

# GUÍA DE TÉCNICAS KINÉSICAS MANUALES RESPIRATORIAS DE PERMEABILIZACIÓN BRONQUIAL

RICARDO ARRIAGADA,  
GONZALO REYES,  
CARLOS CAVADA,  
DANIEL ARELLANO,  
KAREN ROULIEZ.

Los Documentos de Trabajo son una publicación del Centro de Investigación en Educación Superior (CIES) de la Universidad San Sebastián que divulgan los trabajos de investigación en docencia y en políticas públicas realizados por académicos y profesionales de la universidad o solicitados a terceros.

El objetivo de la serie es contribuir al debate de temáticas relevantes de las políticas públicas de educación superior y de nuevos enfoques en el análisis de estrategias, innovaciones y resultados en la docencia universitaria. La difusión de estos documentos contribuye a la divulgación de las investigaciones y al intercambio de ideas de carácter preliminar para discusión y debate académico.



**En caso de citar esta obra:**

Arriagada, R., Reyes, G., Cavada, C., Arellano, D., y Rouliez, K.,(2018). Guía de Técnicas Kinésicas Manuales Respiratorias de Permeabilización Bronquial. Serie Creación n°52. Facultad de Ciencias de la Salud: Escuela de Kinesiología. Centro de Investigación en Educación Superior CIES - USS; Santiago.

## SERIE CREACIÓN

---

### DOCUMENTO DE TRABAJO N°52

Guía de Técnicas Kinésicas Manuales Respiratorias de  
Permeabilización Bronquial.

Ricardo Arriagada, Gonzalo Reyes,

Carlos Cavada, Daniel Arellano, Karen Rouliez.



UNIVERSIDAD  
SAN SEBASTIAN

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

MATERIAL DOCENTE 2018

KINESIOLOGÍA CARDIORRESPIRATORIA

**Guía de Técnicas Kinésicas Manuales Respiratorias de  
Permeabilización Bronquial.**

**Autores:**

**Klgo. Ricardo Arriagada Garrido.**

**Klgo. Gonzalo Reyes Jara.**

**Klgo. Carlos Cavada.**

## Klgo. Daniel Arellano S.

### Índice:

|   |    |
|---|----|
| Resumen                                   | 4  |
| Introducción                              | 4  |
| Técnicas Espiratorias Lentas              | 6  |
| Espiración Lenta Total con Glotis Abierta | 6  |
| Objetivo                                  | 6  |
| Indicaciones                              | 6  |
| Contraindicaciones                        | 7  |
| Descripción de la técnica                 | 7  |
| Realización de la técnica                 | 7  |
| Drenaje Autógeno                          | 8  |
| Fundamentos                               | 8  |
| Fases del Drenaje Autógeno                | 9  |
| Objetivo                                  | 10 |
| Indicaciones                              | 10 |
| Contraindicaciones                        | 11 |
| Realización de la técnica                 | 11 |
| Técnicas Espiratorias Forzadas            | 12 |
| Técnica de Espiración Forzada             | 12 |
| Indicaciones                              | 13 |

|   |    |
|---|----|
| Contraindicaciones  | 14 |
| Realización de la técnica                                     | 14 |
| Tos   | 15 |
| Evaluación de la tos  | 16 |
| Objetivo  | 16 |
| Indicaciones  | 16 |
| Contraindicaciones  | 16 |
| Realización de la técnica                                     | 17 |
| Tos Dirigida  | 18 |
| Tos Asistida  | 19 |
| Técnicas de Choque para el Drenaje de Secreciones Bronquiales | 20 |
| Percusión   | 20 |
| Objetivo  | 20 |
| Indicaciones  | 20 |
| Contraindicaciones  | 20 |
| Realización de la técnica                                     | 20 |
| Vibración   | 21 |
| Mecanismo de acción   | 23 |
| Realización de la técnica                                     | 28 |
| Drenaje Postural  | 31 |
| Objetivo  | 31 |
| Indicaciones  | 32 |
| Contraindicaciones  | 32 |

|   |    |
|---|----|
| Realización de la técnica _____   | 32 |
| Tabla de Resumen de las Técnicas Kinésicas Manuales Respiratorias de Permeabilización Bronquial _____ | 37 |
| Conclusiones _____  | 38 |
| Bibliografía _____  | 39 |

### **Resumen:**

Dentro de las herramientas terapéuticas con las que cuenta actualmente el kinesiólogo del área cardiorrespiratoria, se encuentran las técnicas kinésicas respiratorias de permeabilización bronquial. El objetivo que tienen en común este conjunto de técnicas, se relaciona con favorecer el aclaramiento mucociliar y movilizar las secreciones bronquiales. En la presente guía se indican las bases físicas, los objetivos, indicaciones y contraindicaciones para su aplicación en pacientes que cursen con disfunciones obstructivas principalmente.

### **Introducción:**

Las disfunciones respiratorias obstructivas son una de las causas más frecuentes de consulta en el área respiratoria, tanto a nivel ambulatorio como hospitalario. Es por ello que existen diversas técnicas kinesiológicas tanto manuales como instrumentales para el tratamiento de las mismas. La elección de una o más técnicas se relaciona con las alteraciones que presenta el paciente, las que son pesquisadas al momento de la evaluación.

En la aplicación de la o las técnicas, es importante tener en cuenta el nivel de cooperación del paciente, el manejo que tenga el kinesiólogo al momento de aplicarla y el objetivo que se busque cumplir. Es por estos que existen variados objetivos, entre los que se encuentran:

- Mejorar la ventilación pulmonar global y / o regional.
- Mejorar la distensibilidad tóraco-pulmonar.
- Reducir la resistencia de la vía aérea.
- Reducir el trabajo ventilatorio.
- Optimizar la higiene del bronquial.
- Mejorar la oxigenación. (1)

Es importante destacar, que la disfunción obstructiva puede ser tanto causa como consecuencia de una alteración restrictiva, y viceversa.

A partir del año 1953, se encuentra descrita en la literatura el uso de técnicas kinésicas manuales de tratamiento respiratorios utilizadas principalmente en pacientes en fase post-operatoria (2). Posteriormente en el año 1994 se realiza el “I Consenso sobre la Eficacia de las Técnicas Manuales de Kinesiterapia Respiratoria para la limpieza del árbol bronquial” en la ciudad Lyon, Francia (3), donde se les otorgan una mayor validez por el grupo de expertos.

### **Técnicas Espiratorias Lentas (TEL):**

Las técnicas espiratorias lentas (TEL), surgen como respuesta al descubrimiento del movimiento anti gravitatorio de las secreciones bronquiales (4). Se consideran TEL:

- a) La espiración lenta total con glotis abierta en infra lateral (ELTGOL) (5).
- b) El drenaje autógeno (DA).

Las TEL pretenden mejorar el transporte mucociliar optimizando la interacción gas-líquido (flujo aéreo-superficie del moco). Esto se consigue, durante la fase espiratoria, gracias a una reducción parcial del calibre de la vía aérea media y un incremento en la velocidad del paso del aire a través de las secreciones bronquiales. Para asegurar un correcto transporte mucociliar, se recomienda la apertura completa de la glotis. Gracias a esto, la aplicación de las TEL, consigue



desplazar progresivamente las secreciones presentes a nivel de la vía aérea media y/o distal, hacia las generaciones bronquiales más proximales, donde las Técnicas Espiratorias Forzadas (TEF) servirán de complemento para ayudar al paciente a eliminar las secreciones del árbol bronquial.

### **Espiración Lenta Total con Glotis Abierta:**

#### **Objetivo:**

Facilitar el transporte mucociliar y a la vez de las secreciones, desde las zonas medias y/o distales del árbol bronquial hacia las proximales, actuando de forma selectiva sobre el pulmón infra lateral.

