



REVISIÓN

Fisioterapia respiratoria en la unidad de cuidados intensivos: Revisión bibliográfica



R. Goñi-Viguria (MSN)*, E. Yoldi-Arzo (RN), L. Casajús-Sola (MSc),
T. Aquerreta-Larraya (RN), P. Fernández-Sangil (RN), E. Guzmán-Unamuno (RN)
y B.M. Moyano-Berardo (RN)

Unidad de Cuidados Intensivos, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, España

Recibido el 5 de septiembre de 2017; aceptado el 9 de marzo de 2018

Disponible en Internet el 15 de junio de 2018

PALABRAS CLAVE

Fisioterapia
respiratoria;
Espirometría
incentivada;
Paciente intubado;
Cuidados intensivos

Resumen

Introducción y objetivos: Los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos son susceptibles de complicaciones pulmonares por múltiples causas (enfermedad de base, inmovilización, riesgo de infección, etc.). La principal intervención para prevenirlas y tratarlas es la fisioterapia respiratoria (FR), práctica habitual en el día a día de enfermería. Por ello se realizó esta revisión bibliográfica, con el objetivo de describir los métodos de FR más eficaces para la prevención y tratamiento de las complicaciones pulmonares en los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos, diferenciando paciente intubado y no intubado.

Metodología: Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura en las bases de datos PubMed, Cinahl y Cochrane Library. Los límites fueron el idioma, la evidencia de los últimos 15 años y la edad.

Resultados: Las técnicas de expansión pulmonar, tos, vibración, percusión, drenaje postural, espirometría incentivada y los sistemas oscilatorios y no oscilatorios presentan controversia en cuanto a la eficacia como método de fisioterapia respiratoria. En cambio, la ventilación mecánica no invasiva muestra clara evidencia de su beneficio. En el paciente intubado, la hiperinsuflación manual y la aspiración de secreciones son métodos eficaces para la prevención de complicaciones respiratorias. El resto de métodos de FR aplicados de forma aislada no han demostrado una clara eficacia.

Discusión y conclusiones: Las técnicas de FR que han demostrado mejores resultados son la ventilación mecánica no invasiva para el paciente no intubado y la hiperinsuflación manual para el paciente intubado. Respecto al resto de técnicas existe mayor controversia. En ambos grupos de pacientes, la literatura muestra que la terapia combinada es la más eficaz.

© 2018 Sociedad Española de Enfermería Intensiva y Unidades Coronarias (SEEIUC). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: rgviguria@unav.es (R. Goñi-Viguria).

KEYWORDS

Respiratory
physiotherapy;
Incentive spirometry;
Intubated patients;
Intensive care

Respiratory physiotherapy in intensive care unit: Bibliographic review**Abstract**

Introduction and aims: Patients in intensive care unit are susceptible to complications due to different causes (underlying disease, immobilisation, infection risk. . .) The current main intervention in order to prevent these complications is respiratory physiotherapy, a common practice for nurses on a daily basis. Therefore, we decided to carry out this bibliographic review to describe the most efficient respiratory physiotherapy methods for the prevention and treatment of lung complications in patients in intensive care, taking into account the differences between intubated and non-intubated patients.

Methodology: The bibliographic narrative review was carried out on literature available in Pubmed, Cinahl and Cochrane Library. The established limits were language, evidence over the last 15 years and age.

Results: Techniques involving lung expansion, cough, vibration, percussion, postural drainage, incentive spirometry and oscillatory and non-oscillatory systems are controversial regarding their efficacy as respiratory physiotherapy methods. However, non-invasive mechanical ventilation shows clear benefits. In the case of intubated patients, manual hyperinflation and secretion aspirations are highly efficient methods for the prevention of the potential complications mentioned above. In this case, other RP methods showed no clear efficiency when used individually.

Discussion and conclusions: Non-invasive mechanical ventilation (for non-intubated patients) and manual hyperinflation (for intubated patients) proved to be the respiratory physiotherapy methods with the best results. The other techniques are more controversial and the results are not so clear. In both types of patients this literature review suggests that combined therapy is the most efficient.

© 2018 Sociedad Española de Enfermería Intensiva y Unidades Coronarias (SEEIUC). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Qué se conoce?/Qué aporta

Los pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos son susceptibles de complicaciones pulmonares por múltiples causas (enfermedad de base, inmovilización, riesgo de infección, etc.). La principal intervención para prevenirlas y tratarlas es la fisioterapia respiratoria. Aunque es una práctica habitual en las unidades de cuidados intensivos, hay controversia sobre la eficacia de las diferentes técnicas.

Esta revisión pretende conocer las diferentes técnicas de fisioterapia respiratoria y la eficacia de las mismas en los pacientes de las unidades de cuidados intensivos tanto en el paciente intubado como en el extubado para en la práctica poder seleccionar las técnicas más beneficiosas.

Implicaciones del estudio

Conocer los diferentes ejercicios de fisioterapia respiratoria permite elaborar un plan de cuidados que recoja las técnicas más beneficiosas adecuándose a cada paciente.

Comprender los beneficios de los diferentes ejercicios nos ayuda a profundizar en la importancia de los mismos y su impacto en el paciente crítico, siendo necesaria la formación del equipo multidisciplinar y alumnas de postgrado.

Con relación a los ejercicios en los que la bibliografía encuentra que hay controversia, serían recomendables futuras investigaciones que estudiaran estos ejercicios.

Introducción

Es habitual, en las unidades de cuidados intensivos (UCI), el ingreso de pacientes postoperados de cirugía cardiovascular, torácica o abdominal, así como los que presentan procesos agudos como sepsis o fallo respiratorio, entre otros. Todos ellos pueden desarrollar alteración en la oxigenación y/o ventilación¹⁻⁶. Además, son susceptibles de complicaciones respiratorias debido a la enfermedad basal, la inmovilidad y las infecciones nosocomiales^{7,8}. Las complicaciones más frecuentes son atelectasias, neumonía, derrame pulmonar e infección traqueobronquial⁹⁻¹⁴, siendo la neumonía la principal causa de mortalidad^{10,11,15,16}.

Tabla 1 Términos utilizados y combinación con los operadores booleanos

FISIOTERAPIA RESPIRATORIA		PACIENTE HOSPITALIZADO
bronchopulmonary hygiene		inpatient
chestclearance	OR	OR
airwayclearance	OR	OR
respiratoryphysiotherapy	OR	hospitalizedpatient
chestphysiotherapy	OR	
chestphysicaltherapy	OR	AND
breathingexercises	OR	
respiratorymuscle training	OR	
pulmonaryrehabilitation	OR	
incentive spirometry	OR	
manual hyperinflation	OR	

Estas se deben a respiraciones superficiales, al aumento de secreciones, a la disminución de la compliance pulmonar y a cambios en el tono muscular y en el parénquima pulmonar^{2,3,5,7,11,13,17-19}. Otros factores, como el dolor, los efectos anestésicos residuales²⁰ y el encamamiento durante períodos prolongados^{8,21}, contribuyen a su desarrollo^{1,2,11}. Se han encontrado porcentajes muy variados (2-88%) con relación a la incidencia de complicaciones en pacientes posquirúrgicos^{2,9,11}. En el paciente intubado, se recogen 12 episodios de neumonía por 1.000 días de ventilación mecánica²². Estas complicaciones presentan altas tasas de morbimortalidad, incremento de los costes de hospitalización y aumento de días de estancia hospitalaria^{2,3,5,9,13-15,20,21,23-25}.

Para prevenir o minimizar todas estas complicaciones pulmonares, la fisioterapia respiratoria (FR) representa un papel fundamental^{3,5,9,26} en las UCI^{8,23,27}. La FR es uno de los componentes de la rehabilitación respiratoria^{28,29}, intervención multidisciplinar que engloba, además, la evaluación del paciente, el ejercicio muscular, la educación, la intervención nutricional y el apoyo psicosocial²⁸⁻³¹. Debido a que su aplicación es prolongada en el tiempo, y la mayoría de las veces la estancia del paciente en UCI es menor que la duración del programa completo, no es posible llevarla a cabo. Por ello, este estudio está centrado exclusivamente en la FR. Esta incluye una serie de técnicas cuyo objetivo general es mejorar la ventilación regional, el aclaramiento mucociliar, el intercambio de gases, la función de los músculos respiratorios, la disnea, la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida relacionada con la salud^{28-30,32}.

