

Disostruzione bronchiale

Airway clearance techniques

Giancarlo Garuti¹, Antonello Nicolini², Stefano Belli³,
Raffaella Bellini⁴, Francesco D'Abrosca⁵

¹ UOC Pneumologia, Ospedale Santa Maria Bianca, AUSL MO, Mirandola (MO);
² SS Pneumologia Riabilitativa, Ospedale Sestri Levante, Sestri Levante (GE); ³ Divisione di Pneumologia Riabilitativa, Istituti Clinici Scientifici Maugeri, Pavia, IRCCS di Veruno (NO), C.d.L. in Fisioterapia, Università degli Studi dell'Insubria; ⁴ Servizio di Rieducazione Funzionale, Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata, Verona, C.d.L. in Fisioterapia, Università degli Studi di Verona; ⁵ Dipartimento di Scienze della Salute, Medicina Fisica e Riabilitativa, Università del Piemonte Orientale, Alessandria

Riassunto

La gestione ottimale delle secrezioni bronchiali è una delle componenti fondamentali dei programmi di riabilitazione polmonare (RP). L'applicazione di strategie individualizzate di disostruzione bronchiale dovrebbe essere parte integrante degli interventi fisioterapici nelle fasi acute delle malattie a interessamento polmonare e nella gestione delle condizioni ipersecretive croniche o dei deficit di tosse. L'obiettivo è di ridurre l'ostruzione delle vie aeree causata dalle secrezioni, migliorare la ventilazione alveolare e gli scambi respiratori, riducendo il lavoro respiratorio e il numero di infezioni respiratorie.

Parole chiave: riabilitazione polmonare, secrezioni bronchiali, tecniche di disostruzione bronchiale, malattie respiratorie

Summary

Good management of bronchial secretions is a key component of pulmonary rehabilitation programs. Physiotherapy interventions to manage the acute phases of lung diseases and chronic hypersecretory conditions or cough deficits should include tailored airway clearance strategies. The aim is to reduce airway obstruction caused by secretions, to improve alveolar ventilation and respiratory exchanges, and to reduce the work of breathing and the number of respiratory infections.

Key words: pulmonary rehabilitation, bronchial mucus, airway clearance techniques, respiratory diseases

Le secrezioni bronchiali sono uno dei principali meccanismi di difesa del polmone poiché proteggono la mucosa delle vie aeree e permettono la rimozione delle sostanze corpuscolate inalate o prodotte dalle cellule del sistema immunitario. Molte condizioni patologiche che colpiscono l'apparato respiratorio (vedi capitoli precedenti) causano un aumento nella produzione delle secrezioni bronchiali e dei processi infiammatori, con alterazione delle caratteristiche reologiche del muco e della clearance. La clearance mucociliare è uno dei meccanismi naturali di disostruzione bronchiale, insieme al flusso in direzione cefalica e alla tosse. Nella maggior parte dei casi, l'ingombro bronchiale si aggiunge ai processi infiammatori e alle modificazioni strutturali del parenchima polmonare comportando un aumento delle resistenze al passaggio dell'aria e alterazioni nella ventilazione regionale e negli scambi gassosi. Una gestione ottimale delle secrezioni è quindi fondamentale per ridurre il lavoro respiratorio e rappresenta una delle sfide più importanti e dibattute all'interno dei programmi di riabilitazione pneumologica¹.

Le "tecniche di disostruzione bronchiale" sono universalmente riconosciute come parte integrante degli interventi fisioterapici nelle fasi acute delle

Come citare questo articolo: Garuti G, Nicolini A, Belli S, et al. "Raccomandazioni Italiane sulla Pneumologia Riabilitativa. Evidenze scientifiche e messaggi clinico-pratici". Documento AIPO-ITS/ARIR. Capitolo 19. Disostruzione bronchiale. Rassegna di Patologia dell'Apparato Respiratorio 2022;37(Suppl. 1):S64-S70. <https://doi.org/10.36166/2531-4920-suppl.1-37-2022-19>

© Copyright by Associazione Italiana Pneumologi Ospedalieri – Italian Thoracic Society (AIPO – ITS)



