-9.
  19. Russo, Marc A., Danielle M. Santarelli, and Dean O'Rourke. "The

physiological effects of slow breathing in the healthy human.”  
*Breathe* 13.4 (2017): 298-309.

20. Bernardi L, Gabutti A, Porta C, Spicuzza L. Slow breathing reduces chemoreflex response to hypoxia and hypercapnia and increases baroreflex sensitivity. *J Hypertens*. 2001 Dec;19(12):2221-9. doi: 10.1097/00004872-200112000-00016. PMID: 11725167
21. Ovadia-Blechman, Zehava, et al. “The coupling between peripheral microcirculation and slow breathing.” *Medical engineering & physics* 39 (2017): vol 39 pag. 49-56.
22. Marini JJ, Rodriguez RM, Lamb VJ. Involuntary breath-stacking. An alternative method for vital capacity estimation in poorly cooperative subjects. *Am Rev Respir Dis*. 1986;134(4):694–698. doi: 10.1164/arrd.1986.134.5.902
23. Strider D, Turner D, Egloff MB, Burns SM, Truwit DJ. Stacked inspiratory spirometry reduces pulmonary shunt in patients after coronary artery bypass. *Chest* 1994; 106: 391–395. DOI: 10.1378/chest.106.2.391.
24. de Sá Feitosa LA, Barbosa PA, Pessoa MF, Rodrigues-Machado Mda G, de Andrade AD. Clinimetric properties of breath-stacking technique for assessment of inspiratory capacity. *Physiother Res Int*. 2012 Mar;17(1):48-54. doi: 10.1002/pri.512. Epub 2011 Aug 2. PMID: 21809424.
25. Almeida MMF, Teodoro RJ, Chiavegato LD. Maneuvers and strategies in respiratory physical therapy: time to revisit the evidence. *J Bras Pneumol*. 2020 Sep 7;46(4):e20200443. doi: 10.36416/1806-3756/e20200443. PMID: 32901692; PMCID: PMC7567630
26. Consenso Chileno de Técnicas de Kinesiología Respiratoria en Pediatría *Neumol Pediatr*; 13 (4): 137 – 148. 2018.

27. Valenza G, González L, Yuste MJ. Manual de fisioterapia respiratoria y cardíaca. Madrid: Editorial Síntesis; 2005
28. Seco, C. J. Sistema Respiratorio: Métodos, fisioterapia clínica y afecciones para fisioterapeutas. Editorial Médica Panamericana, 2018.
29. Zangerolamo et al. Efeitos da inspirometria de incentivo a fluxo após revascularização do miocárdio, Rev Bras Cardiol. 2013;26(3):180-5.
30. Yasemin Çırak. Is physiotherapy effective on the occurrence of postoperative pulmonary complications in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery? A randomized controlled trial, Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery 2015; 23(4): 622-630.
31. Shehab M A E, Eman M A. Intermittent Positive Pressure Breathing versus Incentive Spirometry in Coronary Artery Bypass Graft Surgery. Open Access J Surg. 2017; 4(4): 555645. DOI: 10.19080/OAJS.2017.04.555645
32. André Luiz L C, Nassany M A, Hayssa d C M B, Simone B C, Emily A D, et al. Protocol Based on Vital Capacity Influences the Functional Capacity in Patients Submitted to Cardiac Surgery. Surg Med Open Acc J. 2(2). SMOAJ.000532.2018. DOI: 10.31031/SMOAJ.2018.02.000532
33. Sullivan KA, Churchill IF, Hylton DA, Hanna WC. Use of Incentive Spirometry in Adults following Cardiac, Thoracic, and Upper Abdominal Surgery to Prevent Post-Operative Pulmonary Complications: A Systematic Review and Meta-Analysis. Respiration. 2021;100(11):1114-1127. doi: 10.1159/000517012. Epub 2021 Jul 16. PMID: 34274935.