#### **Indicaciones:**

Paciente adulto, colaborador y con patología aguda/crónica que cursa con broncorrea o dificultad para expectorar. También puede ser utilizada en pacientes con bronquiectasias e hipersecreción independiente de su etiología.

#### **Contraindicaciones:**

Pacientes que cursan con:

- a) Alteración de la ventilación y/o perfusión en decúbito infra lateral.
- b) Incapacidad de adoptar/mantener la postura en decúbito lateral
- c) Episodio de hemoptisis.
- d) Inestabilidad hemodinámica.
- e) Alteración de conciencia que impida cooperación.

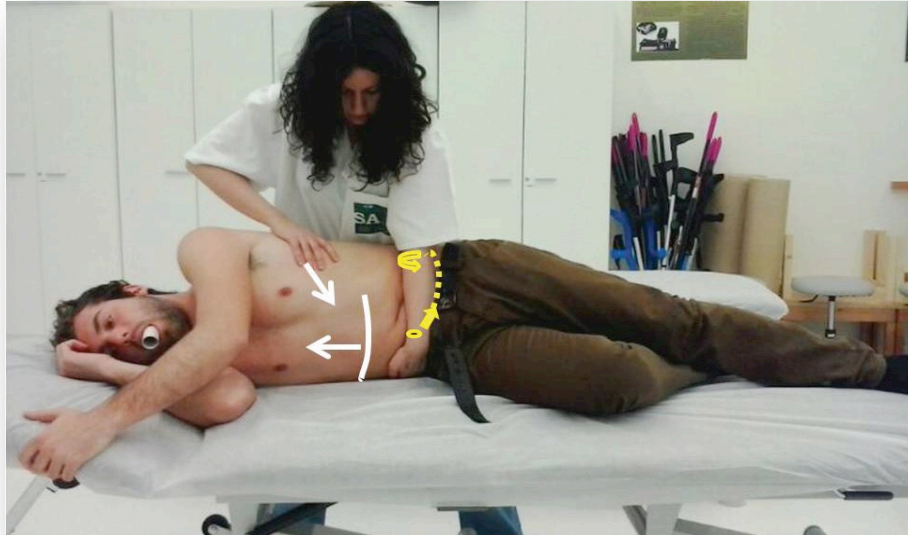
**Descripción de la técnica: (6):**

La técnica de Espiración Lenta Total con Glotis Abierta en Infra-lateral (ELTGOL) es una técnica espiratoria lenta promovida por el kinesiólogo belga Guy Postiaux. A nivel clínico, se ha constatado que la técnica ELTGOL es capaz de facilitar la expectoración de secreciones en pacientes estables con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y con bronquiectasias no asociadas a fibrosis quística (FQ), permitiendo además en ésta última, reducir el nivel de hiperinsuflación. A su vez, en pacientes con bronquitis crónica en periodo de agudización, la realización de esta técnica disminuye el grado de disnea y facilita también la expectoración (7).

**Realización de la técnica: (ver Figura 1)**

- a) Se debe posicionar al paciente en decúbito lateral con su pulmón afectado en una zona dependiente de la gravedad, con la finalidad de generar su máxima deflación.
- b) El paciente realizará espiraciones lentas y prolongadas de forma activa, intentando llegar a volumen residual.
- c) El kinesiólogo asistirá la maniobra durante la fase espiratoria

La aplicación de la ELTGOL permite el estrechamiento de la luz bronquial en el pulmón infra lateral, generando una mayor fricción de las partículas del aire sobre las secreciones bronquiales y, por tanto se favorece su desplazamiento.



**Fig. 1 Ejecución de ELTGOL (6)** *Extraído de: Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. Martí Romeu J, Vendrell Relat, M. 2013, Manual SEPAR de procedimientos.*

## **Drenaje autógeno (DA)**

### **Fundamentos del DA:**

Esta técnica fue desarrollada por primera vez en el año 1962, por el Fisioterapeuta Belga, Jean Chevallier, quien la describe como una técnica de permeabilización de la vía aérea. El fundamento se basa principalmente en dos sistemas diferentes como son el efecto del aclaramiento ciliar y el efecto propio de las fuerzas de cizallamiento inducido por el flujo de aire. (8)

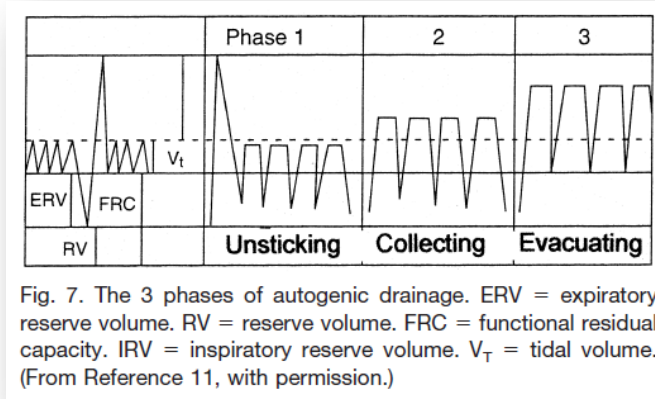
Para lograr la permeabilización bronquial es necesario modular el flujo inspiratorio y espiratorio. Las secreciones se despegan a bajo volúmenes pulmonares, se reúnen a volúmenes medios y se evacúan a altos volúmenes (9)

### **Fases del Drenaje Autógeno:** (ver Figura 2) (12)

La primera fase consiste en el despegue de las secreciones. Comienza por una inspiración lenta y profunda seguida por una espiración profunda. Al disminuir el volumen corriente medio bajo la Capacidad Residual Funcional (CRF), el nivel de volumen de cierre es alcanzado automáticamente, por lo que las secreciones de regiones pulmonares periféricas se movilizan por compresión de conductos alveolares periféricos. El volumen corriente medio disminuye hasta el nivel de Volumen de Reserva Espiratorio (VRE). El final de la inspiración es seguido de una breve apnea con glotis abierta para asegurar el llenado de todos los segmentos pulmonares, incluyendo los obstruidos, por relleno colateral. Durante la próxima espiración, la presión alveolar será el mismo en la mayoría de los segmentos pulmonares, con menor flujo de aire paradójico.

La segunda fase de recolección de las secreciones de los bronquios más grandes se logra mediante la inspiración y expiración profunda. El Volumen corriente luego se cambia gradualmente desde el VRE al Volumen de Reserva Inspiratorio (VRI) para movilizar las secreciones de las zonas apicales de los pulmones. La velocidad del flujo debe ser controlado para evitar altos picos de flujo que resultan en espasmo de los segmentos colapsables en el igual punto de presión (PIP). A mayor tiempo espiratorio, mayor será la distancia de transporte de las secreciones.

En la tercera y última fase, el paciente aumenta el flujo espiratorio, comenzando aproximadamente a la mitad de la capacidad inspiratoria de reserva, y mediante una leve tos las secreciones finalmente son evacuadas. Al final de esta fase, la modulación de flujo es esencial para evitar la tos forzada no productiva.



**Fig. 2. Fases del DA.** *Extraído de: Forced Expiratory Technique, Directed Cough and autogenic drainage. B., James. 9, 2007, Respiratory Care, Vol. 52, págs. 178-180.*

### Objetivo:

El aumento del flujo de aire a bajos volúmenes pulmonares, favorece el movimiento de secreciones desde la vía aérea periférica hasta las vías respiratorias centrales, para de esta forma mejorar la ventilación pulmonar. La ventaja de esta técnica, es que genera una menor compresión dinámica de la vía aérea, condición que reduce la tendencia al bronco-espasmo. (10) (11)

### Indicaciones:

Se realiza en pacientes adultos con patología aguda/crónica que cursa con broncorrea o dificultad para expectorar. El paciente puede ser colaborador o no, ya que se ha descrito la posibilidad de realizar la técnica de forma pasiva con el nombre de Drenaje Autógeno Asistido (DAA). Es altamente indicado en pacientes con bronquiectasias e hipersecreción (independiente de la etiología).