Aunque es una práctica habitual en las UCI, hay controversia sobre la eficacia de las diferentes técnicas^{26,33}. Por ello, se ha realizado esta revisión bibliográfica, con el objetivo de describir los métodos de FR más eficaces para la prevención y tratamiento de las complicaciones pulmonares en los pacientes ingresados en UCI, diferenciando pacientes en respiración espontánea y pacientes intubados, sometidos a ventilación mecánica invasiva (VMI). En este trabajo se han considerado pacientes en respiración espontánea a aquellos

que respiran por sí mismos y que no lo hacen a través de una vía aérea artificial.

Metodología

Para responder al objetivo, se realizó una revisión bibliográfica narrativa durante los meses de enero a agosto de 2016, en las bases de datos Pubmed, Cinahl y Cochrane Library. Asimismo, se revisaron páginas web de sociedades científicas de referencia (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica, American Association for Respiratory Care, European Respiratory Society Statement on Pulmonary Rehabilitation) y se realizaron búsquedas manuales en varias revistas relevantes del ámbito de la terapia respiratoria: *Respiratory Care*, *Critical Care Nurse*, *Enfermería Intensiva*. Además se revisaron las listas de referencias de los artículos seleccionados, para verificar si había estudios de interés (técnica de bola de nieve). Dichas búsquedas se limitaron por el idioma (inglés y español), año de publicación (últimos 15 años) y edad (personas > 18 años).

Los términos utilizados y su combinación con los operadores booleanos se muestran en la [tabla 1](#). Inicialmente se introdujo el término de UCI en la búsqueda, pero debido a la escasez de artículos encontrados y la mayoría de ellos relacionados con el paciente intubado, se decidió excluirlo y realizar una búsqueda más amplia.

La selección de artículos se llevó a cabo según los criterios de inclusión y exclusión definidos en la [tabla 2](#).

El flujo de artículos se describe en la [figura 1](#).

Resultados

Los resultados obtenidos se clasifican en 2 grupos: a) Ejercicios de FR para pacientes en respiración espontánea y b) Ejercicios de FR para pacientes sometidos a VMI. En primer lugar se procede a describir cada una de las técnicas, para seguir con las ventajas e inconvenientes halladas en los artículos revisados. La [tabla 3](#) recoge los artículos más relevantes de los diferentes ejercicios descritos.

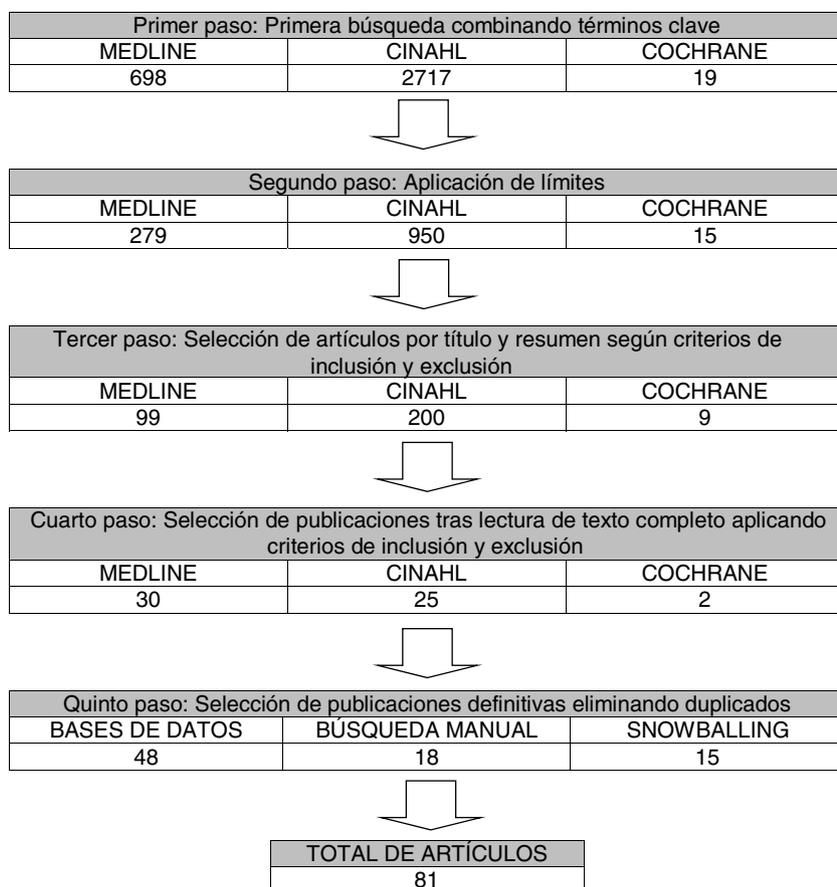


Figura 1 Flujo de artículos.

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos que hablan de fisioterapia respiratoria en pacientes hospitalizados	Artículos que hablan de fisioterapia respiratoria en niños
	Artículos que tienen como objetivo la fisioterapia respiratoria a través de la movilización
	Artículos que hablan sobre la percepción de los pacientes sobre la fisioterapia respiratoria
	Artículos que tratan la fisioterapia respiratoria en el preoperatorio
	Literatura gris

Ejercicios de fisioterapia respiratoria para pacientes en respiración espontánea

En la bibliografía revisada se encontraron diferentes métodos de FR tales como técnicas de expansión pulmonar, tos, vibración, percusión, drenaje postural, inspirometría incentivada (ISI), dispositivos oscilatorios y no oscilatorios

y ventilación mecánica no invasiva (VMNI). A continuación, se describe cada uno de ellos.

Técnicas de expansión pulmonar

Se entiende por técnicas de expansión pulmonar las respiraciones que potencian una inspiración profunda activa, con apnea antes de una espiración pasiva. Incluyen inspiraciones máximas, inspiraciones fraccionadas con apnea, respiraciones diafrágicas y de labios fruncidos³⁴. Están destinadas a reexpandir el tejido pulmonar y promover la movilización de secreciones^{23,35,36}.

Algunos autores, además, exponen que en el individuo con musculatura debilitada pueden ser útiles para aumentar la capacidad de ejercicio^{37,38}, la capacidad vital^{39,40}, la fuerza muscular inspiratoria³⁹⁻⁴¹, reducir la disnea^{37,38,40} y mejorar la calidad de vida^{39,41}. Otros recogen que en los pacientes con EPOC, los ejercicios de labios fruncidos^{42,43} y la respiración diafrágica⁴² alivian la disnea. Igualmente Sutbeyaz et al.⁴⁴ y Kyo Chul et al.⁴⁵ reflejan beneficios en pacientes con daño cerebral. En todos los casos, los resultados obtenidos son consecuencia de un programa prolongado en el tiempo.

Por otro lado, en la literatura revisada se ha encontrado que estas técnicas no aportan beneficios⁸, aunque podrían ser útiles añadidas a la práctica de ejercicio muscular corporal^{34,37}.

