

KINESIOLOGÍA RESPIRATORIA EN PEDIATRÍA

Homero Puppo G.
Gonzalo Hidalgo S.

Introducción

La kinesiólogía respiratoria ha tenido un constante y sostenido desarrollo gracias a los avances en la comprensión del funcionamiento de los mecanismos naturales de defensa del pulmón, la fisiopatología de las enfermedades respiratorias y el efecto de las intervenciones no farmacológicas sobre el aparato respiratorio lo que ha fomentado la inclusión del kinesiólogo, con formación en cuidados respiratorios, en los distintos niveles de atención de salud:

1. Atención intrahospitalaria: en pacientes de mediana y alta complejidad, destacando su labor en las unidades de paciente crítico, no sólo realizando procedimientos y técnicas manuales propios de la kinesiólogía respiratoria tradicional, sino que también participando activamente en la recuperación funcional del paciente severamente comprometido, además de intervenir de manera directa en la terapia ventilatoria (inhaloterapia, gases medicinales, ventilación mecánica, etc).
2. Atención primaria de salud: en aspectos de educación, prevención, evaluación y tratamiento de pacientes con patología respiratoria aguda. Control y rehabilitación de pacientes respiratorios crónicos, labores de gestión de los cuidados en salud comunitaria e investigación.
3. Cuidados respiratorios domiciliarios del paciente crónico, a través de programas de ventilación mecánica domiciliaria, invasiva y no invasiva.

A nivel internacional existen dos corrientes en el manejo kinésico respiratorio del niño. Un enfoque denominado *kinesiterapia convencional*, propio de los países anglosajones y otro enfoque denominado *kinesiterapia no convencional*, aplicada especialmente en países francófonos y latinos. La Kinesiterapia Respiratoria (KTR) convencional se aplicó, en sus comienzos, en adultos con patología respiratoria crónica (bronquiectasias, enfermedad pulmonar obstructiva crónica) y complicaciones respiratorias post-quirúrgicas. Con el tiempo, las técnicas kinésicas respiratorias convencionales (drenaje postural, percusiones vibraciones y espiración forzada) se comenzaron a aplicar en las afecciones respiratorias pediátricas sin considerar adecuadamente las características inherentes al crecimiento y desarrollo del sistema respiratorio del niño: configuración de la caja torácica, tamaño de la

vía aérea, mayor fatigabilidad de la musculatura respiratoria, particularidades de la elasticidad torácica y pulmonar, mayor reactividad de las vías aéreas, etc.

Definición

La KTR es una especialidad de la Kinesiología que consiste en el manejo de diversas patologías respiratorias a través de un conjunto de procedimientos y técnicas manuales, basando su aplicación en una correcta interpretación de los hallazgos semiológicos junto a un acabado conocimiento de la fisiología, biomecánica y fisiopatología del sistema tóraco-pulmonar que permita una intervención terapéutica racional que tiene como propósitos centrales la obtención de la máxima capacidad funcional posible junto con una adecuada calidad de vida.

Objetivos

La KTR tiene como objetivos participar en la resolución de cuadros en que esté comprometida la higiene bronquial, resolución de zonas pulmonares colapsadas (atelectasias) o alteraciones en que se comprometa el intercambio gaseoso y/o la mecánica tóraco-pulmonar, contribuyendo a optimizar la relación ventilación/perfusión y el drenaje de secreciones, con lo que se intenta disminuir la resistencia de la vía aérea con la consiguiente disminución del trabajo respiratorio. Por otro lado, en cuadros en que prevalezca el broncoespasmo y/o un compromiso a nivel parenquimatoso, la KTR no ha tenido el respaldo bibliográfico que avale su indicación, sin embargo, en muchos centros de salud es indicada habitualmente en cuadros en que prevalece la hipersecreción acompañada de broncoconstricción, al menos, moderada.

Según Molina y Varela (2000): El propósito de la kinesiterapia Respiratoria (KTR) es prevenir, tratar o revertir la disfunción cardiopulmonar, evitando el deterioro en el transporte de oxígeno y así reducir las intervenciones invasivas. Y el American College of Chest Physicians (1974), sostiene una interesante afirmación en relación al objetivo de las intervenciones en fisioterapia respiratoria: "las Técnicas Kinésicas tienen como último fin estabilizar o corregir los *aspectos fisiopatológicos* de las enfermedades pulmonares pretendiendo devolver al sujeto a la máxima capacidad funcional posible". No afirman como objetivo el corregir las enfermedades pulmonares, sino que las alteraciones fisiopatológicas que ellas provoquen.