### Contraindicaciones:

Pacientes que cursan con:

- a) Episodio de hemoptisis grave.
- b) Inestabilidad hemodinámica.

### **Realización de la técnica:**

Debido a que objetivo principal del DA es movilizar las secreciones bronquiales al optimizar la interacción entre el flujo aéreo espiratorio y la superficie del moco, al ser mayor la velocidad del flujo espiratorio, mayor será el efecto de erosión generado sobre las secreciones bronquiales. Sin embargo, es importante evitar las espiraciones forzadas durante la realización de la técnica, ya que pueden favorecer el cierre prematuro de las vías aéreas por la creación de puntos de igual presión. Por lo tanto, las espiraciones forzadas (realizadas a alto volumen pulmonar y velocidad elevada) sólo se utilizarán para ayudar a la evacuación final de las secreciones. Se prefiere la posición del paciente en sedente, aunque puede ser también ejecutada en posición de decúbito.

### **Técnicas Espiratorias Forzadas (TEF):**

Dentro del grupo de las TEF se encuentran:

- a) La técnica de espiración forzada (TEF)
- b) La tos.

Las TEF son complementarias a las TEL ya que ambas buscan completar el drenaje de secreciones del árbol bronquial. Su objetivo es drenar las secreciones bronquiales provenientes de las vías aéreas medias y centrales (proximales) y facilitar su expulsión. Las dos técnicas comparten el mismo mecanismo fisiológico en el drenaje de secreciones, así como las indicaciones y contraindicaciones. Al realizar una Espiración Forzada, se produce un punto de igual presión en la vía aérea, la cual sufre una compresión dinámica en dirección proximal que crea un aumento del flujo espiratorio local, favoreciendo el desplazamiento de las secreciones bronquiales hacia la boca. Esta espiración forzada también contribuye a modificar las propiedades visco elásticas de las secreciones reduciendo su viscosidad (13).

### **Técnica de espiración forzada (TEF):**

La Técnica espiratoria forzada (TEF), fue descrita por primera vez en 1968 por Thompson y Thompson, un equipo de médicos y terapeutas de Nueva Zelanda que trabajaron con pacientes portadores de asma. Ellos describieron que el uso de 1 o 2 huffs de volúmenes pulmonares medios a bajos, con la glotis abierta, precedida y seguida por un período de respiración diafragmática relajada y controlada, lo que genera la movilización de las secreciones desde las vías respiratorias distales a proximales (14) (15).

El mecanismo fisiológico que justifica las técnicas de alto flujo espiratorio se describe a partir del concepto de punto de igual presión (PIP), que es el punto donde la presión dentro de las vías respiratorias es igual a la presión pleural.

Durante una maniobra espiratoria forzada hay fuerzas que tienden colapsar o comprimir las vías respiratorias bajo el PIP. Esta compresión dinámica es una parte esencial del mecanismo del Huff y la tos, en el cual el PIP se desplaza en dirección hacia los alvéolos generando una disminución del volumen pulmonar. Por otro lado, esta compresión dinámica genera un aumento del flujo espiratorio en la vía aérea, favoreciendo el desplazamiento de las secreciones bronquiales hacia la boca. El aumento del flujo espiratorio contribuye a modificar las propiedades visco-elásticas de las secreciones (16). Sin embargo, y por el propio mecanismo de acción de estas técnicas, tanto la tos como la TEF, pueden producir efectos no deseados como son el riesgo de bronco-espasmo, colapso de la vía aérea y retención de aire, si el punto de igual presión se produce en vías aéreas de pequeño calibre y, especialmente, en una vía aérea inestable. Por lo tanto, su aplicación debe ser usada con criterio ante cada caso clínico, siendo imprescindible el control y la auscultación frecuente del paciente, así como la evaluación del pico flujo de tos en pacientes con sospecha de enfermedad neuromuscular (17).

**Indicaciones:**

Pacientes con secreciones bronquiales situadas en vías aéreas medias y proximales.

**Contraindicaciones:**

Existen tanto contraindicaciones relativas como absolutas;

**Contraindicaciones Relativas:**

Pacientes que cursen con:

- a) Inestabilidad de las vías aéreas y/o con presión de retracción elástica reducida.
- b) Obstrucción grave al flujo aéreo debido a la alteración mecánica del sistema respiratorio.
- c) Debilidad muscular y/o que no sean capaces de inspirar un volumen de aire suficiente previamente al esfuerzo tusígeno, así como los que no puedan aumentar el flujo espiratorio tras contracción de la musculatura espiratoria.

**Contraindicaciones Absolutas:**

Pacientes que cursen con:

- a) Crisis de broncoespasmo.
- b) Episodios de hemoptisis o riesgo de sangrado.

**Realización de la técnica (6):**

El paciente se debe situar en sedestación si es posible. El kinesiólogo se ubicará detrás del paciente para poder colocar sus manos a nivel abdominal o costal inferior (a nivel de 7<sup>a</sup>-8<sup>a</sup> costilla). En caso de que el paciente no tolerara la



sedestación, la técnica se podría realizar en decúbito supino o con el paciente en posición semi- sentada.

El paciente debe realizar:

- a) Respiraciones a volumen corriente, con hombros relajados, a fin de evitar la activación de la musculatura accesoria. Esta fase debería durar 1 a 2 minutos.
- b) 3 a 4 respiraciones a alto volumen y que espire con los labios fruncidos y a bajo flujo.
- c) Ejecución de un nuevo ciclo de respiraciones a volumen corriente.
- d) Finalmente pedir al paciente que realice una inspiración profunda seguida de una espiración forzada, gracias a la contracción de la musculatura espiratoria, y con la glotis abierta.

El kinesiólogo asiste la maniobra de espiración forzada realizando una presión manual en la zona abdominal, al desplazar las vísceras abdominales hacia posterior y craneal, o en la zona torácica inferior, cerrando la parrilla costal hacia la línea media, cuando el paciente haya iniciado la espiración.

Se debe realizar como máximo 3 TEF, siempre precedidas de una inspiración profunda.

### **TOS (6):**

La tos, junto al sistema mucociliar, es uno de los mecanismos de defensa del sistema respiratorio para eliminar las secreciones, elementos extraños que hayan entrado en la vía aérea o el exceso de secreciones debido a diferentes procesos patológicos. La tos puede originarse tanto voluntaria como involuntariamente y su máximo efecto se produce en la vía aérea central debido a que los receptores del estímulo tusígeno se ubican aproximadamente a nivel de la 5-6ª generación bronquial.

### **Evaluación de la Tos:**

La evaluación de la tos se realiza mediante el pico flujo de tos (PFT) que permite explorar la eficacia de la maniobra y la integridad de las estructuras implicadas. El PFT se deberá valorar en fase estable de la enfermedad y mediante mascarilla naso bucal. La eficacia de la tos puede verse alterada cuando existe alguna limitación tanto en la fuerza de los músculos respiratorios como en los de la región bulbar. El valor de PFT establecido como normal debe ser mayor de 270 L/min (18). En caso de pacientes con disfunción respiratoria crónica y/o disfunción neuromuscular que cursen con un PFT menor a 160 L/min se aplicarán asistencias instrumentales como coadyuvantes a su higiene bronquial, que se detallarán en la guía de técnicas kinesiológicas instrumentales. Es importante valorar la eficacia de estas ayudas ya que formarán parte de la estrategia terapéutica para el kinesiólogo.