34. Manapunsopee S, Thanakiatpinyo T, Wongkornrat W, Chuaychoo B, Thirapatarapong W. Effectiveness of Incentive Spirometry on Inspiratory Muscle Strength After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Heart Lung Circ.* 2020 Aug;29(8):1180-1186. doi: 10.1016/j.hlc.2019.09.009. Epub 2019 Oct 24. PMID: 31735684.
35. Eltorai AEM, Baird GL, Eltorai AS, Healey TT, Agarwal S, Ventetuolo CE, Martin TJ, Chen J, Kazemi L, Keable CA, Diaz E, Pangborn J, Fox J, Connors K, Sellke FW, Elias JA, Daniels AH. Effect of an Incentive Spirometer Patient Reminder After Coronary Artery Bypass Grafting: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Surg.* 2019 Jul 1;154(7):579-588. doi: 10.1001/jamasurg.2019.0520. PMID: 30969332; PMCID: PMC6583822.
36. Kumar AS, Alaparthi GK, Augustine AJ, Pazhyaottayil ZC, Ramakrishna A, Krishnakumar SK. Comparison of Flow and Volume Incentive Spirometry on Pulmonary Function and Exercise Tolerance in Open Abdominal Surgery: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Diagn Res.* 2016 Jan;10(1):KC01-6. doi: 10.7860/JCDR/2016/16164.7064. Epub 2016 Jan 1. PMID: 26894090
37. Paisani D de M, Lunardi AC, Silva CCBM da, Porras DC, Tanaka C, Carvalho CRF. Volume Rather Than Flow Incentive Spirometry Is Effective in Improving Chest Wall Expansion and Abdominal Displacement Using Optoelectronic Plethysmography. *Respir Care [Internet].* el 1 de agosto de 2013;58(8):1360 LP - 1366. Disponible en: <http://rc.rcjournal.com/content/58/8/1360.abstract>
38. Carmona, F. A.; Olivencia, P. L.; Yuste, O. M. y Peñas, M. L. Tos ineficaz y técnicas mecánicas de aclaramiento mucociliar. Vol. 42. Núm. 1. Páginas 50 - 59. Disponible en: <https://www.medintensiva.org/es-tos-ineficaz-tecnicas-mecanicas-aclaramiento-articulo-S0210569117301754>.

39. Zaman, B. A., V, K., Bhattacharjee, B., & Dutta, A. Comparative study on the immediate effects of deep breathing exercises with pep device verses incentive spirometry with EPAP on preventing pulmonary complications following CABG. *International Journal of Physiotherapy* 2016, 3(1), 140-146. <https://doi.org/10.15621/ijphy/2016/v3i1/88929>
40. Vijayakumar Koyilil, Mohanakrishnan, H.A. Rieyaz, John Rajpathy, Selvakumar P, Deneshkumar V. Non infective cough in immediate post cardiac surgery patients. *International Journal of Contemporary Medicine Surgery and Radiology*. 2019;4(4):D75-D80.
41. Fink J. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respiratory Care*. 2007; 52:1210-1221.
42. Zisi D, Chryssanthopoulos C, Nanas S, Philippou A. The effectiveness of the active cycle of breathing technique in patients with chronic respiratory diseases: A systematic review. *Heart Lung*. 2022 May-Jun;53:89-98. doi: 10.1016/j.hrtlng.2022.02.006. Epub 2022 Feb 27. PMID: 35235877
43. Salehi Derakhtanjani A, Ansari Jaber A, Haydari S, Negahban Bonabi T. Comparison the Effect of Active Cyclic Breathing Technique and Routine Chest Physiotherapy on Pain and Respiratory Parameters After Coronary Artery Graft Surgery: A Randomized Clinical Trial. *Anesth Pain Med*. 2019;9(5): e94654. doi:10.5812/aapm.94654
44. Vinícius Afonso Gomes, Sidney de Souza Oliveira. Inspirational Muscle Training with Linear Device in Post-Operative Myocardial Revascularization: Systematic Review. *On J Cardio Res & Rep*. 5(4): 2021. OJCRR.MS.ID.000620.
45. Baumgarten MC, García GK, Frantzeski MH, Giacomazzi CM, Lagni VB, Dias AS, et al. Dolor y función pulmonar en pacien-

- tes sometidos a cirugía cardíaca por esternotomía. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009; 24 :497–505. [ PubMed ] [ Google Académico ]
46. Praveen R, Swaminathan N, Praveen JS. El entrenamiento de los músculos inspiratorios es efectivo para mejorar las funciones de los músculos respiratorios en pacientes que se han sometido a un injerto de derivación de la arteria coronaria. *Fizjoterapia Polska.* 2009; 9 :285–92. [ Google académico ]
47. Stein R, Maia CP, Silveira AD, Chiappa GR, Myers J, Ribeiro JP. Inspiratory muscle strength as a determinant of functional capacity early after coronary artery bypass graft surgery. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009; 90(10): 1685-91. doi: 10.1016/j.apmr.2009.05.010.
48. 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; 37(4): 290-294. doi: 10.1097/HCR.000000000000234.
49. Ashraf Elmarakby. Effect of Threshold Inspiratory Muscle Training on Maximal Inspiratory Pressure and Pulmonary Gas Exchange in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine* 2017; 28(4): 249–261. DOI: 10.1615/CritRevPhysRehabilMed.2017021161
50. Dsouza FV, Amaravadi SK, Samuel SR, Raghavan H, Ravishankar N. Effectiveness of Inspiratory Muscle Training on Respiratory Muscle Strength in Patients Undergoing Cardiac Surgeries: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Rehabil Med.* 2021 Aug;45(4):264-273. doi: 10.5535/arm.21027. Epub 2021 Aug 30.