Intervención terapéutica

En la práctica diaria y como un orden secuencial para la toma de decisiones a la hora de elegir las técnicas kinésicas respiratorias que se aplicarán a cada paciente, planteamos el siguiente flujo de acción. Este flujo debe discernirse luego de haber evaluado al paciente.

1. Determinar el trastorno fisiopatológico
2. Identificar el grado de colaboración del paciente
3. Establecer el nivel de compromiso

1. Trastorno fisiopatológico: hace referencia a la identificación de un determinado síndrome funcional ventilatorio (obstrutivo, restrictivo o mixto) presente al momento de la valoración del enfermo. El trastorno fisiopatológico *obstrutivo* se caracteriza por la disminución del calibre de la vías aéreas centrales y/o periféricas, con incremento de la resistencia al flujo de aire y disminución de los débitos, especialmente espiratorios, que tendrá como consecuencia un aumento significativo del trabajo respiratorio, con la consiguiente hipoxemia (insuficiencia respiratoria parcial) e incluso hipercarbia (insuficiencia respiratoria global) en algunos determinados estadios de gravedad, como ocurre en la bronquiolitis aguda severa.

El trastorno fisiopatológico *restrictivo* comprende un grupo de enfermedades en las cuales la alteración fisiopatológica más importante es una restricción de la expansión que limita los volúmenes pulmonares, con la consiguiente posibilidad de pérdida de unidades alveolares reclutadas, como ocurre en la atelectasia.

En cualquier tipo de trastorno funcional existe la posibilidad de pérdida de la efectividad de la tos que tendrá como consecuencia una mayor retención de secreciones y la posibilidad de establecer un círculo vicioso que será determinante en el restablecimiento del nivel funcional basal del niño.

Además de determinar el tipo de trastorno fisiopatológico que presenta el paciente, se debe establecer la severidad del compromiso, por ejemplo: obstrucción leve, moderada o severa.

2. Grado de colaboración: hace referencia al grado de colaboración potencial del paciente en la medida que pueda seguir las instrucciones del kinesiólogo ante la realización de una determinada técnica. Se clasifican entonces en: *paciente colaborador* al que es capaz de seguir las indicaciones hechas por el tratante, coopera, ayuda y puede realizar técnicas activas y activas-asistidas sin inconvenientes. Por otro lado se encuentra

el *paciente no colaborador* que no tiene las capacidades físicas, cognitivas o psicomotrices para seguir las instrucciones dadas por el kinesiólogo para la realización de una técnica determinada.

3. Nivel de compromiso: hace referencia a la zona del aparato respiratorio que se encuentra afectada por el trastorno fisiopatológico y/o biomecánico, pudiendo ser la caja torácica, la musculatura respiratoria, el parénquima pulmonar, la vía aérea proximal, media o distal. Cada uno de estos niveles con funciones distintas en cuanto a movilidad torácica, ventilación, conducción y acondicionamiento del aire.

Rochester y cols. sugieren que las técnicas de terapia física respiratoria pueden dividirse en:

I. Terapia Física Pulmonar

Utiliza las técnicas o medidas diseñadas para:

Disminuir la resistencia de las vías aéreas.

Acentuar el intercambio de gases intrapulmonar.

Minimizar las complicaciones, como atelectasias y neumonías.

Mejorar la función pulmonar

II. Entrenamiento Respiratorio

Consiste en medidas destinadas a:

Disminuir la disnea.

Mejorar la eficacia ventilatoria y

Aumentar la capacidad de ejercicio.

Nosotros planteamos la siguiente clasificación:

Técnicas Kinésicas Respiratorias

Las TTKK se pueden clasificar en dos grandes grupos: manuales e instrumentales.

1) Técnicas Kinésicas Manuales:

- **Vibración torácica:** movimiento oscilatorio producido por la contracción isométrica de la musculatura de los miembros superiores y que es transmitido por una o las dos manos del terapeuta al tórax del paciente durante la espiración. La frecuencia de oscilación no debe ser menor a 3 Hz, con ello se busca que el flujo espiratorio máximo sea al menos un 10% mayor al flujo inspiratorio máximo lo que permitiría aumentar el flujo bifásico y con ello desprender y disminuir la viscosidad

de las secreciones de las paredes bronquiales permitiendo su movilización hacia zonas en que se facilite su posterior eliminación.