### **Objetivo:**

Movilizar y expulsar secreciones situadas en las vías aéreas medias y proximales a nivel de la 5<sup>a</sup>-6<sup>a</sup> generación bronquial.

### **Indicaciones:**

Pacientes con secreciones bronquiales situadas en vías aéreas medias y proximales.

### **Contraindicaciones:**

Existen tanto contraindicaciones relativas como absolutas.

### **Contraindicaciones Relativas:**

Pacientes que cursen con:

- a) Inestabilidad de las vías aéreas y/o con presión de retracción elástica reducida.
- b) Obstrucción grave al flujo aéreo debido a la alteración mecánica del sistema respiratorio.

- c) Debilidad muscular y/o que no sean capaces de inspirar un volumen de aire suficiente previamente al esfuerzo tusígeno, así como los que no puedan aumentar el flujo espiratorio tras contracción de la musculatura espiratoria. En estos casos la alternativa coadyuvante a la higiene bronquial, como se mencionó anteriormente, son las técnicas kinesiológicas instrumentales.

### **Contraindicaciones Absolutas:**

Pacientes que cursen con:

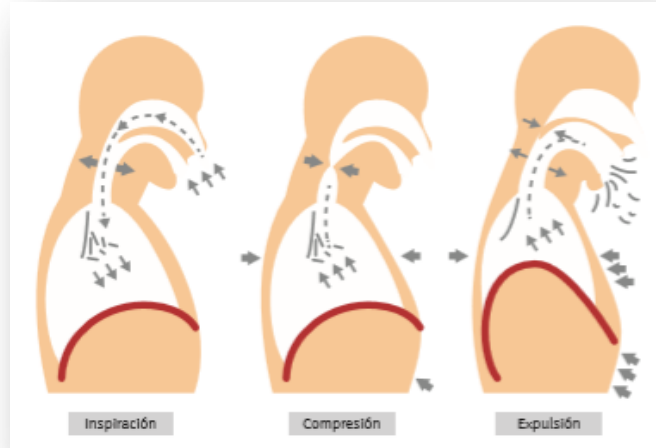
- a) Crisis de broncoespasmo.
- b) Episodios de hemoptisis o riesgo de sangrado.

### **Realización de la técnica (6):**

Existe una secuencia de fases imprescindibles en la maniobra de tos para que sea efectiva y eficaz:

- a) Fase inspiratoria: se produce una abducción de la glotis así como la contracción del diafragma y también la de algunos músculos accesorios inspiratorios. Esto se traduce en el aumento de la presión de retracción elástica del pulmón.
- b) Fase compresiva: se combinan la aducción de la glotis con la contracción de los músculos espiratorios (duración 0,2 segundos), produciendo un aumento de la presión positiva intra-torácica.

- c) Fase espiratoria: el aire es expulsado a gran velocidad hacia el exterior gracias a la apertura brusca de la glotis y la contracción de los músculos espiratorios. (Ver Figura 3)



**Fig. 3. Fases de la tos (6)** *Extraído de: Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto. Martí Romeu J, Vendrell Relat, M. 2013, Manual SEPAR de procedimientos.*

Existen diferentes modalidades de tos que dependen de la competencia muscular respiratoria del paciente:

#### **Tos Dirigida:**

El paciente debe ser competente muscularmente para completar las 3 fases de la maniobra de forma autónoma y eficaz. Se debe posicionar en sedestación siempre y cuando sea posible o en decúbito supino semi-sentado.

El kinesiólogo instruye y guía al paciente a realizar una maniobra de tos lo más eficaz y eficiente posible siguiendo las 3 fases anteriormente expuestas. Es importante destacar que en la fase inspiratoria se instruirá al paciente a que realice una inspiración profunda y preferiblemente por la nariz para conseguir una buena expansión de los pulmones.

**Tos Asistida:**

Se utiliza en pacientes con déficit muscular espiratorio o tos inefectiva. Se posiciona al paciente en sedestación cuando sea posible, o decúbito supino semisentado. En estos pacientes se desaconseja especialmente el decúbito supino o lateral.

El kinesiólogo instruye al paciente a realizar una inspiración profunda y preferiblemente nasal y, tras cierre glótico y se busca producir una apertura súbita de la glotis para iniciar la fase espiratoria. El kinesiólogo asistirá manualmente desde el tórax o el abdomen inmediatamente después que el paciente haya empezado a espirar, no antes.

La tos Asistida puede ser también mediante técnicas instrumentales al aplicar presiones tanto inspiratorias como espiratorias.

**Técnicas de Choque para el drenaje de secreciones bronquiales****Percusión****Objetivo:**

Estas técnicas tienen como objetivo mejorar el clearance mucociliar, especialmente al estar asociado a drenaje bronquial, con lo que se potencia su efecto, requiriendo menor tiempo de tratamiento.

**Indicaciones:**

Pacientes que cursen con cuadros de hipersecreción bronquial.

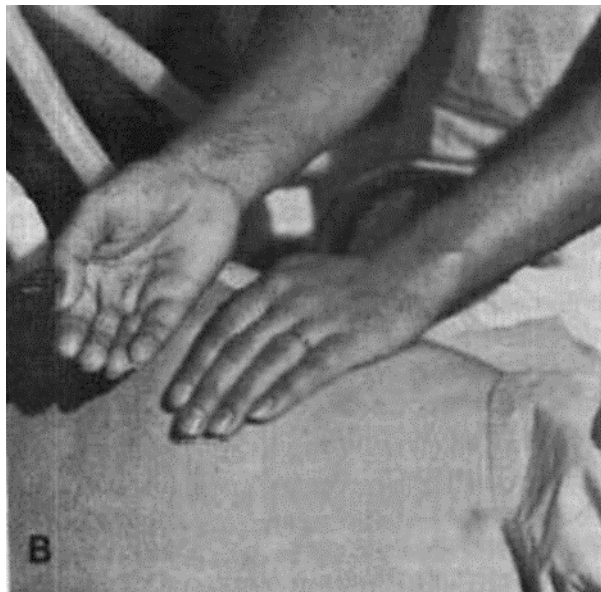
**Contraindicaciones:**

Dentro de las potenciales complicaciones que la percusión podría producir se encuentra el bronco-espasmo, especialmente en pacientes obstructivos, lo cual puede ser revertido o prevenido con una adecuada bronco-dilatación previa o posterior.

### **Realización de la técnica:**

La percusión (Ver Figura 4) se realiza con una o dos manos, en forma ahuecada, percutiendo el tórax del paciente, en cualquiera de las dos fases ventilatorias. La frecuencia de la percusión está asociada a un mayor clearance mucociliar.

El efecto de estas técnicas está dado por el estímulo mecánico que produce la transformación de un flujo laminar a un flujo turbulento, generando una mayor interacción entre este flujo aéreo y las paredes bronquiales, produciendo un mayor arrastre y drenaje de secreciones (19)



**Fig. 4. Percusión.** Extraído de: *Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto*. Martí Romeu J, Vendrell Relat, M. 2013, Manual SEPAR de procedimientos.

La frecuencia ideal de la percusión es desconocida, sin embargo, algunos reportes recomiendan una frecuencia de 5 a 6 hz, mientras que otros recomiendan una percusión más lenta y rítmica.

Cabe destacar que las técnicas multimodales (Percusión- Vibración-Drenaje bronquial) han demostrado disminuir la resistencia de la vía aérea y aumentar la distensibilidad tóraco-pulmonar.

### **Vibraciones:**

Maniobras que se realizan por contracciones alternas y sucesivas de músculos flexores y extensores de extremidades superiores (tetanización), a frecuencias entre 2 y 16 Hz, pudiendo incluso alcanzar los 25 Hz.