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

malattie a interessamento polmonare e nella gestione delle condizioni ipersecretive croniche o dei *deficit* di tosse. Il loro scopo è quello di contrastare l'ostruzione delle vie aeree causata dalle secrezioni bronchiali e reclutare ("riespandere") le aree disventilate o atelettasiche, riducendo il lavoro respiratorio, migliorando gli scambi e prevenendo le infezioni delle vie respiratorie². Rispetto ad altre componenti della riabilitazione polmonare (RP), le evidenze di efficacia nel lungo termine sono ancora molto dibattute, soprattutto a causa delle evidenti difficoltà nell'isolare gli effetti delle singole manovre da altre terapie in atto e nel quantificare l'efficacia delle varie metodiche con *outcome* specifici. Al momento non esistono elementi per affermare in modo conclusivo la superiorità di una tecnica rispetto a un'altra^{3,4}, tuttavia le evidenze di efficacia hanno acquisito sempre maggiore forza, in particolare in riferimento alla gestione quotidiana delle patologie ipersecretive⁵, delle malattie neuromuscolari⁶ e delle esacerbazioni di malattie respiratorie croniche⁷.

Tra le strategie utilizzate per la *clearance* delle vie aeree si possono distinguere interventi che favoriscono il reclutamento del volume nella periferia del polmone (dalla 16^a generazione bronchiale fino alle aree alveolari),

quelli che favoriscono la mobilitazione del muco dalla periferia verso le alte vie aeree (vie intermedie fino alla 6-7^a generazione bronchiale) e quelli che assistono o sostituiscono la fase di rimozione/espettorazione (dalla 7^a generazione fino alla faringe) (Fig. 1). Nell'equazione devono essere considerate anche eventuali manovre dedicate all'igiene delle secrezioni prodotte nelle alte vie respiratorie, che comprendono i lavaggi nasali e la disostruzione rinofaringea retrograda⁸.

In generale, una corretta gestione delle secrezioni bronchiali si basa su alcuni elementi fondamentali⁹:

- ottimizzazione della broncodilatazione (ove necessario) e della terapia farmacologica;
- miglioramento della reologia del muco (umidificazione, idratazione, trattamento farmacologico, etc.) per favorire l'attività dell'escalatore muco-ciliare;
- reclutamento del volume necessario per generare i flussi espiratori (l'aria deve poter raggiungere le aree ipoventilate, anche a monte dell'ostruzione);
- incremento dei flussi espiratori (la prevalenza del piccolo di flusso espiratorio rispetto a quello inspiratorio favorisce lo spostamento cefalico delle secrezioni).

Nella pratica clinica questi elementi devono essere utilizzati in modo complementare dopo una attenta va-