- **Percusión (clapping) torácica:** golpeteo rítmico efectuado con las manos ahuecadas que se efectúa sobre las zonas ventrales, dorsales y laterales del tórax en ambas fases de la respiración. Generalmente se aplica mientras el paciente mantiene una determinada posición de drenaje postural y no deben ser aplicadas cuando el paciente presenta evidente clínica de broncoespasmo. Tanto las vibraciones como las percusiones tienen como objetivo obtener un efecto oscilatorio de la pared torácica que se transmita a los pulmones y a las vías aéreas buscando conseguir aumentar la actividad ciliar y desprender y movilizar secreciones adheridas a la pared bronquial, lo que dependería del valor de la frecuencia de oscilación transmitida a través del tórax. Esta frecuencia estaría alrededor de 15-25 Hz, lo que se encuentra limitado en estas técnicas manuales que sólo alcanzan frecuencias de 2-8 Hz.
- **Drenaje postural:** consiste en facilitar el transporte de las secreciones gracias a la acción que genera la fuerza de gravedad sobre las mismas. Para conseguirlo es necesario orientar el segmento bronquial a drenar hacia su máxima verticalidad gracias a la colocación del paciente en diferentes posturas, muchas de ellas en Trendelenburg. Tradicionalmente se aconseja la aplicación simultánea de percusiones y vibraciones mientras se mantienen las posturas. La aparición de efectos adversos asociados a la realización de la técnica (reflujo gastroesofágico, desaturación o elevación de la presión intracraneal) es una de sus principales limitaciones.
- **Técnica de espiración forzada (TEF):** Consiste en realizar espiraciones forzadas con la glotis abierta desde volúmenes pulmonares diferentes: bajos, medios y altos intercaladas con respiraciones tranquilas a volumen corriente. El objetivo a lograr es desplazar las secreciones bronquiales hacia las vías aéreas centrales hasta donde puedan ser deglutidas o expectoradas. En la literatura inglesa también se denomina como técnica de *Huffing*. Esta técnica se justifica a partir del concepto fisiológico del *punto de igual presión*. 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.

Estas cuatro técnicas descritas son consideradas en la literatura internacional como kinesiterapia respiratoria convencional (*conventional chest physiotherapy*). Las que se describen a continuación son consideradas como kinesiterapia respiratoria no convencional (*no conventional chest physiotherapy*).

- **Espiración Lenta Prolongada:** técnica pasiva de ayuda espiratoria aplicada al paciente no-colaborador (desde lactante menor hasta los 8 años), por medio de una presión manual tóraco-abdominal lenta, que se inicia al final de una espiración espontánea y continúa hacia volumen residual. Su objetivo es obtener un volumen espiratorio mayor que el de una espiración habitual, promover el flujo bifásico y con ello contribuir al desplazamiento de las secreciones ubicadas más periféricamente en el árbol respiratorio hacia la vía aérea central.
- **Drenaje Autogénico:** Técnica para paciente colaborador que combina flujos inspiratorios y espiratorios lentos, con espiraciones forzadas y tos en un ciclo de 3 fases secuenciales:
 - 1ª Fase: *desprendimiento* de secreciones, donde se deben realizar inspiraciones/espiraciones lentas con respiración de localización diafragmática movilizand o pequeños volúmenes desde capacidad residual funcional para posteriormente aumentar de manera gradual el volumen inspiratorio y espiratorio logrando una capacidad pulmonar paulatinamente mayor, teniendo como objetivo desprender y movilizar secreciones desde la periferia hacia las vías aéreas centrales.
 - 2ª Fase: *recolección* de secreciones: a volúmenes algo más altos que el volumen corriente habitual, pero manteniendo flujos espiratorios lentos, se logra acumular las secreciones a nivel de vías aéreas centrales.
 - 3ª Fase: *“evacuación”*: se realizan 3 a 4 inspiraciones hasta capacidad pulmonar total para finalmente concluir con una espiración forzada con glotis abierta y/o una tos voluntaria.
- **Espiración lenta total con glotis abierta en lateral (ELTGOL):** es una técnica activa-asistida, en la cual el paciente se ubica en decúbito lateral con el pulmón a tratar de forma específica en el plano de apoyo (dependiente) para lograr con esto que el pulmón supralateral y el peso del mediastino colaboren con su máxima desinsuflación durante la espiración. Por la posición adoptada, la presión de las vísceras abdominales hará ascender el diafragma del pulmón de apoyo. En esta posición, con la boca abierta (o mantenida así a través de un accesorio cilíndrico

bucal), el kinesiólogo, a nivel del pulmón dependiente, presiona con una mano la pared abdominal facilitando el ascenso diafragmático y con la otra, apoyada sobre la pared torácica supralateral, realiza una presión dirigida contra el hombro contralateral que facilita la reducción del diámetro transversal que favorece una desinsuflación lo más completa posible del pulmón infralateral, controlando siempre que la espiración sea lenta y prolongada. Al realizar la maniobra lentamente, se evita el colapso bronquial y se consigue un desplazamiento mayor del diafragma infralateral hacia cefálico. El estrechamiento de la luz bronquial en el pulmón infralateral y el incremento de su ventilación, debido a la posición adoptada, logra una mayor fricción de las partículas del aire sobre el mucus (flujo de dos fases) y, por tanto, se favorece su desplazamiento hacia cefálico.