Esta técnica es usada frecuentemente tanto en pacientes ventilados mecánicamente como respirando fisiológicamente, y tienen como objetivo mejorar el clearance mucociliar, especialmente al estar asociado a drenaje bronquial, potenciando su efecto, lo que permite iguales efectos con un menor tiempo de tratamiento. Las vibraciones se realizan especialmente en la fase espiratoria, en forma manual o mecánica.

Según Postiaux, las vibraciones se pueden clasificar según su tipo, modo de aplicación u origen, y vías de inducción.

Según el tipo de vibración, pueden ser periódicas o aperiódicas. Generalmente la aplicación más común por parte del kinesiólogo es periódica.

Según el modo de aplicación pueden ser:

- a) **Manuales** cuando son aplicadas directamente por el kinesiólogo, sin ningún equipo especial y son generadas por la contracción simultánea de los músculos de antebrazo.
- b) **Instrumentales** aquellas generadas por equipos especiales y diseñados para esta función, que pueden incluir una gran extensión de la caja torácica o zonas más localizadas según el modelo. Logran frecuencias vibratorias más altas que la aplicación manual.

Según la vía de inducción pueden ser:

1. **Oro-nasales:** Consideradas vibraciones que se transmiten internamente por la vía aérea del paciente. Aquí se consideran los equipos oscilatorios y la

ventilación percusiva, las que se realizan en forma instrumental.

2. **Parietales:** Corresponden a las maniobras generadas en el tórax del paciente y que se propagan desde la zona de aplicación hacia elementos más internos. Se consideran vibraciones externas, las cuales pueden ser aplicadas perpendicularmente o tangencialmente a la superficie torácica. Estas maniobras pueden ser manuales o instrumentales.

Las vibraciones más usadas por los kinesiólogos corresponden a las de tipo periódico, principalmente manuales y por vía de inducción parietal.

Desde un punto de vista físico, las vibraciones pueden ser definidas como el movimiento periódico de un material alrededor de su posición de equilibrio.

Las vibraciones poseen una frecuencia y una amplitud, lo cual define la técnica aplicada. Por ejemplo, las vibraciones poseen una frecuencia mayor que las oscilaciones torácicas (shaking), pero con una menor amplitud. Las vibraciones se transmitirán mejor a mayor densidad de la zona donde son aplicadas, es decir, se transmiten más lentamente por aire que por una región con un comportamiento más sólido, lo que favorece su aplicación, por ejemplo, en casos de consolidación (20).

### **Mecanismos de Acción de las Vibraciones:**

Las vibraciones son consideradas técnicas kinésicas que apoyan o mejoran la permeabilización de la vía aérea y aumentan el transporte mucociliar llegando hasta en un 340% según algunos estudios. Dentro de los mecanismos que podrían estar actuando en los resultados de esta técnica se han formulado diversas teorías (21):

1. Favorecería la fluidificación de las secreciones bronquiales por un fenómeno de **tixotropía**, la cual cambia las propiedades reológicas de las secreciones y favorece la eliminación de secreciones menos espesas. Este efecto tixotrópico



se podría definir como la transformación de un gel a un estado más líquido al ser agitado o sometido a movimiento físico. Cabe destacar que para lograr este efecto tixotrópico se deben generar frecuencias de vibración altas (mayores a 40 Hz), lo cual es muy difícil de lograr con maniobras manuales, alcanzándose en estudios frecuencias manuales máximas de 25Hz. La frecuencia más común lograda con vibraciones manuales en estudios in vitro está en el rango de los 3 – 17 Hz. Frecuencias más altas pueden ser logradas con maniobras instrumentales y equipos especialmente diseñados. Con frecuencias cercanas a 60 Hz también se han podido generar cambios estructurales de las secreciones bronquiales, principalmente por ruptura de enlaces químicos y reorientación molecular.

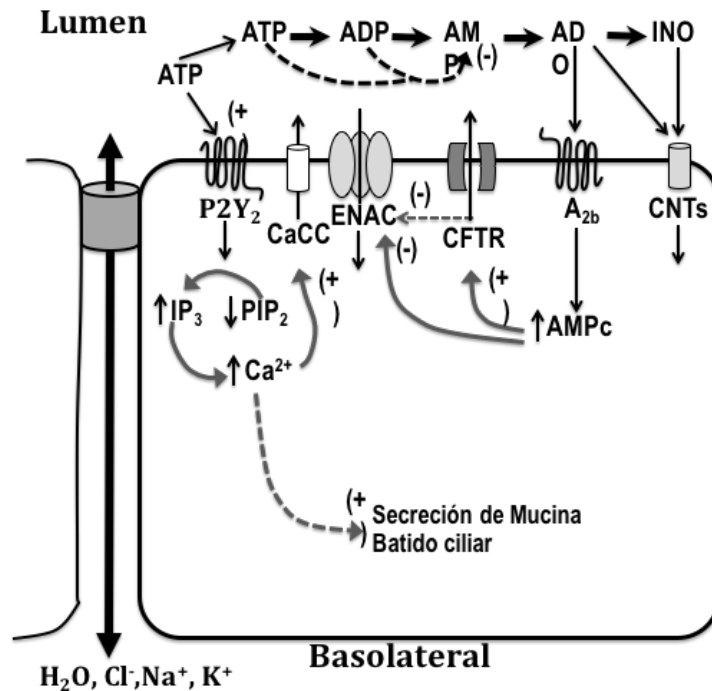
2. Estimulación del batimiento ciliar: Las vibraciones cercanas a 13 Hz emularían y favorecerían el clearance mucociliar por aumento del batimiento o transporte ciliar. Este efecto se produciría por liberación de mediadores químicos que aumentan la frecuencia de batimiento ciliar. Por otra parte, también se debe a un fenómeno físico denominado interferencia constructiva, que se produce en los puntos en que dos ondas de la misma frecuencia que se solapan o entrecruzan están en fase. Esto generaría que las vibraciones, al tener una frecuencia similar al batimiento ciliar, se potenciarían mutuamente aumentando la amplitud del batimiento ciliar, lo cual aumentaría el clearance mucociliar. En pruebas in vitro se ha podido observar que las vibraciones a alta frecuencia podrían incluso aumentar la velocidad de desplazamiento de secreciones dentro de un tubo rígido (22).
3. Interacción aire-secreciones: Las vibraciones generarían ondas de choque que producen resonancia en la caja torácica, las cuales actuarían sobre un flujo bifásico o también denominado “flujo de doble fase”, generando mayor interacción entre la mucosa de la vía aérea y el flujo aéreo. El efecto de estas técnicas estaría dado por el estímulo mecánico que produce la transformación de un flujo laminar a turbulento, generando una mayor interacción entre éste

flujo aéreo y las paredes bronquiales, produciendo un mayor arrastre y drenaje de secreciones. Este efecto se basa en el principio de Bernoulli, el cual establece que a medida que la velocidad de un fluido aumenta, la presión existente dentro de éste decrece. El paso del gas por la vía aérea generará caída de presión a nivel de sus paredes, si la velocidad del gas es suficientemente alta, esta presión disminuirá hasta ser sub-atmosférica, generando presión negativa y un efecto de succión. Cuando ocurre este fenómeno se produce la interacción entre el gas y el contenido de la mucosa bronquial, facilitando la remoción de las secreciones. La vía aérea sufre la disminución de su calibre en la fase espiratoria, por lo cual este efecto es notorio durante la espiración. Esto favorece el desplazamiento de las secreciones hacia la boca y no en dirección contraria.