Tabla 3 Artículos más relevantes del estudio

Autor y fecha de publicación	Diseño del estudio	Muestra	Objetivos	Intervención	Principales hallazgos
Clini y Ambrosino, 2005 ⁸	Revisión narrativa		Valorar la eficacia de las prácticas de fisioterapia respiratoria en los pacientes con insuficiencia respiratoria ingresados en UCI		La incorporación de vibraciones a un tratamiento combinado de fisioterapia torácica no mejoró significativamente los gases sanguíneos arteriales ni la distensibilidad pulmonar Técnicas de fisioterapia respiratoria, como el drenaje postural, la percusión o la vibración deben estudiarse más a fondo con muestras de mayor tamaño
Nascimento et al., 2014 ¹¹	Revisión sistemática	12 estudios de ensayos controlados aleatorios	Evaluar el efecto de la inspirometría incentivada, en comparación con ninguna terapia u otra terapia, en las complicaciones pulmonares postoperatorias y la mortalidad en adultos sometidos a cirugía abdominal superior		Hay evidencia de baja calidad con respecto a la falta de efectividad de la inspirometría incentivada para la prevención de complicaciones pulmonares postoperatorias en pacientes sometidos a cirugía abdominal superior
Valenza-Demet et al., 2014 ²³	Ensayo controlado aleatorizado	104 pacientes hospitalizados con el diagnóstico de derrame pleural	Investigar los efectos de un protocolo de fisioterapia en pacientes con derrame pleural	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo control que recibía tratamiento estándar (tratamiento médico y drenaje) o un grupo de intervención tratado con fisioterapia agregada al tratamiento estándar. El programa de fisioterapia incluyó ejercicios de respiración profunda, movilizaciones y espirometría incentivada	Un programa de fisioterapia añadido al tratamiento estándar mejora los parámetros espirométricos (cambios en la capacidad vital, volumen y flujo espiratorio forzado), los hallazgos radiológicos y reduce la estancia hospitalaria en pacientes con derrame pleural
Park et al., 2012 ⁵⁰	Estudio prospectivo simple ciego, aleatorizado	66 pacientes	Valorar la eficacia de la terapia de oscilación de la pared torácica de alta frecuencia, en el postoperatorio inmediato de pacientes intervenidos de lobectomía por cáncer de pulmón no microcítico, en comparación con la fisioterapia torácica convencional	A los pacientes del grupo control se les realizaba fisioterapia torácica de percusión postoperatoria 4 veces al día. Los pacientes del grupo intervención recibieron 3 sesiones de tratamiento de oscilación de la pared torácica de alta frecuencia cada 8 h durante 15 min, comenzando 4 h después de la cirugía	La terapia de oscilación de la pared torácica de alta frecuencia favorece la recuperación de la función pulmonar en el postoperatorio inmediato en comparación con la fisioterapia convencional

Tabla 3 (continuación)

Autor y fecha de publicación	Diseño del estudio	Muestra	Objetivos	Intervención	Principales hallazgos
Guimaraes y Zin, 2008 ⁵²	Ensayo controlado aleatorizado	12 pacientes	Evaluar las consecuencias de la percusión torácica en pacientes sanos	Los pacientes fueron sometidos a sesiones de percusión torácica en decúbito lateral izquierdo, durante 2 min. Posteriormente realizaron 10 respiraciones profundas y se analizó la mecánica pulmonar antes y después de la percusión y tras una respiración profunda	La percusión torácica provoca cambios en la mecánica respiratoria compatibles con el colapso pulmonar. Estos cambios son reversibles con inspiraciones profundas
Lunardi et al., 2015 ⁵⁹	Ensayo controlado aleatorizado	137 pacientes	Comparar los efectos de las técnicas de expansión pulmonar en cuanto a volúmenes pulmonares, activación de los músculos respiratorios e incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias, en pacientes intervenidos de cirugía mayor de abdomen superior	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en 4 grupos: control, inspirometría incentivada de flujo, respiración profunda e inspirometría incentivada de volumen. Cada intervención se realizó durante 5 días consecutivos. Posteriormente, fueron analizadas las complicaciones postoperatorias	Las técnicas de expansión pulmonar no provocan cambios en la mecánica toracoabdominal ni previenen las complicaciones pulmonares después de la cirugía abdominal. El uso de las técnicas de expansión pulmonar no debe prescribirse de manera rutinaria para prevenir las complicaciones pulmonares
Freitas et al., 2012 ⁶⁰	Actualización de una revisión sistemática publicada en el 2012	592 participantes en 7 estudios	Comparar la inspirometría incentivada con cualquier tipo de fisioterapia profiláctica (CPAP; BIPAP...) para la prevención de complicaciones pulmonares postoperatorias, en adultos sometidos a cirugía de bypass de arteria coronaria		No hay evidencia de beneficio del uso de la inspirometría incentivada en la reducción de complicaciones pulmonares ni en la disminución de los efectos negativos sobre la función pulmonar en pacientes sometidos a cirugía de bypass de arteria coronaria Los pacientes que emplearon inspirometría incentivada tuvieron peor función pulmonar y oxigenación arterial en comparación con la respiración con presión positiva. No hubo mejoría en la fuerza muscular entre los participantes que usaron el Inspirómetro de incentivo Sin embargo, se necesitan estudios de mayor tamaño y con un diseño metodológico apropiado

Tabla 3 (continuación)

Autor y fecha de publicación	Diseño del estudio	Muestra	Objetivos	Intervención	Principales hallazgos
Lee et al., 2015 ⁶³	Revisión bibliográfica	7 estudios con 105 participantes	Determinar los efectos de las técnicas de eliminación de secreciones sobre: las tasas de exacerbación aguda, la incidencia de hospitalización, la calidad de vida, si son seguras y poseen efectos beneficiosos en individuos con bronquiectasias agudas y estables	Se analizaron ensayos aleatorios controlados paralelos y cruzados que compararon técnicas de eliminación de secreciones con ningún tratamiento, con técnicas de eliminación de secreciones simuladas o con tos dirigida en participantes con bronquiectasias	Las técnicas de eliminación de secreciones son seguras para los pacientes con bronquiectasias estables y pueden explicar las mejoras en la expectoración del esputo, de la función pulmonar, los síntomas y las complicaciones respiratorias El papel de estas técnicas en la exacerbación aguda de la bronquiectasia es desconocido
Freyne y Falcoz, 2008 ⁶⁶	Revisión bibliográfica	172 artículos	Valorar si la ventilación no invasiva asociada con la fisioterapia torácica es efectiva para prevenir complicaciones respiratorias en pacientes sometidos a cirugía de resección pulmonar		La ventilación no invasiva asociada a fisioterapia torácica es segura y efectiva para reducir las complicaciones postoperatorias y mejorar la recuperación del paciente
Al-Mutairi et al., 2012 ⁷⁰	Estudio aleatorizado	108 pacientes	Evaluar el efecto del uso precoz de la terapia con presión positiva continua en las vías respiratorias para tratar o prevenir la atelectasia aguda en el postoperatorio de pacientes intervenidos de cirugía cardíaca, en particular fumadores y pacientes de edad avanzada	Los participantes se dividieron aleatoriamente en 3 grupos: terapia de espirometría incentivada, terapia de presión positiva continua cada 2 h y terapia de presión positiva continua cada 4 h. Se mide la capacidad inspiratoria, la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno en todos los grupos	El uso temprano de CPAP durante media hora cada 2 h tuvo los mejores resultados para reabrir los alvéolos colapsados después de la cirugía cardíaca
Blattner et al., 2008 ⁸²	Ensayo clínico aleatorizado	55 pacientes	Valorar si la hiperinsuflación manual en pacientes con revascularización miocárdica mejora la oxigenación y distensibilidad estática inmediata, favorece la extubación precoz, reduce las complicaciones pulmonares y la estancia hospitalaria	El grupo intervención recibió hiperinsuflación manual con presión espiratoria final positiva seguida de succión, mientras que el grupo control solo recibió succión	La hiperinsuflación manual mejora la oxigenación y la distensibilidad estática y reduce los tiempos de ventilación mecánica. La duración de la estancia hospitalaria y la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias fueron similares en los 2 grupos

Tabla 3 (continuación)

Autor y fecha de publicación	Diseño del estudio	Muestra	Objetivos	Intervención	Principales hallazgos
Paattanshetty y Gaude, 2010 ⁹⁰	Ensayo clínico aleatorizado	101 pacientes	Evaluar el efecto de la fisioterapia torácica multimodal en pacientes intubados y ventilados mecánicamente en las unidades de cuidados intensivos, para la prevención de la neumonía asociada a ventilación mecánica	El grupo control recibió hiperinsuflación manual y succión de secreciones. El grupo intervención recibió hiperinsuflación manual, succión de secreciones, drenaje postural y vibración. Ambos grupos fueron sometidos a tratamiento 2 veces al día hasta la extubación	La fisioterapia torácica multimodal disminuye la infección pulmonar y reduce significativamente las tasas de mortalidad en el paciente intubado con ventilación mecánica

Tos

Se define como un mecanismo de defensa natural para eliminar elementos extraños en la vía aérea y exceso de secreciones por procesos patológicos. Puede originarse tanto voluntaria como involuntariamente^{46,47}. Ante situaciones que contribuyen a una tos ineficaz existen diferentes técnicas para mejorar los resultados como la tos asistida manual o el insuflador-exuflador mecánico^{7,47}.