Esta técnica tiene como objetivo desprender y movilizar secreciones bronquiales desde la zona media y distal del árbol respiratorio para desplazarlas hacia las vías proximales y ser eliminadas con técnicas de espiración forzada. Es útil en pacientes mayores de 8 años, ya que a esta edad comienza a presentar el niño el patrón respiratorio infralateral preferente y característico de la persona adulta.

- **Ciclo Activo de la Respiración:** es una técnica que combina ejercicios ventilatorios voluntarios junto con técnicas de espiración forzada. Tiene como objetivo movilizar y remover las secreciones bronquiales.

Consta de tres fases:

1ª Fase: Ejercicios de control respiratorio: se inicia con ciclos respiratorios tranquilos, a volumen corriente que orientan el movimiento a la parte inferior del tórax relajando la musculatura superior del mismo.

2ª Fase: Ejercicios de expansión torácica: el paciente realiza inspiraciones nasales profundas con elevación del tórax, seguida de una espiración lenta y prolongada. Estos movimientos respiratorios se realizan cuatro a seis veces consecutivas, teniendo cuidado en no producir hiperventilación, que genere alcalosis respiratoria.

3ª Fase: Técnica de espiración forzada: se vuelven a realizar ejercicios de control respiratorio junto con espiraciones forzadas a bajo volumen con la glotis abierta para luego realizar una inspiración profunda seguida de tos o una espiración forzada a alto volumen que logre deglutir las secreciones o expectorarlas.

- **Ejercicio de débito inspiratorio controlado (EDIC):** es una técnica activo-pasiva, en la cual el paciente se ubica en decúbito lateral situando la región a tratar en supralateral. Se realizan ejercicios inspiratorios lentos a bajo flujo y alto volumen

con una pausa al final de la inspiración. La posición en decúbito lateral de los EDIC aprovecha los efectos de expansión pasiva de los espacios aéreos más periféricos que resulta de la hiperinsuflación relativa del pulmón supralateral y el aumento del diámetro transversal del tórax obtenida por la posición del paciente y la inspiración profunda y sostenida.

- **Husmeos:** serie de inspiraciones lentas y escalonadas desde capacidad residual funcional hasta capacidad pulmonar total, incluyendo una pausa al final de la inspiración.
- **Compresión torácica:** presión manual efectuada sobre el tórax durante la fase espiratoria. Tiene como objetivo aumentar el volumen y el débito espirado.
- **Descompresión torácica:** maniobra realizada después de una compresión espiratoria, que corresponde al retiro brusco, al comienzo de la fase inspiratoria, de las manos del terapeuta dispuestas sobre tórax del paciente.
- **Bloqueo torácico:** presión manual que se efectúa en una región del tórax buscando impedir su expansión por varios ciclos respiratorios con el objetivo de intentar dirigir el volumen aéreo inspirado hacia la zona contralateral afectada, no bloqueada.
- **Técnicas manuales de asistencia de la tos:** la eficacia de la tos está directamente relacionada con el volumen inspiratorio previo a la maniobra expulsiva.

La *tos provocada* (TP) se realiza en el paciente no colaborador y consiste en la estimulación de los receptores mecánicos del reflejo de la tos ubicados en la tráquea extratorácica a nivel de la escotadura esternal para así lograr aumentar el volumen de aire espirado cuando la tos es ineficiente o no se desencadena de forma espontánea.

La *tos asistida* (TA) consiste en disponer las manos del terapeuta en el tórax del paciente y pedir una inspiración profunda seguida de una espiración forzada para luego solicitar toser. De forma paralela se ejerce una presión abdominal y/o vibro-compresión torácica que acompañe la aceleración del flujo espiratorio generado durante la tos.

Respiración Glossofaríngea (RGF): descrita en 1951 por Clarence Dail. Esta técnica actúa sobre la fase inspiratoria de la tos. Consiste en tomar múltiples insuflaciones mediante movimientos de la boca, mejillas, lengua, faringe y laringe para conseguir “tragar aire” que se envía hacia los pulmones. El objetivo es substituir la

musculatura inspiratoria débil por la acción de la musculatura orofaríngea. Para que la técnica sea eficaz, se debe contar con indemnidad de la glotis, un paciente colaborador y debe acompañarse de un buen aprendizaje de la maniobra por parte del paciente. Para obtener un volumen final superior al volumen corriente, cada insuflación debe suponer al menos unos 80 mL.