Las vibraciones asociadas a maniobras de compresiones también denominadas vibropresiones, podrían además cambiar las características de un flujo laminar, transformándolo en un flujo turbulento, el cual genera una mayor interacción entre el flujo y la pared de la vía aérea, favoreciendo aún más la movilización y remoción de secreciones bronquiales. Este efecto sería similar al que ocurre con las percusiones torácicas. La mayor efectividad de las vibraciones se ha observado asociado a flujos espiratorios máximos entre 1 y 1,5 L/s.

4. Otro elemento que ha surgido en el último tiempo como fundamento de las maniobras kinésicas de vibraciones corresponde al rol que tendrían los estímulos oscilatorios aplicados en la vía aérea (VA) sobre los mecanismos responsables de la hidratación de la mucosa bronquial (23). El clearance mucociliar está fuertemente influenciado por el estado de hidratación de la capa periciliar (capa sol) y capa mucosa (capa gel), así como de las propiedades viscoelásticas de las secreciones. La hidratación de la vía aérea está determinada por el balance entre la absorción de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y la excreción de Cloro ( $\text{Cl}^-$ ), mediada por canales ENAC y CFTR

respectivamente. El aumento del  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en la superficie de la VA es acompañado por transporte de agua (vía acuaporinas y transporte paracelular), lo que hidrata la mucosa. El epitelio de la VA responde a señales locales generadas en la superficie extracelular (cara apical) para mantener la hidratación de la superficie de la VA y un adecuado clearance mucociliar. Estos canales pueden ser estimulados por acción de nucleótidos extracelulares (ATP, ADP, UTP, Adenosina), capaces de regular el transporte iónico de las células de la mucosa. En la membrana apical de las células mucosas existen receptores purinérgicos ( $\text{P2Y}_2$ ) asociados a Proteína G que al ser estimulados por nucleótidos (especialmente ATP, ADP y UTP) activan la producción de  $\text{IP}_3$  (segundo mensajero) el cual favorece la entrada de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) a la célula. Este aumento del  $\text{Ca}^{++}$  intracelular estimula la excreción de  $\text{Cl}^-$  hacia la superficie de la VA a través de canales de  $\text{Cl}^-$  activados por  $\text{Ca}^{++}$  ( $\text{CaCC}$ ). Por otra parte, la Adenodina (ADO) estimula otro receptor purinérgico ( $\text{A2b}$ ) que mediante la acción de Proteína G aumenta la producción de  $\text{AMPc}$  (mediado por la Adenilciclase). El  $\text{AMPc}$  tiene una doble función: Estimula la secreción de  $\text{Cl}^-$  por estimulación de canales CFTR, e inhibe la acción de los canales ENAC, por lo tanto se detiene la absorción de  $\text{Na}^+$ . Todos estos factores favorecen el aumento del  $\text{NaCl}$  en la SVA que permite el transporte de agua al extracelular, aumentando la hidratación de la mucosa. Cabe destacar que el aumento del  $\text{Ca}^{++}$  intracelular también activa la secreción de mucina y aumenta el batido ciliar, por lo cual el efecto final de la estimulación mediada por nucleótidos es el aumento del clearance mucociliar y la producción de mucus (Ver Fig 5.)



**Fig. 5.** Efecto bioquímico generado por las oscilaciones en el tórax que favorece la hidratación de las secreciones. *Extraído de: Vibration and its effect on the respiratory system.*

**McCarren B, Alison JA and Herbert RD.** 2006, Australian Journal of Physiotherapy, Vol. 52, págs. 39-43

Es importante mencionar que la liberación de ATP y nucleótidos es gatillado por el estrés físico y fuerzas mecánicas inducidas por la respiración y aplicadas directamente sobre la vía aérea, como por ejemplo, shear stress generado por el flujo aéreo sobre la pared de la vía aérea, deformación mecánica, compresión y elongación del tejido, etc.

En estudios in vitro se han diseñado dos tipos de estrés que generan efecto sobre la hidratación de la mucosa bronquial:

- Estrés oscilatorio (mayor efecto).
- Estrés compresivo.



espiratoria y, si se aplican vibropresiones, éstas maniobras deben respetar la biomecánica de la parrilla costal durante la presión del tórax, siguiendo el movimiento biomecánico de las costillas. No se debe ejercer presión perpendicular a las costillas, lo que puede ser molesto o puede generar complicaciones importantes, como dolor y fracturas en pacientes con osteoporosis o hueso patológico.

Otra forma de aplicación corresponde a las oscilaciones torácicas, donde más que generar una vibración, se generan compresiones y descompresiones a una alta frecuencia. Cabe destacar que las oscilaciones se producen a una frecuencia menor que las vibraciones, pero son de mayor amplitud. Los efectos fisiológicos y mecanismos de acción de las oscilaciones son similares a los de las vibraciones, aunque con menores efectos, pero faltan estudios que confirmen esta aseveración. Su principal ventaja sobre las vibraciones es que no genera tetanización de la musculatura de extremidad superior, por lo que puede ser mejor tolerada por el kinesiólogo y aplicada por un tiempo mayor.

Dentro de las limitaciones para la realización de las vibraciones podemos considerar:

1. Fatiga muscular del kinesiólogo tratante, por la contracción tetánica de la musculatura de extremidades superiores realizada durante la aplicación de la maniobra. Esto puede ser evitado con el uso de oscilaciones, aunque su efecto puede ser menor.
2. La frecuencia de las vibraciones manuales se encuentra entre 4 y 25 Hz, lo cual puede ser insuficiente para lograr un efecto tixotrópico sobre las secreciones bronquiales, o lograr aumentar la frecuencia de batido ciliar. Cabe destacar que la frecuencia óptima de batido ciliar se encuentra entre 11 y 15 Hz (mayor de 13 Hz), aunque este valor puede variar según la patología. Las vibraciones instrumentales generan un rango de vibración entre 20 y 45 Hz, y pueden lograr frecuencias de hasta 60 Hz. Los chalecos vibratorios logran como frecuencia óptima los 13 Hz (frecuencia de batido ciliar). Algunos estudios han demostrado que con frecuencias mayores a 40 Hz se observan efectos sobre el clearance mucociliar. Además, a frecuencias entre 15 y 65 Hz tendría un efecto de relajación

de la musculatura, lo cual podría tener un efecto sobre la disnea. A la fecha no existen datos concretos que demuestren que una técnica de vibración sea mejor que la otra, ya sea manual o instrumental.

Esta maniobra es más fácil de aplicar mientras mayor sea el tiempo espiratorio, por lo que frecuencias respiratorias muy altas hace más complicada su aplicación. En pacientes adultos puede ser más fácil aplicar las vibraciones, ya que las frecuencias respiratorias se encuentran entre 20 y 30 rpm en pacientes con patología respiratoria estable, pero en pacientes lactantes y neonatos las frecuencias respiratorias pueden estar sobre las 60 rpm, lo que complica la coordinación entre la aplicación de la técnica y la fase espiratoria del paciente. Obviamente, bajo estas circunstancias la correcta aplicación de las vibraciones dependerá de la experiencia del kinesiólogo. Una forma de solucionar este problema de coordinación es realizar la maniobra de manera intermitente, cada una o dos respiraciones.

En pacientes obesos, la transmisión de las vibraciones puede disminuir debido al panículo adiposo, disminuyendo su efectividad. La aplicación de oscilaciones torácicas o percusiones puede favorecer la transmisión de las ondas de choque para que generen su efecto en la vía aérea del paciente y sobre el flujo aéreo.

La aplicación de vibraciones en pacientes con rigidez torácica o baja distensibilidad torácica puede ser más difícil, limitando el tiempo de aplicación de las maniobras (especialmente vibropresiones).