Gosselink et al.³³, en 2008, recogen que la tos es efectiva para aumentar la velocidad de flujo espiratorio, siendo necesario un adecuado volumen inspiratorio para su eficacia en la eliminación de secreciones. En cambio, De Chamoy y Eales⁴⁸ encuentran que la tos, entre otras actividades, no obtiene beneficios en pacientes intervenidos de cirugía cardíaca valvular.

Vibración

Es la aplicación de un efecto oscilatorio sobre el aparato toracopulmonar, capaz de ser transmitido a las vías aéreas, para favorecer el transporte y eliminación de las secreciones bronquiales⁸. La vibración puede ser realizada externamente de manera manual durante la fase espiratoria⁸, o de forma mecánica mediante un aparato de vibración^{46,49}.

En la literatura revisada solo se ha encontrado un artículo que justifique la vibración mecánica. Park et al.⁵⁰ demuestran que la aplicación de vibración a través de un dispositivo en pacientes lobectomizados mejora la función pulmonar y la oxigenación arterial.

No se han encontrado artículos que justifiquen o rechacen la realización de esta técnica manual de manera aislada.

Percusión

El efecto que persigue la percusión es provocar una oscilación en la pared torácica, que se transmite a los pulmones y a las vías aéreas, generando un desprendimiento y desplazamiento de las secreciones⁸. La percusión puede ser realizada manualmente golpeando la pared torácica sobre el área afectada del pulmón o con dispositivos mecánicos⁴⁹. Martí et al.⁴⁶ destacan que la aplicación de la maniobra de forma manual no alcanza la frecuencia necesaria (15-25 Hz) para conseguir el efecto que persigue.

La evidencia que existe es controvertida y limitada. Algunos estudios han demostrado cierto aumento del transporte mucociliar durante el ejercicio de percusión⁴⁹, pero sin demostrar que tenga un efecto mejor que otras técnicas. Una revisión sistemática dice que el beneficio en el uso de esta técnica es insuficiente⁵¹. Además, se describen efectos adversos como colapso pulmonar y/o neumoconstricción⁵².

El drenaje postural

El drenaje postural consiste en facilitar el transporte de secreciones dentro del árbol bronquial gracias a la acción que genera la fuerza de la gravedad. Para conseguirlo, es necesario orientar el segmento bronquial a drenar hacia su máxima verticalidad, colocando al paciente en diferentes posturas^{46,49}.

Bellone et al.⁵³ recogen que el drenaje postural es seguro y efectivo en la eliminación de secreciones sin causar efectos indeseables en la saturación de oxígeno. Otros estudios^{8,49}, afirman que su empleo en la UCI optimiza el transporte de oxígeno, mejora la ventilación/perfusión, incrementa el volumen pulmonar, reduciendo el trabajo respiratorio, minimizando el trabajo cardíaco y favoreciendo el aclaramiento mucociliar. Sin embargo, teniendo en cuenta las características de los pacientes de UCI, muchas veces las complicaciones del drenaje postural limitan su aplicación^{36,46,49}. Además, Button y Boucher⁵⁴ han comprobado que para facilitar mecánicamente el transporte mucociliar es necesario generar variaciones de flujos y presiones en el interior del árbol bronquial y no buscar el efecto de la fuerza de la gravedad.

Inspirometría incentivada

Es un dispositivo que anima a los pacientes a realizar una inspiración máxima sostenida para aumentar la expansión pulmonar²³, globalmente utilizado para la profilaxis y el tratamiento de las complicaciones respiratorias^{3,5,6,11,20,35}.

Como efectos positivos, algunos autores afirman que es útil para reexpandir alvéolos y revertir la hipoxemia postoperatoria¹¹. Aumenta el volumen inspiratorio, permitiendo una ventilación uniforme durante el inicio de la inspiración¹⁸, así como la presión transpulmonar y la función de la musculatura inspiratoria⁵⁵. Además, mejora la

disnea, la gasometría arterial y la percepción de calidad relacionada con la salud en pacientes con EPOC, sin producir cambios en los parámetros de la función pulmonar⁵⁵. Diferentes artículos avalan su uso en pacientes sometidos a cirugía abdominal^{6,20,56}, cirugía cardíaca^{3,18,57} y en paciente traqueotomizados¹. Disminuyen atelectasias y previene infecciones^{20,56}, mejora la tolerancia al ejercicio³ y la musculatura respiratoria en comparación con la presión positiva intermitente¹⁸.

Hay que tener en cuenta que la eficacia de la ISI va a depender de que el paciente reciba buenas instrucciones y de una adecuada supervisión por parte de la enfermera en la realización de la técnica³.

A pesar de su amplio uso y los beneficios descritos, la evidencia que apoya su eficacia sigue siendo controvertida^{2,5,6,58,59}. La revisión realizada por Carvalho et al.² obtiene que no hay diferencias estadísticamente significativas entre aplicar tratamiento con ISI y no realizar ningún tratamiento de FR, en la prevención de complicaciones respiratorias en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, torácica y abdominal. Esta afirmación queda reforzada por Do Nascimento et al.¹¹, Guimarães et al.⁴, Gosselink et al.⁵⁸ y Lunardi et al.⁵⁹ quienes recogen los mismos resultados en pacientes sometidos a cirugía abdominal y torácica respectivamente. Varios autores concluyen que la ISI no ofrece ventajas frente a la tos⁶⁰, a los ejercicios de respiración^{11,19,35,60} y a la VMNI^{2,60}. Sin embargo, Agostini et al.³⁵ refieren que en pacientes de riesgo (> 75 años, ASA > 3, EPOC, fumador, IMC > 30), sometidos a cirugía torácica, esta técnica presenta más beneficios para la prevención de complicaciones pulmonares que la FR convencional.

Dispositivos no oscilatorios y oscilatorios

Los dispositivos no oscilatorios como los sistemas de presión positiva espiratoria intermitente mejoran la función pulmonar postoperatoria a través de una respiración profunda, amplia y mantenida con el objetivo de mejorar el aclaramiento de secreciones^{10,30,46}.

Roth et al.⁶¹ indican que los ejercicios de respiración con una resistencia en la espiración tienen efectos positivos en la capacidad pulmonar total en personas con tetraplejía, reduciendo así la morbilidad respiratoria y mejorando los resultados. Darbee et al.⁶² en 2004 obtiene los mismos resultados en pacientes con fibrosis quística.

Sin embargo, en la revisión bibliográfica de Rodríguez et al.⁹ en 2014 se refleja que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes que realizaron ejercicios de espiraciones con presión positiva espiratoria y los que efectuaron ejercicios de respiración profunda. Los resultados muestran que no disminuyeron las complicaciones pulmonares ni los días de estancia hospitalaria. En la misma línea, Orman y Westerdahl¹⁰ no obtienen beneficios en pacientes sometidos a cirugía abdominal y torácica.

En cuanto a los dispositivos oscilatorios, tienen características similares a los anteriores, pero gracias a la generación de un flujo oscilante que actúa en las propiedades de las secreciones favorecen el drenaje bronquial^{30,46}.