Estancamiento de aire o Air Stacking (AS): la técnica clásica está descrita con una bolsa de reanimación manual, una válvula unidireccional, un corrugado entre 20 y 30 cm y en el caso que exista fuga de aire, una pinza nasal. Esta técnica actúa durante la fase inspiratoria y consiste en entregar múltiples insuflaciones de aire a través de una bolsa de reanimación manual, buscando alcanzar la capacidad inspiratoria máxima. Esta técnica aumenta el volumen inspirado y reemplaza las insuflaciones periódicas (suspiros), contribuyendo además, a mejorar la movilidad torácica y prevenir atelectasias. Su mayor eficacia, se ha reportado en pacientes con enfermedades neuromusculares y lesionados medulares que tengan cierto grado de colaboración.

2) Técnicas Kinésicas Instrumentales: se pueden subdividir en *dispositivos mecánicos de expansión pulmonar, dispositivos mecánicos y electromecánicos de higiene bronquial y dispositivos mecánicos de asistencia de la tos.*

a) Dispositivos mecánicos de expansión pulmonar

Inspirómetros de incentivo: son dispositivos que buscan, mediante inspiraciones lentas y profundas, prevenir o tratar alteraciones en que esté comprometido el volumen pulmonar y que cuentan con un incentivo visual que retroalimenta al paciente mientras ejecuta el esfuerzo inspiratorio que debe ser realizado con una pausa al final de la inspiración de al menos tres segundos. Se utilizan incentivadores volumétricos (Voldyne[®] y Coach[®]) de 500 a 5.000 ml o flujométricos (Triflo II[®], CliniFLO[®]) desde 100 a 1200 ml/seg. Algunos modelos cuentan con conexión para oxígeno adicional. El objetivo principal que se busca es recuperar la capacidad residual funcional y reexpandir zonas colapsadas a través del aumento de la presión transpulmonar, aumento de la capacidad inspiratoria y simulación los efectos del suspiro fisiológico que contribuiría a la prevención y/o tratamiento de atelectasias debidas fundamentalmente a disfunción diafragmática. Las indicaciones habituales están en el contexto de cirugías torácicas y abdominales altas, inmovilidad prolongada especialmente en pacientes con patología respiratoria crónica y enfermedades neuromusculares.

b) Dispositivos mecánicos de higiene bronquial

Sistemas de presión positiva espiratoria: son dispositivos que, a nivel de la boca, y durante la espiración activa del individuo, producen un freno de la espiración que genera una presión positiva que se transmite a las vías aéreas y que busca evitar o retardar el cierre (colapso) prematuro de las vías aéreas, fenómeno que suele darse en patologías crónicas como la fibrosis quística, y que conocemos técnicamente como compresión dinámica de las vías aéreas. Este cierre precoz impide una eficaz migración y eliminación de las secreciones bronquiales, entre otros efectos negativos. Con la aplicación de la presión espiratoria positiva, se prolonga el tiempo espiratorio, se aumenta la ventilación colateral, y se intenta minimizar ese cierre prematuro de las vías aéreas. Existen principalmente dos tipos de instrumentos de presión positiva espiratoria: los de presión positiva espiratoria continua y los de presión positiva espiratoria oscilante o discontinua.

- **Sistemas de presión positiva espiratoria continua:** como su nombre indica, la presión positiva que se produce en las vías aéreas es continua durante la fase espiratoria. Fueron inicialmente desarrollados en Dinamarca en los años 70'. Existen varios modelos en el mercado (PEPmask[®]; TheraPEP[®]; PiPEP[®]; PariPEP[®]; AeroPEP[®]) todos ellos poseen una válvula unidireccional conectada a una pieza ajustable con varios orificios de distinto tamaño donde se genera una resistencia o freno a la espiración. A menor tamaño del orificio mayor resistencia y una mayor presión espiratoria positiva en la vía aérea del paciente. Un manómetro que se introduce en el sistema permite monitorizar la presión ejercida por cada uno de los orificios y que por lo general se establece entre 10 y 20 cmH₂O. Existe una pequeña diferencia en el dispositivo ThresholdPEP[®] en que la resistencia está generada por la tensión de un resorte de graduación ajustable incorporado en el aparato.
- **Sistemas de presión espiratoria positiva oscilante o discontinua:** son dispositivos, desarrollados inicialmente en Suiza y los dispositivos con más soporte bibliográfico son Flutter[®]VRP1, Acapella[®] y Cornet[®] capaces de producir una resistencia espiratoria oscilante que generan ondas vibratorias retrógradas dentro de la vía aérea buscando modificar las propiedades viscoelásticas del mucus bronquial junto con mantener las características benéficas de la presión positiva espiratoria ya descritas.