### **Drenaje Postural:**

Desde el año 1977 con el trabajo de John W. Wong (25), se utiliza el drenaje postural (DP) como una técnica de permeabilización bronquial. El DP se basa en el uso de la gravedad y la energía mecánica para generar una ayuda hacia la movilización de las secreciones. Esto se produce al utilizar variadas posiciones corporales respetando la anatomía pulmonar, intentando drenar las secreciones de cada segmento pulmonar hacia la vía aérea central desde donde pueden ser

removidas a través de la tos o succión. El segmento pulmonar a drenar debe ser posicionado, en relación al eje horizontal, sobre el pulmón contra lateral, con el fin de permitir la acción gravitatoria en el proceso. Esta posición puede ser mantenida entre 5 a 15 minutos, modificable según la tolerancia y características del paciente (26). El fundamento físico, se encuentra en el hecho de que el transporte mucociliar se acelera por efecto de la gravedad y por la caída de la presión. El pulmón que se encuentra en contra de la fuerza de gravedad o también denominado independiente, presentará un aumento en su negatividad pleural, lo que modificará su capacidad volumétrica y el movimiento ciliar de esas regiones bronquiales (27). La técnica de DP se combina con otras técnicas de permeabilización bronquial (28), como por ejemplo técnica de aceleración de flujo o técnicas de choque sobre el tórax, que mediante “shear stress” potencian el batido ciliar y el efecto de movilización de las secreciones (29)

**Objetivo:**

Favorecer el transporte mucociliar desde los segmentos bronquiales hacia los bronquios principales mediante el efecto de la fuerza de gravedad. Se utilizan de preferencias en patología pulmonares cavitarias o supurativas.

**Indicaciones:**

Pacientes que cursen con hipersecreción bronquial que acumule un volumen suficientemente grande de secreciones como para garantizar que puedan ser desplazadas por la fuerza de la gravedad. Sólo se aplicará cuando el resto de técnicas de drenaje bronquial no hayan funcionado y comprobando que el DP no genera ningún efecto adverso en el paciente.

**Contraindicaciones:**

Pacientes que cursen con:

- a) Reflujo gastroesofágico.
- b) Disnea grave.
- c) Hipertensión intra-craneana.



### Realización de la técnica (6) (30):

Se posiciona al paciente según la zona pulmonar que se busca drenar, en base a lo obtenido en la auscultación pulmonar. Idealmente se asociará el drenaje a una técnica de choque o asistencia de tos.

A continuación se detallan las posturas del paciente, según la zona a tratar (Figuras 7-15):



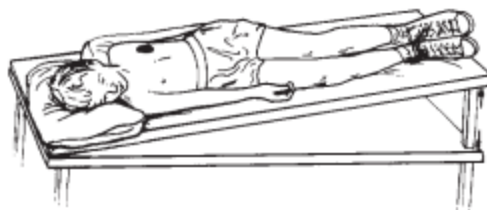
**Fig. 7:** Posición de drenaje para lóbulos superiores, segmentos apicales. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



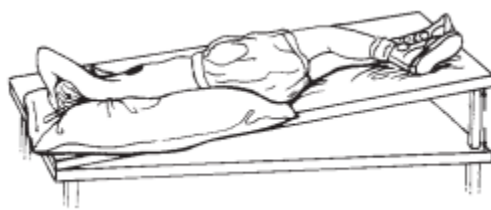
**Fig. 8:** Posición de drenaje para lóbulos superiores, segmentos posteriores. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



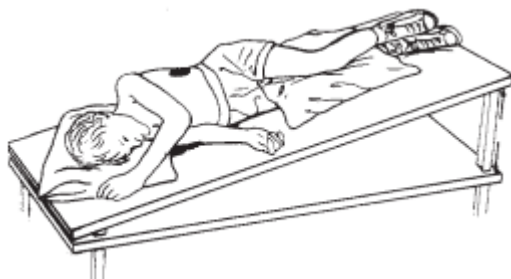
**Fig. 9:** Posición de drenaje para lóbulos superiores, segmentos anteriores. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



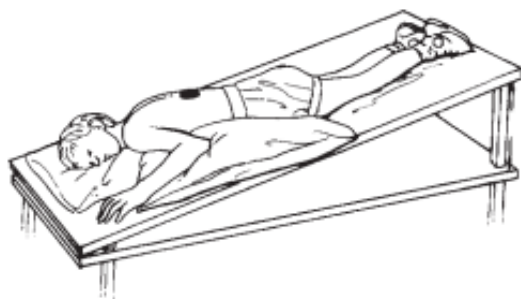
**Fig. 10:** Posición de drenaje para región lingular. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



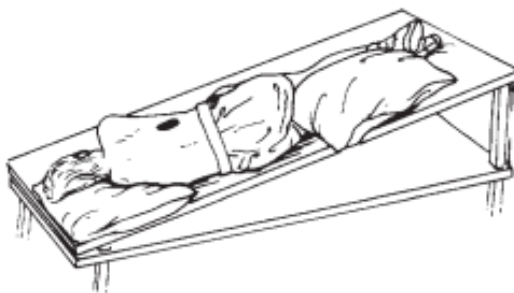
**Fig. 11:** Posición de drenaje para lóbulo medio. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



**Fig. 12:** Posición de drenaje para lóbulos inferiores, segmento anterobasal. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



**Fig 13:** Posición de drenaje para lóbulos inferiores, segmento postero basal. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



**Fig. 14:** Posición de drenaje para lóbulos inferiores, segmento infero lateral. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*



**Fig. 15:** Posición de drenaje para lóbulos inferiores, segmentos superiores. *Extraído de: Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy. AARC. 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.*

**sTabla 1: Resumen de Técnicas Kinésicas Manuales de Permeabilización Bronquial**

| <b>TECNICA KINESIOLÓGICA</b>  | <b>OBJETIVO</b>  | <b>NIVEL DE COOPERACIÓN POR PARTE DEL PACIENTE</b>  |
|---|--|---|
| <b>TECNICAS ESPIRATORIAS LENTAS</b>   |  |   |
| -Espiracion lenta total con glotis abierta en infra lateral (ELTGOL)<br>-Drenaje autógeno | Facilitar el transporte mucociliar desde zonas medias y/o distales hacia zonas proximales        | Requieren cooperación por parte del paciente  |
| <b>TÉCNICAS ESPIRATORIAS FORZADAS</b>   |  |   |
| -Técnica de espiración forzada (TEF)<br>-Tos  | Drenar secreciones del árbol bronquial desde vía aérea media y proximal y facilitar su expulsión | Requieren cooperación por parte del paciente. En el caso de tos débil esta se podría asistir mediante técnicas instrumentales |
| <b>TÉCNICAS DE CHOQUE PARA EL DRENAJE DE SECRECIONES BRONQUIALES</b>                      |  |   |
| -Percusión (clapping)<br>-Vibración manual<br>-Drenaje postural                           | Favorecer el transporte mucociliar en pacientes no cooperadores                                  | No requiere de cooperación por parte del paciente   |

**Conclusiones:**

Como se pudo apreciar a lo largo del desarrollo de la presente guía, existen diversas técnicas que permiten la movilización de las secreciones a lo largo de las vías aéreas. Es por ello que la selección de las mismas, debe relacionarse con las necesidades del paciente en el momento de la evaluación, las que son claves al momento de plantearse los objetivos de tratamiento. Es importante mencionar que éstas técnicas pueden ser aplicadas tanto individualmente como en combinación de varias, siempre y cuando cumplan un objetivo común.