Lee et al.⁶³, en una revisión sistemática en pacientes con bronquiectasias, no justifican el uso de los mismos a largo

plazo pese a los efectos positivos que describen (aumento expectoración, evita el colapso pulmonar, mejora el flujo espiratorio en pacientes con bronquiectasias y reduce el grado de hiperinsuflación pulmonar). Por contra, Figueiredo et al.⁶⁴ encuentran que el uso de un dispositivo oscilatorio concreto usado en pacientes con bronquiectasias y con una producción de moco de 25 ml diarios mejora la permeabilidad de la vía aérea y disminuye las resistencias pulmonares.

Ventilación mecánica no invasiva

Se refiere al aporte de ventilación mecánica a los pulmones utilizando técnicas que no requieren una vía aérea endotraqueal⁶⁵.

Se ha descrito una reducción de las complicaciones pulmonares, de la morbimortalidad, los costes y el tiempo de estancia hospitalaria con el uso de la presión positiva continua en el postoperatorio de la cirugía vascular⁵, torácica^{5,21,66,67}, abdominal^{2,5,10} y cardíaca¹⁸. Se obtienen los mismos resultados en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria hipercápnica en pacientes ancianos con exacerbación aguda de su EPOC⁶⁸, y en pacientes con fibrosis quística, está descrito que disminuye el trabajo de los músculos inspiratorios⁶⁹. También es beneficioso en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda postoperatoria⁶⁶, previene la fatiga muscular postoperatoria¹⁸ y reduce el riesgo de intubación endotraqueal^{5,68}. Además, incrementa la oxigenación^{5,47,66,67}, mejora los beneficios de la rehabilitación pulmonar^{47,66}, reexpande los alvéolos colapsados⁷⁰, disminuye la disnea y aumenta la tolerancia al ejercicio^{30,32,67,71}, incrementa significativamente la fuerza de los músculos respiratorios⁷¹ y no produce cambios significativos en la hemodinámica del paciente^{47,66}.

En la revisión de Rodríguez et al.⁹ se evidencia una mejora significativa en los parámetros de la función pulmonar, en la gasometría arterial y una estancia hospitalaria más corta, en los pacientes que realizan FR con VMNI frente a los que realizan FR estándar (ISI y tos), tras una cirugía de resección pulmonar. Freitas et al.⁶⁰ obtuvieron el mismo resultado en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Como efectos negativos, el uso de la VMNI produce mal-estar y abrasiones en la piel en relación con la interface, e incomodidad por el ruido del dispositivo⁶⁷.

Ejercicios de fisioterapia respiratoria para pacientes sometidos a ventilación mecánica invasiva

En la literatura revisada se encuentran diferentes métodos de FR dirigidos al paciente intubado. Se destaca: la hiperinsuflación, la aspiración de secreciones, el drenaje postural, la percusión, vibración y compresión. A continuación, se detalla cada uno de los ejercicios.

Hiperinsuflación

Los pacientes sometidos a ventilación mecánica, frecuentemente sedados y con restricción física, tienen una disminución del transporte mucociliar con la consecuente retención de secreciones. La hiperinsuflación pretende imitar

los movimientos de la tos y desplazar las secreciones hacia la vía aérea superior^{72,73}. Es por ello ampliamente utilizada en pacientes intubados como método de FR^{7,73-76}. Se puede realizar con el ventilador o de forma manual^{75,77-79}.

La hiperinsuflación manual (HM) previene atelectasias y reexpande los alvéolos colapsados^{8,49,73,74,76,78,80-82}, mejora la oxigenación^{8,49,73,78,81-83}, aumenta la compliance^{8,16,49,73,78,81,83} y la distensibilidad pulmonar^{8,82}, favorece el movimiento de secreciones de la vía aérea^{16,49,76,78,81,82} y facilita el destete^{8,73,74,82}. Diversos autores obtienen similares beneficios realizando la hiperinsuflación con el ventilador^{77,78,75}. Sin embargo, en pacientes con altos requerimientos de PEEP está indicada la hiperinsuflación con el ventilador porque la pérdida de esta produce efectos negativos en el paciente^{77-79,84}.

Existe discrepancia en cuanto a los efectos adversos que produce la HM. Algunos autores reflejan la ausencia de los mismos^{78,80,84}. Otros, en cambio, describen disminución del índice cardíaco o aumento de la presión intracraneal^{49,73,74,85,86}. En todos los casos, la HM está justificada si se realiza correctamente. Varios autores destacan que si la técnica no se realiza adecuadamente el número de complicaciones aumenta^{87,88}.

Aspiración de secreciones

Su objetivo es eliminar las secreciones de la vía aérea central y estimular la tos^{49,74}.

Se considera una medida con alto nivel de evidencia para la prevención de neumonía asociada a ventilación mecánica^{17,22}. Choi et al.¹⁶ encuentran que la aspiración de secreciones por sí sola no produce efectos adversos en estos pacientes, por lo que puede ser utilizada con seguridad. Por contra, otros autores describen efectos negativos como hipoxemia, inestabilidad hemodinámica, erosión traqueobronquial, hemorragia y aumento de presión intracraneal^{49,89}. Sin embargo, estas complicaciones se reducen con sedación^{49,89} y preoxigenación^{36,49}. En pacientes con altos requerimientos de PEEP y FiO₂, la aspiración de secreciones se realizará a través de un dispositivo de aspiración en línea o cerrado, para evitar la desconexión del ventilador^{33,79}. En todos los casos, la aspiración está recomendada.

Drenaje postural

No existen diferencias en cuanto a la técnica, objetivo, beneficios e inconvenientes en la realización del drenaje postural, entre los pacientes con VMI y los pacientes en respiración espontánea.

Percusión, vibración y compresión

No se ha encontrado evidencia de que la percusión por sí sola produzca cambios en la función pulmonar en los pacientes intubados⁷⁶. Del mismo modo, tampoco se ha descrito mejoría en la eliminación de secreciones^{8,23}. Por contra, se han evidenciado efectos negativos como dolor, ansiedad, atelectasias y aumento del consumo de oxígeno⁸⁸.

Con relación a la vibración y la compresión manual, no se han encontrado artículos que estudien estas técnicas de forma aislada, pero de manera combinada pueden ser útiles para ayudar a movilizar y eliminar secreciones^{8,90}.

Discusión

En cuanto al paciente en respiración espontánea, se encuentra clara evidencia de la eficacia de la VMNI como método de FR en pacientes posquirúrgicos o con patología respiratoria^{2,5,9,10,21,66,67}. Sin embargo, la evidencia de la eficacia de otros métodos de FR de forma aislada (tos, vibración, percusión, drenaje postural, técnicas de expansión pulmonar y sistemas oscilatorios y no oscilatorios) es más limitada.

La ISI es un método ampliamente utilizado en el que existe mucha controversia. Esto puede deberse a la dificultad para realizar estudios controlados y confirmar su beneficio en la prevención de complicaciones o en la disminución de días de estancia hospitalaria.

En cuanto al paciente intubado, se encuentra que la hiperinsuflación es claramente eficaz para mejorar la capacidad pulmonar y disminuir las complicaciones respiratorias. Del mismo modo, la aspiración se ha visto eficaz en la disminución de secreciones y en la prevención de neumonía asociada a ventilación mecánica. No ocurre lo mismo con el resto de los métodos de FR de forma aislada.