51. Zaman, B. A., V. K., Bhattacharjee, B., & Dutta, A. Comparative study on the immediate effects of deep breathing exercises with pep device verses incentive spirometry with EPAP on preventing pulmonary complications following CABG. *International Journal of Physiotherapy* 2016, 3(1), 140-146
52. Charlotte Urell, Margareta Emtner, Hans Hedenström, Arne Tenling, Marie Breidenskog, Elisabeth Westerdahl, Deep breathing exercises with positive expiratory pressure at a higher rate improve oxygenation in the early period after cardiac surgery — a randomised controlled trial, *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 2011, 40(1): 162–167. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2010.10.018>
53. Pouya FA, Sedighe G, Mostafa A, Hamidreza P, Fatemeh B, Hoo-man B. Comparing the Planned Respiratory Cares and CPAP on Atelectasis and Arterial Blood Oxygen Levels of patients undergoing Coronary Artery Bypass Graf. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*, 2016, 5, 9:117-123
54. Shakuri SK, Salekzamani Y, Taghizadieh A, Sabbagh-Jadid H, Soleymani J, Sahebi L. Pulmonary physiotherapy effect on patients undergoing open cardiac surgery. *Russian Open Medical Journal* 2014; 3: 0306.
55. Miura MC, Ribeiro de Carvalho CR, Yamada da Silveira LT, de Moraes Regenga M, Petri Damiani L, Fu C. The effects of recruitment maneuver during noninvasive ventilation after coronary bypass grafting: A randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018; 156(6): 2170-2177. doi: 10.1016/j.jtcvs.2018.05.004.
56. Abd El- Kader SM, Ashmawy EM. Arterial Blood Gases Response to Incentive Spirometry Versus Continuous Positive Airway Pressure breathing After Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *J Perioper Med* 2017; 1: 104.

57. Dhanani J, Fraser JF, Chan H-K, Rello J, Cohen J, Roberts JA. Fundamentals of aerosol therapy in critical care. *Crit Care* [Internet]. 2016;20(1):269. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1448-5>
58. Elmi-Sarabi M, Deschamps A, Delisle S, Ased H, Haddad F, Larmarche Y, Perrault LP, Lambert J, Turgeon AF, Denault AY. Aerosolized Vasodilators for the Treatment of Pulmonary Hypertension in Cardiac Surgical Patients: A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesth Analg*. 2017 Aug;125(2):393-402. doi: 10.1213/ANE.0000000000002138. PMID
59. Leontiadis E, Zarkalis D, Perreas K, Antoniou T. A retrospective comparison of inhaled milrinone and iloprost in post-bypass pulmonary hypertension. *Heart Vessels*. 2017 Dec;32(12):1488-1497. doi: 10.1007/s00380-017-1023-2. Epub 2017 Jul 17. PMID: 28717881.
60. Tariq MI, Khan AA, Khalid Z, Farheen H, Siddiqi FA, Amjad I. Effect of Early  $\leq 3$  Mets (Metabolic Equivalent of Tasks) of Physical Activity on Patient's Outcome after Cardiac Surgery. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2017 Aug;27(8):490-494. PMID: 28903842
61. Kanejima Y, Shimogai T, Kitamura M, Ishihara K, Izawa KP. Effect of early mobilization on physical function in patients after cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(19):7091.
62. Giacchi M, Nguyen MT, Gaudin J, Bergin M, Colliccoat O, Armstrong B, et al. The relationship between cardiorespiratory parameters, mobilisation and physical function following cardiac surgery. *Eur J Physiother*. 2021; 24:381-5
63. İbrahimoğlu, Özlem, Nurdan Gezer, and Özde Ögütü. "Mobiliza-

- tion Levels of Cardiac Surgery Patients in the Early Postoperative Period.” *Dubai Medical Journal* 6.1 (2023): 20-27
64. Cogan, J., Ouimette, M. F., Vargas-Schaffer, G., Yegin, Z., Deschamps, A., & Denault, A. (2014). Patient attitudes and beliefs regarding pain medication after cardiac surgery: Barriers to adequate pain management. *Pain Management Nursing*, 15(3), 574–579.
65. Zhou J, Dan Y, Yixian Y, Lyu M, Zhong J, Wang Z, Zhu Y, Liu L. Eficacia de la estimulación nerviosa electrónica transcutánea en la analgesia postoperatoria después de la cirugía pulmonar: una revisión sistemática y un metanálisis. *Soy J Phys Med Rehabil*. 2020 Mar;99(3):241-249. doi: 10.1097/PHM.0000000000001312. PMID: 31498159.
66. Küçükakça Çelik G, Özer N. Effect of Cold Application on Chest Incision Pain Due to Deep Breathing and Cough Exercises. *Pain Manag Nurs*. 2021 Apr;22(2):225-231. doi: 10.1016/j.pmn.2020.02.002. Epub 2020 Apr 3. PMID: 32253094
67. Seweid MM, Ahmed NT, Ramadan BA, Ahmed FR. Effect of cold application on incisional pain associated with incentive spirometry after coronary artery bypass graft surgery. *Int J Africa Nurs Sci*. el 1 de enero de 2021; 15:100315.
68. Cott C, Finch E. Invited commentary on the Movement continuum special series. *Phys Ther* 2007; 87(7):925-926.