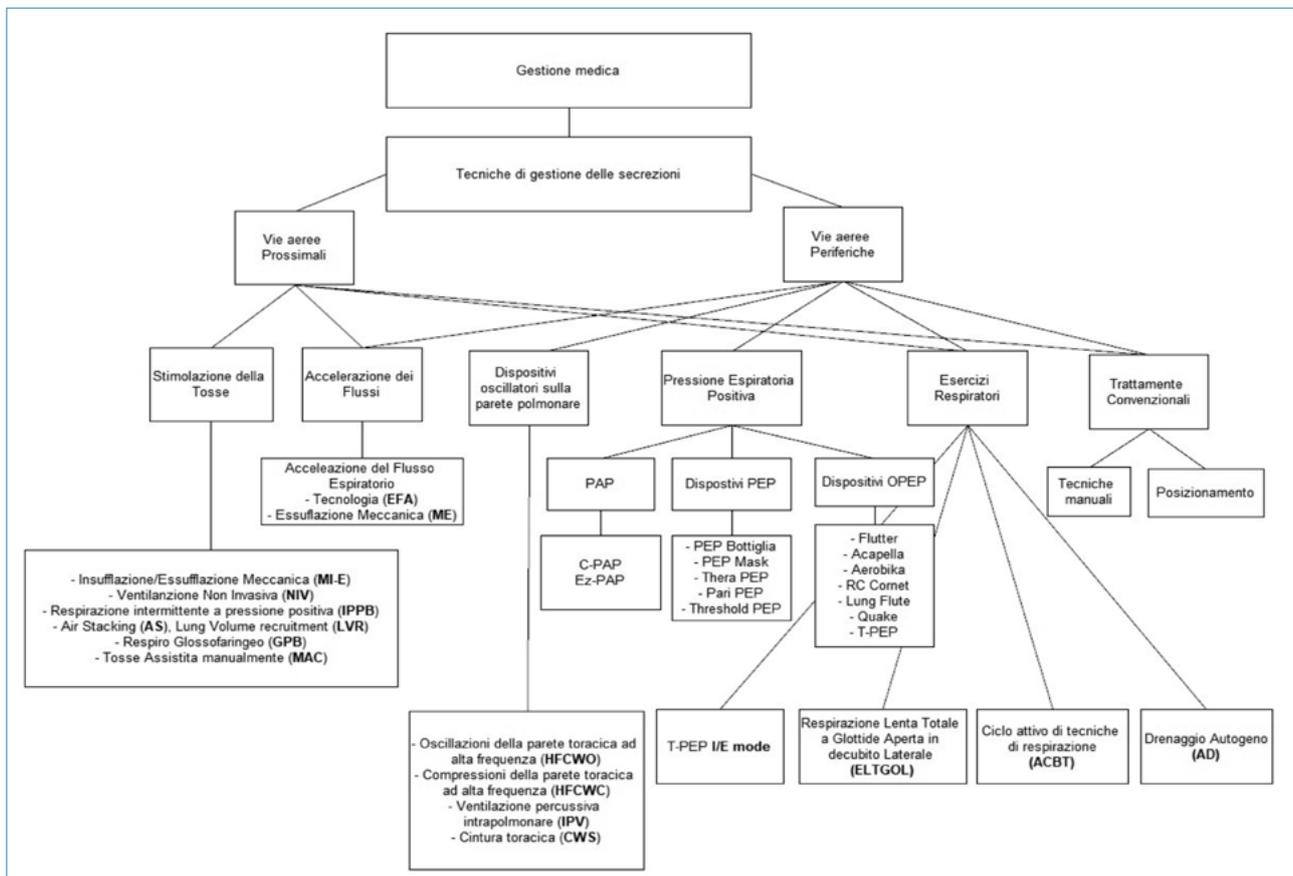


Figura 1. Schema rappresentativo delle strategie e dei dispositivi in funzione del meccanismo e dei livelli di azione.

Tabella I. Indicazioni e controindicazioni delle principali tecniche e sistemi per la gestione delle secrezioni bronchiali.