El Flutter[®]VRP1 es un dispositivo con forma de pipa, formado por una boquilla, un cono de plástico, una esfera de acero y una tapa perforada. Durante la espiración las

vías aéreas sufren vibraciones internas provocadas por las variaciones del aire espirado y los cambios en la presión en el interior de los bronquios. El ángulo de inclinación del Flutter®VRP1 modificará la resistencia al movimiento de la esfera de acero, y con ello la presión espiratoria generada. La inclinación óptima de trabajo es 30° para conseguir una presión oscilatoria entre 12 a 75 cmH₂O y una frecuencia de oscilación entre 15 a 32 Hz.

El *Acapella*® tiene en su interior una palanca imantada que al momento de la espiración cierra intermitentemente un cono en el interior del dispositivo. Esto produce una presión espiratoria positiva y provoca que el flujo espiratorio sea oscilante. En el otro extremos del dispositivo, una pieza giratoria permite regular el mecanismo de palanca imantada, y por tanto la mayor o menor resistencia. Existen 4 modelos de *Acapella*®, (Blue DM®, Green DH®, Choice® y Duet®). Los modelos de *Acapella*®, a diferencia del Flutter®VRP1, presentan la ventaja de poder ser utilizado en cualquier posición (de pie, sentado, recostado completamente).

El *RC Cornet*® es un dispositivo con forma de cuerno y posee una boquilla fijada a un tubo curvado que en su interior posee una goma de caucho. Será la vibración de la goma de caucho dentro del cuerno, la que produzca las vibraciones en las vías aéreas cuando el paciente sople a través del mismo. El RC Cornet® ejerce una menor resistencia que la que supone el Flutter®VRP1, y a diferencia de éste, puede ser utilizado en cualquier posición.

c) Dispositivos Electromecánicos de Higiene Bronquial

Son aparatos que utilizan una fuente de energía eléctrica para su funcionamiento.

- **Compresión oscilatoria de alta frecuencia de la pared torácica:** un generador de impulsos de aire trasmite fuerzas de compresión a un chaleco inflable que se ajusta firmemente sobre el tórax proporcionando compresiones oscilatorias externas a la pared torácica con una frecuencia entre 5-25 Hz. El mecanismo de acción se puede explicar por el aumento del flujo de aire y la producción de fuerzas de arrastre similares a las de la tos. Las vibraciones pueden reducir también las propiedades viscoelásticas de las secreciones. Existen diversos modelos en el mercado adaptados según la edad (Vest Airway Clearance System®, Hayek Oscillator System®).
- **Percusión-vibración intrapulmonar:** el equipo consta de un generador de flujo a alta presión, una válvula para interrupción del flujo y un circuito de respiración con un nebulizador que puede ser conectado simultáneamente a la boquilla para inhalación de aerosoles. El dispositivo genera una vibración bi-fásica en la inspiración y

espiración con presión positiva espiratoria que se superpone al patrón respiratorio del individuo. Los mini impulsos de aire de alta frecuencia (50-150 ciclos/min), que conduce a una vibración interna de las vías aéreas, junto a la presión espiratoria oscilante producida, tienen como objetivo reclutar unidades colapsadas y aumentar el transporte y eliminación de secreciones proximales. Deberá evitarse su uso en pacientes con osteopenia u osteoporosis, dolor torácico no controlado, fracturas costales o coagulopatias, y no debe utilizarse directamente sobre dispositivos implantados como gastrostomía.

d) Dispositivos mecánicos de asistencia de la tos

Actualmente existe una gran variedad de dispositivos (*Cough Assist In-exsufflator*[®], *New Respirationics T70 Cough Assist*[®], *Pegaso*[®] y el *Nippy Clearway Cough Assistor*[®]) que permiten de forma pasiva o con la colaboración del paciente, mejorar mecánicamente las fases inspiratoria y/o espiratoria de la tos.

- Insuflador-exsuflador: Consiste en entregar, mediante un dispositivo mecánico, una insuflación profunda seguida de una exhalación forzada, simulando una tos natural. Esta insuflación es generada por un equipo que entrega presión positiva inspiratoria y negativa espiratoria (efecto succión) de al menos +40 a -40 cmH₂O. Este dispositivo mecánico puede conectarse al paciente a través de una interfase bucal, nasobucal o una traqueostomía. Algunos autores han sugerido que el uso de asistencia mecánica de la tos puede disminuir o evitar la necesidad de succión de secreciones en pacientes con enfermedades neuromusculares, ya que el flujo tusígeno máximo que se obtiene es suficiente para eliminarlas, evitando los efectos deletéreos de la succión repetitiva en la mucosa de la vía aérea. Por último estos equipos, por su elevado costo, no están disponibles para todos los profesionales. Sin embargo, es posible su uso entre distintos pacientes, siempre y cuando se respeten los estrictos niveles de limpieza y esterilización de circuitos, similares a los aplicados para los equipos de ventilación mecánica.