Cabe destacar que la eficacia de los diferentes métodos de FR aumenta cuando su uso se hace de manera conjunta. Nici et al.³² describen que la tos junto con la VMNI es más efectivo que toser solamente. Del mismo modo, la ISI combinada con la presión positiva al final de la espiración es más eficaz^{5,13}. Además, la combinación del drenaje postural con percusión y espiración forzada mejora el aclaramiento mucoso en pacientes con EPOC y bronquiectasias³², y la asociación del drenaje postural con vibración y percusión mejora la capacidad vital forzada, la oxigenación arterial y la tolerancia al ejercicio entre otros aspectos⁹¹. Syed et al.³⁸ reflejan que la percusión, el drenaje postural, la tos y la respiración diafragmática de manera combinada son eficaces para la eliminación de secreciones en pacientes con bronquiectasias. En la misma línea, las técnicas de vibración asociadas a una terapia multimodal mejoran la capacidad funcional⁹². En el paciente intubado, la asociación de varias técnicas ha demostrado efectos beneficiosos. La HM junto con la aspiración de secreciones favorece un mayor reclutamiento alveolar, reduce la resistencia en la vía aérea y mejora la compliance pulmonar^{16,27,36}. Asimismo, la combinación de ambas con el drenaje postural y el decúbito lateral disminuye la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica en pacientes intubados más de 7 días^{16,27,73}. Este mismo resultado lo obtiene Ntoumenopoulos et al.¹⁷, combinando el drenaje postural con vibración y aspiración de secreciones. De igual forma, Berti et al.⁷⁶ afirman que la asociación de técnicas, como la percusión, la HM acompañada de compresión del tórax en la espiración y la aspiración de secreciones, mejora de forma significativa el destete de la VMI, disminuye la estancia en la UCI y el alcance de la lesión pulmonar. Pattanshetty et al.⁹⁰ asocian HM, vibración, aspiración y posición semifowler mejorando el proceso de destete y disminuyendo la mortalidad. Cork et al.⁹³ describen que la posición semifowler, la hiperinsuflación con el ventilador, la vibración y la aspiración en línea mejoran la radiografía de tórax y la distensibilidad pulmonar en pacientes portadores

de una membrana de oxigenación extracorpórea. Aunque se han descrito efectos adversos como el aumento del consumo de oxígeno y la producción de CO₂, la combinación de técnicas en el paciente sometido a VMI se sigue recomendando⁷⁸.

Por otro lado, la mayoría de los artículos revisados reflejan la importancia de acompañar la FR con un programa de movilización temprana^{9,16,17,19,21,24,35,37,94}. Los efectos beneficiosos que describen son incremento de la saturación de oxígeno y reducción de la estancia hospitalaria entre otros¹². Además, Morano et al.³⁴ encuentran mejoras en la capacidad inspiratoria máxima, disminución en la incidencia de complicaciones postoperatorias y en los días de estancia hospitalaria, y Stiller²⁷ en una revisión sistemática recoge que incrementa las tasas de éxito del destete del respirador. Igualmente Wong⁹⁵ obtiene beneficios en la oxigenación arterial y en la radiografía pudiendo prevenir la intubación endotraqueal y la ventilación mecánica.

Como en todos los cuidados enfermeros, la elección de ejercicios tanto en el paciente intubado como en el no intubado debe realizarse atendiendo a las características individuales y sin perder de vista el objetivo a conseguir^{3,7,33,36}. El éxito de la FR depende además de otros factores como el dolor, la nutrición y la capacidad funcional. Está descrito que la realización de inspiraciones profundas y toser eficazmente puede estar limitado por el dolor, afectando la expansión pulmonar y aumentando el riesgo de atelectasias^{1,5}.

Para ello, el papel de la enfermera es fundamental. Esto exige una adecuada formación para asegurar la adherencia al tratamiento del paciente y prevenir complicaciones^{94,96}. Por ejemplo, Hassanzadeh et al.⁹⁷ destacan que una de las causas por las que no se encuentren beneficios asociados al uso de la ISI puede ser la falta de adhesión al tratamiento. En el paciente intubado, cuando la técnica de HM no se realiza correctamente, se desencadenan alteraciones hemodinámicas^{73,98-100}. En esta misma línea Paulus et al.⁷² observan la baja tasa de complicaciones asociadas a la HM cuando esta es realizada por enfermeras experimentadas.

Todo ello hace necesario el desarrollo de guías de actuación y protocolos con el objetivo de unificar criterios y prevenir complicaciones^{33,101}.

Una de las limitaciones de esta revisión ha sido la escasez de artículos que describen la FR en pacientes ingresados en UCI en respiración espontánea. Asimismo, muchos de los artículos encontrados hacen referencia a pacientes crónicos en programas de rehabilitación pulmonar. Además, la evidencia sobre cómo se deben combinar las terapias es escasa y no incluye todos los tipos de ejercicios.

Conclusiones

Con relación al paciente en respiración espontánea, la bibliografía refleja que la VMNI es eficaz para prevenir complicaciones y mejorar la función pulmonar. Sin embargo, para el resto de las técnicas la evidencia es controvertida. Serían recomendables futuras investigaciones que estudien estos ejercicios.

En el paciente intubado, la técnica de HM presenta un claro beneficio siendo el mejor método de FR.

En ambos grupos de pacientes, la terapia combinada es la que presenta mejores resultados.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Goldstein GH, Iloreta AM, Ojo B, Malkin BD. Incentive spirometry for the tracheostomy patient. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;147:1065-8.
2. Carvalho CR, Paisani DM, Lunardi AC. Incentive spirometry in major surgeries: A systematic review. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15:343-50.
3. Harton SC, Grap MJ, Savage L, Elswick RK. Frequency and predictors of return to incentive spirometry volume baseline after cardiac surgery. *Prog Cardiovasc Nurs.* 2007;22:7-12.
4. Guimarães MM, El Dib R, Smith AF, Matos D. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;8:CD006058.
5. Tzani P, Chetta A, Olivieri D. Patient assessment and prevention of pulmonary side-effects in surgery. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2011;24:2-7.
6. Overend TJ, Anderson CM, Lucy SD, Bhatia C, Jonsson BI, Timmermans C. The effect of incentive spirometry on postoperative pulmonary complications: A systematic review. *Chest.* 2001;120:971-8.
7. Gómez ML, González V, Olguin G, Rodríguez H. Manejo de secreciones en el paciente crítico. *Enferm Intensiva.* 2010;21:74-82.
8. Cline E, Ambrosino N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respir Med.* 2005;99:1096-104.
9. Rodríguez A, Lascrain I, Abecia LC, Seco J. Perioperative physiotherapy in patients undergoing lung cancer resection. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2014;19:269-81.
10. Orman J, Westerdahl E. Chest physiotherapy with positive expiratory pressure breathing after abdominal and thoracic surgery: A systematic review. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2010;54:261-7.
11. DoNascimento Junior P, Módolo NSP, Andrade S, Guimarães MM, Braz LG, El Dib R. Incentive spirometry for prevention of postoperative pulmonary complications in upper abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014. CD006058.pub3.
12. Pehlivan E, Turna A, Gurses A, Gurses HN. The effects of preoperative short-term intense physical therapy in lung cancer patients: A randomized controlled trial. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;17:461-8.
13. Ferreira GM, Haefner MP, Barreto SS, Dall'Ágo P. Espirometría incentivada con presión positiva espiratoria es beneficiosa después de la revascularización del miocardio. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94:233-8.
14. Yamaguti WPS, Sakamoto ET, Panazzolo D, Peixoto CDc, Cerri GG, Albuquerque ALP. Diaphragmatic mobility in healthy subjects during incentive spirometry with a flow-oriented device with a volumen-oriented device. *J Bras Pneumol.* 2010;36:738-45.
15. Kempainen RR, Benditt JO. Evaluation and management of patients with pulmonary disease before thoracic and cardiovascular surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2001;13:105-15.
16. Choi JS, Jones AY. Effects of manual hyperinflation and suctioning in respiratory mechanics in mechanically ventilated