## Bibliografía:

1. **Gosselink, R.** *Physical Therapy in adults with respiratory disorders: Where are we?*, 2006 Revista brasileira de fisioterapia, Vol. 10, 4, págs. 361-372.
2. **Pryor, JA..** *Physiotherapy for airway clearance in adults.* 1999, Eur Respir J, Vol. 14, págs. 1418-1424.
3. **Michon D, Cossalter B, Schabanel JC, Di Pompeo C, Durocher A.** *Etat des pratiques kinésithérapiques non instrumentales de désencombrement bronchique. proc.* Lyon : s.n., 1994, 1ère Conférence de Consensus en Kinésithérapie Respiratoire.
4. **Kim CS, Rodriguez CR, Eldridge MA, Sackner, MA.** *Criteria for mucus transport in the airways by two-phase gas-liquid flow mechanism.* 1986, Journal of applied physiology, Vol. 60, págs. 901-907.
5. **Postiaux G, Lens E, Alsteense G, Portelange P.** *Efficacité de l'expiration lente totale gotte ouverte en decubitus letal (ELTGOL): Su la toilette en périphérie de l'arbre trach.* 1990, Ann Kinésithérapie, Vol. 17, págs. 97-99.
6. **Martí Romeu J, Vendrell Relat, M.** *Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto.* 2013, Manual SEPAR de procedimientos.
7. **Kodric M, Garuti G, Colomban M, Russi B, Porta RD, Lusuardi M.** *The effectiveness of a bronchial drainage technique (ELTGOL) in COPD exacerbations.* 2009, Respirology, Vol. 14, págs. 424 - 428.
8. **Miller S, Hall D, Clayton C, Nelson R.** *Chest physiotherapy in cystic fibrosis: A comparative study of autogenic drainage and the active cycle of breathing techniques with postural drainage.* 2, 1995, Thorax, Vol. 50, págs. 165-169.
9. **Schöni M.** *Autogenic Drainage: a modern approach to physiotherapy in cystic fibrosis.* (suppl 16), 1989, J R Soc Med, Vol. 82, págs. 32-37.
10. **Tiddens H, Donaldson SH, Rosenfeld M et al.** *Cystic fibrosis lung disease starts in the small air ways: Can we treat it more effectively?* 2, 2010, Pediatrics Pulmonology, Vol. 45, págs. 107-117.
11. **McIlwaine M, Chilvers M, Davidson G, et al.** *Optimizing expiratory airflow velocity related to airway clearance.* 33, 2010, Pediatrics Pulmonology, Vol. 45, págs. 178-180.
12. **James B.** *Forced Expiratory Technique, Directed Cough and autogenic drainage.* 9, 2007, Respiratory Care, Vol. 52, págs. 178-180.

13. **Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW.** *Regional lung clearance during cough and forced expiration technique (FET): Effects of flow and viscoelasticity.* 1994, Thorax, Vol. 49, págs. 557-561.
14. *Evaluation of the forced expiration technique as an adjunct to postural drainage in treatment of cystic fibrosis.* 1979, Br Med J., Vol. 2, págs. 417-418.
15. **Thompson B, Thompson ME, Batten JC.** 1968, J Physiotherapy, Vol. 3, págs. 19-21.
16. **Pryor JA, Webber BA, Hodson ME, Batten JC.** *Regional lung clearance during cough and forced expiration technique (FET): Effects of flow and viscoelasticity.* **Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW.** 1994, Thorax, Vol. 49, págs. 557-561.
17. **James B.** *Forced Expiratory Technique, Directed Cough, and Autogenic Drainage.* 2007, Respir Care, Vol. 9, págs. 1210-1221.
18. **Tzeng A, Bach J.** *Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease.* 2000, Chest, Vol. 118, págs. 1390-1396.
19. **Arellano, D.** *Técnicas kinesiológicas: Fundamento y aplicación. Apuntes estadía en Kinesiología Intensiva.* s.l. : Departamento de Kinesiología. U de Chile, 2000.
20. **Stiller K.** *Physiotherapy in Intensive Care.* 2000, Chest, págs. 1801-1813.
21. **McCarren B, Alison JA, Herbert RD.** *Manual vibration increases expiratory flow rate via increased intrapleural pressure in healthy adults: an experimental study.* 2006, Australian Journal of Physiotherapy, Vol. 52, págs. 267-271.
22. **Muñoz G, de Gracia J, Buxó M.** *Long-term benefits of airway clearance in bronchiectasis: a randomised placebo-controlled trial.* 2018, Eur Respir J.
23. **McCarren B, Alison JA and Herbert RD.** *Vibration and its effect on the respiratory system.* 2006, Australian Journal of Physiotherapy, Vol. 52, págs. 39-43.
24. **Arellano, D.** *Efectos de la kinesiterapia respiratoria sobre la mecánica pulmonar del paciente crítico.* 4, 2001, Revista chilena de medicina intensiva, Vol. 16, págs. 251-255.
25. **Wong, John et al.** *Effects of gravity on tracheal mucus transport rates in normal subjects and in patients with cystic fibrosis.* 1977, Pediatrics, Vol. 60.
26. **Kacmarek R, Stoller J, Heuer A.** *Fundamental of Respiratory Care.* s.l. : Elsevier, 2013, Vol. 10.
27. **Verma, V.S., Vikash, R.** *Mucus transport in the human lung airways: Effect of porosity parameter and air velocity.* 2013, International Journal of Science and Research , págs. 920-925.
28. **Pryor J, Webber B, Hodson M, Batten J C.** *Evaluation of the forced technique as an adjunct to postural drainage in treatment of cystic fibrosis.* 1979, British Medical Journal, Vol. 2, págs. 417-418.
29. **Tripathi M.** *Assessment of mucus transport rate in the human lung airways using mathematical model.* 2017, Journal of Biological Sciences and Medicine, Vol. 4, págs. 17-25.
30. **AARC.** *Clinical Practice Guideline, Postural Drainage Therapy.* 1991, AARC, Vol. 36, págs. 1418-1426.



31. **Van der Schans, Piers DA, Postma DS.** *Effect of manual percussion on tracheobronchial clearance in patients with chronic airflow obstruction and excessive tracheobronchial secretion.* 1986, Thorax, Vol. 41, págs. 448-452.
32. *To vibrate or not to vibrate: usefulness of the mechanical vibration for clearing bronchial secretions.* 2006, Physiother Can, Vol. 52, págs. 267-271.
33. **Thomas J, DeHueck A, Kleiner M, Newton J, Crowe J, Mahler S.** *Physiotherapy for airway clearance in adults.* **JA, Pryor.** 1999, Eur Respir J, Vol. 14, págs. 1418-1424.
34. **Van Der Schans Cp.** *Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease.* 2007, Respir Care, Vol. 52, págs. 1198-206.
35. **Hasani A, Pavia D, Agnew JE, Clarke SW.** *Regional lung clearance during cough and forced expiration technique (FET): effects of flow and viscoelasticity.* 1994, Thorax, Vol. 49, págs. 557-561.
36. **Zahm JM** *Propriétés physiques et fonctions de transport du mucus respiratoire: effets des vibrations.* . 1996, Ann Kinésithé, págs. 318-321.
37. **Wong, John et al.** *Effects of gravity on tracheal mucus transport rates in normal subjects and in patients with cystic fibrosis.* 1977, Pediatrics, Vol. 60.
38. **Kacmarek R, Stoller J, Heuer A.** *Fundamental os Respiratory Care.* s.l. : Elsevier, 2013. Vol. 10.
39. **Verma, V.S, Vikash, R.** *Mucus transport in the human lung airways: Effect of porosity parameter and air velocity.* 2013, International Journal of Science and Research, págs. 920-925.
40. **Pryor J, Webber B, Hodson M, Batten J C.** *Evaluation of the forced expiration technique as an adjunct to postural drainage in treatment of cystic fibrosis.* 1979, British Medical Journal, Vol. 2, págs. 417-418.
- 41 **Tripathhee Mani.** *Assessment of mucus transport rate in the human lung airways using mathematical model,* 2017, Journal of Biological Sciences and Medicine , Vol. 4, págs. 17-25.