Conclusiones

El Kinesiólogo que se desempeña en cuidados respiratorios debe tener un alto conocimiento de la fisiología, biomecánica y fisiopatología del sistema toracopulmonar,

además de una acabada experticia en semiología respiratoria. Es importante considerar que cada paciente tiene sus propias características (genéticas, anátomo-fisiológicas, psico-emocionales, influencias ambientales y culturales, etc), lo que hará plantear más de un objetivo y determinará aplicar una combinación de técnicas de acuerdo a la condición y evolución clínica del enfermo. Las técnicas kinésicas respiratorias se van adecuando de acuerdo a los niveles de compromiso del árbol bronquial y para la ejecución de dichas técnicas toma vital importancia el conocimiento y correcta aplicación de una óptima modulación de los flujos inspiratorios y espiratorios.

Bibliografía

- 1. Norma Técnica para el Manejo de las Enfermedades Respiratorias del niño.** MINSAL. 2002
- 2. Guía Clínica AUGE: infección respiratoria baja de manejo ambulatorio en menores de 5 años.** Serie Guías Clínicas Ministerio de Salud de Chile. 2013.
- 3. Weibel ER** Morphometry of the human lung. Springer Verlag, Berlín. 1963.
- 4. Weibel ER** What makes a good lung? *Swiss Med Wkly* 2009;139(27-28):375-86.
- 5. Weibel ER** A retrospective of lung morphometry: from 1963 to present. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*. 2013. 15;305(6):405-8.
- 6. Iñiguez F. y Sánchez I.** Desarrollo pulmonar: Diferencias anatómicas y funcionales entre el lactante y el adulto. En "Enfoque clínico de las enfermedades respiratorias del niño". Ed. Universidad Católica. 2007.
- 7. Houtmeyers E, Gosselink R, Gayan-Ramírez G, Decramer M.** Regulation of mucociliary clearance in health and disease. *Eur Respir J*. 1999;13(5):1177-88.
- 8. Kim CS, Iglesias AJ, Sackner MA.** Mucus clearance by twophase gas-liquid flow mechanism: asymmetric periodic flow model. *J Appl Physiol* 1987; 62: 959-971.
- 9. Sackner MA, Kim CS.** Phasic flow mechanisms of mucus clearance. *Eur J Respir Dis Suppl*. 1987;153:159-64.
- 10. Van der Schans CP.** Bronchial mucus transport. *Respir Care*. 2007;52(9):1150-6.
- 11. Postiaux G.** Principios generales de la fisioterapia respiratoria. En "Fisioterapia respiratoria del niño". Ed. McGraw-Hill e Interamericana. 2000.
- 12. Schechter MS.** Airway clearance applications in infants and children. *Respir Care*. 2007;52(10):1382-90.
- 13. Lester MK, Flume PA.** Airway-clearance therapy guidelines and implementation. *Respir Care*. 2009 Jun;54(6):733-50.

14. **Postiaux G.** Principales técnicas de fisioterapia de limpieza broncopulmonar en pediatría. En "Fisioterapia respiratoria del niño". Ed. McGraw-Hill e Interamericana. 2000.
15. **King M, Phillips DM, Gross D, Vartian V, Chang HK, Zidulka A.** Enhanced tracheal mucus clearance with high frequency chest wall compression. *Am Rev Respir Dis* 1983; 128: 511–515.
16. **van der Schans CP.** Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease. *Respir Care*. 2007;52(9):1198-206.
17. **Gallon A.** Evaluation of chest percussion in the treatment of patients with copious sputum production. *Respir Med*. 1991; 85:45-5.
18. **McCarren B, Alison JA, Herbert RD.** Vibration and its effect on the respiratory system. *Aust J Physiother*. 2006; 52:39–43.
19. **McCarren B, Alison JA.** Physiological effects of vibration in subjects with cystic fibrosis. *Eur Respir J*. 2006; 27:1204-1209.
20. **Wong JW, Keens TG, Wannamaker EM, Douglas PT, Crozier N, Levison H, Aspin N.** Effects of gravity on tracheal mucus transport rates in normal subjects and in patients with cystic fibrosis. *Pediatrics* 1977;60(2):146–152.
21. **Pryor JA, Weber BA, Hodson ME, Batten JC.** Evaluation of the forced expiration technique as an adjunct to postural drainage in treatment of cystic fibrosis. *Be Med J*. 1979 18;2:417-8.
22. **Postiaux G, Zwaenepoel B, Louis J.** Chest physical therapy in acute viral bronchiolitis: an update review. *Respir Care* 2013;58(9):1541-5.
23. **del Corral T, Beatriz Herrero B, Muñoz G, Ríos A.** Técnicas manuales para el drenaje de secreciones bronquiales: Técnicas espiratorias lentas. En *Manual de Procedimientos SEPAR: Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto*. Coordinadores: Martí Romeu JD y Vendrell M. Ed. Respira-Fundación Española del Pulmón-SEPAR. 2013.
24. **Zach M. y Oberwaldner B.** Chest Physiotherapy. En *Pediatric Respiratory Medicine*. Taussig L. y Landau L. Ed. Mosby. 1999.
25. **Hidalgo G, Puppo H, Romero J.** Kinesiterapia Respiratoria. En *Enfermedades Respiratorias en Pediatría*. Editores: Herrera O. y Quezada A. Ed. Mediterráneo. 2012.