- patients with ventilator-associated pneumonia. *Aust J Physiother.* 2005;51:25–30.
17. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholm M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2002;28:850–6.
 18. Romanini W, Muller AP, Carvalho KA, Olandoski M, Faria-Neto JR, Mendes FL, et al. The effects of intermittent positive pressure and incentive spirometry in the postoperative of myocardial revascularization. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89:94–9.
 19. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB, Houri Neto M. Comparison between deep breathing exercises and incentive spirometry after CABG surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24:165–72.
 20. Westwood K, Griffin M, Roberts K, Williams M, Yoong K, Digger T. Incentive spirometry decreases respiratory complications following major abdominal surgery. *Surgeon.* 2007;5:339–42.
 21. Ludwig C, Angenendt S, Martins R, Mayer V, Stoelben E. Intermittent positive-pressure breathing after lung surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2011;19:10–3.
 22. Sociedad Española de Medicina Intensiva y Sociedad Española de Enfermería Intensiva y Unidades Coronarias. Proyecto Prevención Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica. Informe 2011 [consultado Sept 2016]. Disponible en: http://www.semicyuc.org/sites/default/files/protocolo_nzero.pdf
 23. Valenza-Demet G, Valenza MC, Cabrera-Martos I, Torres-Sánchez I, Revelles-Moyano F. The effects of a physiotherapy programme on patients with a pleural effusion: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2014;28:1087–95.
 24. Reeve JC, Nicol K, Stiller K, McPherson KM, Birch P, Gordon IR, et al. Does physiotherapy reduce the incidence of postoperative pulmonary complications following pulmonary resection via open thoracotomy? A preliminary randomised single-blind clinical trial. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37:1158–66.
 25. Chicayban LM, Zin WA, Guimaraes FS. Can the flutter valve improve respiratory mechanics and sputum production in mechanically ventilated patients? A randomized crossover trial. *Heart Lung.* 2011;40:545–53.
 26. Pasquina P, Tramèr MR, Granier JM, Walder B. Respiratory physiotherapy to prevent pulmonary complications after abdominal surgery: A systematic review. *Chest.* 2006;130:1887–99.
 27. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: An updated systematic review. *Chest.* 2013;144:825–47.
 28. Miranda G, Gómez A, Pleguezuelos E, Capellas L. Rehabilitación respiratoria en España. Encuesta SORECAR. *Rehabilitación.* 2011;45:247–55.
 29. Güell MR, Díez JL, Sanchis J. Rehabilitación respiratoria y fisioterapia respiratoria. Un buen momento para su impulso. *Arch Bronconeumol.* 2008;44:35–40.
 30. Güell MR, Díaz S, Rodríguez G, Morante F, San Miguel M, Cejudo P, et al. Rehabilitación respiratoria. *Arch Bronconeumol.* 2014;50:332–44.
 31. Ries AL, Bauldoff GS, Carling BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, et al. Pulmonary rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence based-clinical Practice Guidelines. *Chest.* 2007;131:45–25.
 32. Nici L, Donner C, Wouters E, Zuwallack R, Ambrosino N, Bourbeau J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173:1390–413.
 33. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: Recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2008;34:1188–99.
 34. Morano MT, Araujo AS, Nascimento FB, da Silva GF, Mesquita R, Pinto JS, et al. Preoperative pulmonary rehabilitation versus chest physical therapy in patients undergoing lung cancer resection: A pilot randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013;94:53–8.
 35. Agostini P, Naidu B, Cieslik H, Steyn R, Rajesh PB, Bishay E, et al. Effectiveness of incentive spirometry in patients following thoracotomy and lung resection including those at high risk for developing pulmonary complications. *Thorax.* 2013;68:580–5.
 36. López JA, Morant P. Fisioterapia respiratoria: indicaciones y técnica. *An Pediatr Contin.* 2004;2:303–6.
 37. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2013;188:13–64.
 38. Syed N, Maiya AG, Kumar S. Active Cycles of Breathing Technique (ACBT) versus conventional chest physical therapy on airway clearance in bronchiectasis. A crossover trial. *Adv Physiother.* 2009;11:193–8.
 39. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: A randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:757–63.
 40. Lin SJ, McElfresh J, Hall B, Bloom R, Farrell K. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: A systematic review. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2012;23:29–36.
 41. Klefbeck B, Lagerstrand L, Mattsson E. Inspiratory muscle training in patients with prior polio who use part-time assisted ventilation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81:1065–71.
 42. Lin WC, Yuan SC, Chien JY, Weng SC, Chou MC, Kuo HW. The effects of respiratory training for chronic obstructive pulmonary disease patients: A randomised clinical trial. *J Clin Nurs.* 2012;21(19–20):2870–8.
 43. Mark D, Ikehara C, Matsuura C, Hara K, Li D. Validating the impact of teaching pursed-lips breathing with skype. *JHPN.* 2013;15:424–34.
 44. Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24:240–50.
 45. Kyo Chul S, Hyun Min L, Hyeon Ae K. The effects of combination of inspiratory diaphragm exercise and expiratory pursed-lip breathing exercise on pulmonary functions of stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2013;25:241–4.
 46. Martí JD, Vendrell M. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. En: Martí JD, Vendrell M, editores. *Manual Separ de Procedimientos. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto.* Barcelona: Editorial Respira; 2013. p. 7–96.
 47. Chatwin M, Simonds AK. The addition of mechanical insufflation/exsufflation shortens airway-clearance sessions in neuromuscular patients with chest infection. *Respir Care.* 2009;54:1473–9.
 48. De Chamoy SB, Eales CJ. The role of prophylactic chest physiotherapy after cardiac valvular surgery: Is there one? *S Afr J Physiother.* 2000;56:24–8.
 49. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: Towards an evidence-based practice. *Chest.* 2000;118:1801–13.
 50. Park H, Park J, Woo SY, Yi YH, Kim K. Effect of high-frequency chest wall oscillation on pulmonary function after pulmonary lobectomy for non-small cell lung cancer. *Crit Care Med.* 2012;40:2583–9.
 51. Hess DR. The evidence for secretion clearance techniques. *Respir Care.* 2001;46:1276–92.
 52. Guimaraes FS, Zin WA. Thoracic percussion yields reversible mechanical changes in healthy subjects. *Eur J App Physiol.* 2008;104:601–7.

53. Bellone A, Lascioli R, Raschi S, Guzzi L, Adone R. Chest physical therapy in patients with acute exacerbation of chronic bronchitis: Effectiveness of three methods. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81:558–60.
54. Button B, Boucher RC. Role of mechanical stress in regulating airway surface hydration and mucus clearance rates. *Respir Physiol Neurobiol*. 2008;163:189–201.
55. Basoglu OK, Atasever A, Bacakoglu F. The efficacy of incentive spirometry in patients with COPD. *Respirology*. 2005;10:349–53.
56. Rollins KE, Aggarwal S, Fletcher A, Knight A, Rigg K, Williams AR, et al. Impact of early incentive spirometry in an enhanced recovery program after laparoscopic donor nephrectomy. *Transplant Proc*. 2013;45:1351–3.
57. Crisafulli E, Venturelli E, Siscaro G, Florini F, Papetti A, Lugli D, et al. Respiratory muscle training in patients recovering recent open cardiothoracic surgery: A randomized-controlled trial. *Biomed Res Int*. 2013;2013:1–7.
58. Gosselink R, Schrever K, Cops P, Witvrouwen H, de Leyn P, Troosters T, et al. Incentive spirometry does not enhance recovery after thoracic surgery. *Crit Care Med*. 2000;28:679–83.
59. Lunardi AC, Paisani DM, Marques da Silva CC, Cano DP, Tanaka C, Carvalho CR. Comparison of lung expansion techniques on thoracoabdominal mechanics and incidence of pulmonary complications after upper abdominal surgery: A randomized and controlled trial. *Chest*. 2015;148:1003–10.
60. Freitas ER, Soares BG, Cardoso JR, Atallah AN. Incentive spirometry for preventing pulmonary complications after coronary artery bypass graft. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012:CD004466.
61. Roth EJ, Stenson KW, Powley S, Oken J, Primack S, Nussbaum SB, et al. Expiratory muscle training in spinal cord injury: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010;91:857–61.
62. Darbee JC, Ohtake PJ, Grant BJ, Cerny FJ. Physiologic evidence for the efficacy of positive expiratory pressure as an airway clearance technique in patients with cystic fibrosis. *Phys Ther*. 2004;84:524–37.
63. Lee AL, Burge A, Holland AE. Airway clearance techniques for bronchiectasis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015:CD008351.
64. Figueiredo PH, Zin WA, Guimarães FS. Flutter valves improves respiratory mechanics and sputum production in patients with bronchiectasis. *Physiother Res Int*. 2012;17:12–20.
65. Masip J. Non-invasive ventilation. *Heart Fail Rev*. 2007;12:119–24.
66. Freynet A, Falcoz PE. Does non-invasive ventilation associated with chest physiotherapy improve outcome after lung resection? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008;7:1152–4.
67. Nery FP, Lopes AJ, Domingos DN, Cunha RF, Peixoto MG, Higa C, et al. CPAP increases 6-minute walk distance after lung resection surgery. *Respir Care*. 2012;57:363–9.
68. Balami JS, Packham SM, Gosney MA. Non-invasive ventilation for respiratory failure due to acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in older patients. *Age Ageing*. 2006;35:75–9.
69. Placidi G, Cornacchia M, Polese G, Zanolla L, Assael BM, Braggion C. Chest physiotherapy with positive airway pressure: A pilot study of short-term effects on sputum clearance in patients with cystic fibrosis and severe airway obstruction. *Respir Care*. 2006;51:1145–53.
70. Al-Mutairi FH, Fallows SJ, Abukhudair WA, Islam BB, Morris MM. Difference between continuous positive airway pressure via mask therapy and incentive spirometry to treat or prevent post-surgical atelectasis. *Saudi Med J*. 2012;33:1190–5.
71. Costa D, Toledo A, Silva AB, Sampaio LM. Influence of noninvasive ventilation by BiPAP on exercise tolerance and respiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease patients (COPD). *Rev Lat Am Enfermagem*. 2006;14:378–82.
72. Paulus F, Veelo DP, de Nijs SB, Beenen LF, Bresser P, de Mol BA, et al. Manual hyperinflation partly prevents reductions of functional residual capacity in cardiac surgical patients - a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2011;15:R187.
73. Hodgson C, Denehy L, Ntoumenopoulos G, Santamaria J, Carroll S. An investigation of the early effects of manual lung hyperinflation in critically ill patients. *Anaesth Intensive Care*. 2000;28:255–61.
74. Jellema WT, Groeneveld AB, van Goudoever J, Wesseling KH, Westerhof N, Lubbers MJ, et al. Hemodynamic effects of intermittent manual lung hyperinflation in patients with septic shock. *Heart Lung*. 2000;29:356–66.
75. Berney S, Denehy L. A comparison of the effects of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance and sputum production in intubated and ventilated intensive care patients. *Physiother Res Int*. 2002;7:100–8.
76. Berti JS, Tonon E, Ronchi CF, Berti HW, Stefano LM, Gut AL, et al. Manual hyperinflation combined with expiratory rib cage compression for reduction of length of ICU stay in critically ill patients on mechanical ventilation. *J Bras Pneumol*. 2012;38:477–86.
77. Ahmed F, Shafeeq AM, Moiz JA, Geelani MA. Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement. *Heart Lung*. 2010;39:437–43.
78. Savian C, Paratz J, Davies A. Comparison of the effectiveness of manual and ventilator hyperinflation at different levels of positive end-expiratory pressure in artificially ventilated and intubated intensive care patients. *Heart Lung*. 2006;35:334–41.
79. Savian C, Chan P, Paratz J. The effect of positive end-expiratory pressure level on peak expiratory flow during manual hyperinflation. *Anesth Analg*. 2005;100:1112–6.
80. Maa SH, Hung TJ, Hsu KH, Hsieh YI, Wang KY, Wang CH, et al. Manual hyperinflation improves alveolar recruitment in difficult-to-wean patients. *Chest*. 2005;128:2714–21.
81. De Godoy AC, Yokota C de O, Araujo II, de Freitas MI. Can manual hyperinflation maneuvers cause aspiration of oropharyngeal secretions in patients under mechanical ventilation? *Rev Bras Anesthesiol*. 2011;61:556–60.
82. Blattner C, Guaragna JC, Saadi E. Oxygenation and static compliance is improved immediately after early manual hyperinflation following myocardial revascularisation: A randomised controlled trial. *Aust J Physiother*. 2008;54:173–8.
83. Patman S, Jenkins S, Stiller K. Manual hyperinflation-effects on respiratory parameters. *Physiother Res Int*. 2000;5:157–71.
84. Genc A, Akan M, Gunerli A. Respiratory and hemodynamic effects of manual hyperinflation in mechanically ventilated critically ill patients. *Chest*. 2009;19:1182–7.
85. Paratz J, Lipman J, McAluffe M. Effect of manual hyperinflation on hemodynamics, gas exchange and respiratory mechanics in ventilated patients. *J Intensive Care Med*. 2002;17:317–24.
86. Berney S, Denehy L. The effect of physiotherapy treatment on oxygen consumption and haemodynamics in patients who are critically ill. *Aust J Physiother*. 2003;49:99–105.
87. Paulus F, Binnekade JM, Middelhoeck P, Schultz MJ, Vroom MB. Manual hyperinflation of intubated and mechanically ventilated patients in Dutch intensive care units—a survey into current practice and knowledge. *Intensive Crit Care Nurs*. 2009;25:199–207.
88. Makhbah DN, Ambrosino N. Airway clearance in the intensive care unit. *EMJ Respir*. 2013;1:135–9.

89. Cerqueira Neto MLD, Moura AV, Cerqueira TCF, Aquim EE, Rea-Neto A, Oliveira MC, et al. Acute effects of physiotherapeutic respiratory maneuvers in critically ill patients with craniocerebral trauma. *Clinics*. 2013;68:1210–4.
90. Pattanshetty RB, Gaude GS. Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial. *Indian J Crit Care Med*. 2010;14:70–6.
91. Savci S, Ince DI, Arıkan H. A comparison of autogenic drainage and the active cycle of breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary diseases. *J Cardiopulm Rehabil*. 2000;20:37–43.
92. Gloeckl R, Heinzelmann I, Baeuerle S, Damm E, Schwedhelm AL, Diril M, et al. Effects of whole body vibration in patients with chronic obstructive pulmonary disease—a randomized controlled trial. *Respir Med*. 2012;106:75–83.
93. Cork G, Barrett N, Ntoumenopoulos G. Justification for chest physiotherapy during ultra-protective lung ventilation and extra-corporeal membrane oxygenation: A case study. *Physiother Res Int*. 2014;19:126–8.
94. Kyung KA, Chin PA. The effect of a pulmonary rehabilitation programme on older patients with chronic pulmonary disease. *J Clin Nurs*. 2008;17:118–25.
95. Wong WP. Physical therapy for a patient in acute respiratory failure. *Phys Ther*. 2000;80:662–70.
96. Newton TJ. Respiratory care of the hospitalized patient with cystic fibrosis. *Respir Care*. 2009;54:769–76.
97. Hassanzadeh H, Jain A, Tan EW, Stein BE, Stewart NN, van Hoy ML, et al. Postoperative incentive spirometry use. *Orthopedics*. 2012;35:927–31.
98. Paulus F, Binnekade JM, Middelhoek P, Vroom MB, Schultz MJ. Performance of manual hyperinflation: A skills lab study among trained intensive care unit nurses. *Med Sci Monit*. 2009;15:418–22.
99. Makhbah DN, Martino F, Ambrosino N. Peri-operative physiotherapy. *Multidiscip Respir Med*. 2013;8:4–13.
100. Redfern J, Ellis E, Holmes W. The use of a pressure manometer enhances student physiotherapists' performance during manual hyperinflation. *Aust J Physiother*. 2001;47:121–31.
101. Ozalevli S, Ilgin D, Kul Karaali H, Bulac S, Akkoçlu A. The effect of in-patient chest physiotherapy in lung cancer patients. *Support Care Cancer*. 2010;18:351–8.