26. **Postiaux G, Louis J, Labasse H, Gerroldt J, Kotik A, Lemuhot A, Patte C.** Evaluation of an alternative chest physiotherapy method in infants with respiratory syncytial virus bronchiolitis. *Respir Care* 2011;56(7):989-94.
27. **Gomes E, Postiaux G, Medeiros D, Monteiro K, Sampaio L, Costa D.** Chest physical therapy is effective in reducing the clinical score in bronchiolitis: randomized controlled trial. *Rev Bras Fisioter* 2012;16(3):241-7.
28. **Fink JB.** Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respir Care* 2007; 52:1210-1221.
29. **Bach JR.** Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. *Chest*. 1993;104(5):1553-62.
30. **Trebbia G, Lacombe M, Fermanian C, Falaize L, Lejaille M, Louis A, et al.** Cough determinants in patients with neuromuscular disease. *Respir Physiol Neurobiol*. 2005;146(2-3):291-300.
31. **Torres-Castro R, Monge G, Vera R, Puppo H, Céspedes J, Vilaró J.** Estrategias terapéuticas para aumentar la eficacia de la tos en pacientes con enfermedades neuromusculares. *Rev Med Chil*. 2014;142(2):238-45.
32. **Dail CW.** Glossopharyngeal breathing by paralyzed patients; a preliminary report. *Calif Med*. 1951;75(3):217-8.
33. **Bach JR, Bianchi C, Vidigal-Lopes M, Turi S, Felisari G.** Lung inflation by glossopharyngeal breathing and "air stacking" in Duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86(4):295-300.
34. **Kang SW, Bach JR.** Maximum insufflation capacity. *Chest*. 2000;118(1):61-5.
35. **Nygren-Bonnier M, Markström A, Lindholm P, Mattsson E, Klefbeck B.** Glossopharyngeal pistoning for lung insufflation in children with spinal muscular atrophy type II. *Acta Paediatr*. 2009;98(8):1324-8.
36. **Boitano LJ.** Equipment options for cough augmentation, ventilation, and noninvasive interfaces in neuromuscular respiratory management. *Pediatrics* 2009; 123 Suppl 4:S226-30.
37. **Agostini P, Singh S.** Incentive spirometry following thoracic surgery: what should we be doing? *Physiotherapy*. 2009;95(2):76-82.
38. **Myers TR.** Positive expiratory pressure and oscillatory positive expiratory pressure therapies. *Respir Care*. 2007;52(10):1308-26.

39. **Alves LA, Pitta F, Brunetto AF.** Performance analysis of the Flutter VRP1 under different flows and angles. *Respir Care.* 2008 Mar;53(3):316-23.
40. **Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK.** Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J* 2003; 21 (3): 502-8.



Figura 1. Espiración lenta y prolongada (ELPr)



Figura 2: Espiración lenta y total con glotis abierta en infralateral (ELTGOL)



Figura 3: Ejercicio de débito inspiratorio controlado (EDIC)



Voldyne® (Hudson)



Coach II® (Smiths Medical)

Figura 4: Incentivadores inspirométricos de volumen



Triflo II® (Hudson)



CLiniFlo® (Smiths Medical)

Figura 5: Incentivadores inspirométricos de flujo



PIPPEP®
(Koo Medical)



TheraPEP®
(Smiths Medical)



PariPEP®
(Pari Inc.)

Figura 6 : Dispositivos mecánicos de presión positiva espiratoria continua



Flutter VPR1®
(Aptalis Pharma Canada Inc.)



Re-Cornet®
(R. Cegala Gmb H&Co. KG)



Acapella®
(Smiths Medical)

Fig 7: Dispositivos mecánicos de presión espiratoria positiva oscilante o discontinua



New Respiroics T70 Cough Assist®
Philips

Fig 8: Dispositivo mecánico de asistencia de la tos