	Condizioni cliniche di riferimento	Livello di collaborazione del paziente		Controindicazioni	Tempo indicativo singola applicazione	Effetti/indicazioni
ACBT (Active Cycle of Breathing Techniques-Ciclo attivo delle tecniche di respirazione)	BPCO ipersecretiva, bronchiectasie, fibrosi cistica, pre/post-intervento chirurgico	Buono Autogestione		Pazienti con flussi espiratori ridotti, pazienti con problemi cognitivi, agitati o confusi	20'	Mobilizzare le secrezioni dalla periferia polmonare. Facilitare l'espettorazione. Combina la riexpansione polmonare con accelerazione del flusso espiratorio. Si può combinare con altre strategie disostruttive.
Drenaggio autogeno	BPCO ipersecretiva, bronchiectasie, fibrosi cistica, pre/post-intervento chirurgico	Medio - buono Autogestione		Pazienti molto giovani (< 12 anni), pazienti con problemi cognitivi, pazienti altamente decondizionati, pazienti con riduzione del riflesso della tosse, di difficile insegnamento	20-30'	Mobilizzare le secrezioni dalla periferia polmonare. Si può combinare con altre strategie disostruttive.
ELTGOL (espirazione lenta e prolungata a glottide aperta in decubito laterale)	BPCO, Bronchiectasie, fibrosi cistica, post-intervento (precauzione)	Medio - buono Autogestione		Pazienti giovani (< 18 anni), pazienti con problemi cognitivi, agitati o confusi, pazienti che non sono in respiro spontaneo	20'	Mobilizzare le secrezioni dalla periferia polmonare. Si può combinare con altre strategie disostruttive.
Sistemi PEP (PEP-Bottle PEP-mask, Pari-PEP®, Thera-PEP®, etc.)	BPCO ipersecretiva, bronchiectasie, fibrosi cistica, pre/post-intervento chirurgico	Medio - buono Autogestione		Pazienti con flussi espiratori ridotti, problemi cognitivi, altamente decondizionati. Pneumotorace non drenato, emottisi attiva	10-15'	Mobilizzare le secrezioni dalla periferia del polmone. Aumentare i volumi polmonari (CFR and VC), ridurre l'iperinflazione. Necessario combinare con altre strategie disostruttive.
Sistemi OPEP (Aerobika®, Acapella®, Flutter®, RC Cornet®, etc.)	BPCO ipersecretiva, bronchiectasie, fibrosi cistica, pre/post-intervento chirurgico	Medio - buono Autogestione		Pazienti con riduzione dei flussi, con danni cognitivi, fortemente decondizionati. Pneumotorace non drenato, emottisi attiva	10-15'	Mobilizzare le secrezioni dalla periferia del polmone: l'oscillazione facilita il distacco delle secrezioni, incrementando i volumi polmonari (CFR and VC). Riduzione dell'iperinflazione. Necessario combinare con altre strategie disostruttive.
T-PEP® (temporary positive expiratory pressure)	BPCO ipersecretiva, bronchiectasie, fibrosi cistica, pre/post-intervento chirurgico	Medio - buono Autogestione		Pazienti non collaboranti o con patologia neuromuscolare e deficit di pompa respiratoria	15-20'	Mantiene un prolungato e costante flusso espiratorio a bassa pressione con un feedback per il paziente, che facilita la risalita del muco. Utile per pazienti con sindrome Asma+BPCO, pazienti con ridotti flussi espiratori. Include erogatore di aerosolterapia e doccia nasale.
T-PEP® modalità I/E (Inspiratoria/Espiratoria)	Ipersecretivi cronici, pre-e post-chirurgici, atelettasici, ristretti non neuromuscolari	Medio - buono Autogestione		Pazienti non collaboranti o con patologia neuromuscolare e deficit di pompa respiratoria. Pneumotorace non drenato, emottisi attiva	15-20'	Migliora la ventilazione periferica. Attraverso resistori in/espiratori e feedback regolabili guida il paziente a effettuare espirazioni ed inspirazioni lente e profonde, favorendo il reclutamento della periferia del polmone, e il lavoro attivo della muscolatura inspiratoria ed espiratoria.
IPPB (Intermittent Positive Pressure Breathing) (Alpha300)	Ipersecretivi cronici, pre-e post-chirurgici, atelettasici	Da medio a alto		Pazienti non collaboranti o con patologia neuromuscolare e deficit di pompa respiratoria	15-30'	Migliora la ventilazione periferica. Permette di effettuare inspirazioni profonde con l'aiuto di un flusso costante e un obiettivo di pressione regolabile. In fase espiratoria è impostabile una PEEP. Include erogatore di aerosolterapia.
IPPV (Intermittent Positive Pressure Ventilation) (IPV®, Metaneb)	BPCO (ipercapnici), bronchiectasie, fibrosi cistica	Da buono a basso		Pneumotorace, emottisi attiva, ipocapnia	30'	Ottimizzare la ventilazione del paziente, facilitare il distacco e la risalita delle secrezioni. Aiuta a ridurre l'ipercapnia e migliora l'ossigenazione, utile per pazienti con secrezioni tenaci.
Disostruzione in NIV - CPAP	Fibrosi cistica, pre/post intervento chirurgico	Medio - buono		Pazienti a rischio di de-reclutamento, insufficienza respiratoria grave, instabilità emodinamica	20'	Attraverso l'adattamento temporaneo dei parametri di ventilazione e/o l'associazione di altre tecniche o manovre manuali, favorire il reclutamento alveolare e sfruttare i flussi espiratori per mobilizzare le secrezioni.
Ez-PAP®	Post-intervento chirurgico	Da buono ad assente		Pazienti con riduzione dei flussi, con danni cognitivi, fortemente decondizionati. Pneumotorace non drenato, emottisi attiva	5-15'	Riespandere le aree atelettasiche, sostenere i flussi inspiratori attraverso flussi elevati di ossigeno. In associazione alle manovre di espirazione forzata, utile per la mobilizzazione e rimozioni delle secrezioni periferiche.
Assistenti meccanici alla tosse (CoughAssist E70, Kalos, EOVE-70, Nippy Clearway, Pegaso Plus Cough, Comfort Cough II, Pulsar, etc.)	Malattie neuromuscolari, post coma, GCA (con attenzione alla funzionalità glottica)	Da buono (in sincronia con lo strumento) ad assente		Paralisi spastica della muscolatura bulbare, recente barotrauma, pneumotorace, instabilità emodinamica, recente chirurgia toracica, enfisema bollosa, pneumomediastino, recente chirurgia addominale, trauma maxillofaciale, epistassi.	10-30'	Mobilizzare e rimuovere le secrezioni nei pazienti con tosse inefficace attraverso manovre di insufflazione ed essufflazione meccanica. Può essere necessario combinare con altre strategie di lavoro sulla periferia del polmone e di modifica della reologia del muco.
HFCWO (High Frequency Chest Wall Oscillation) (Respin, Vest™ System, smart Vest®, etc.)	BPCO, bronchiectasie, fibrosi cistica	Da buono ad assente		Intolleranza alle vibrazioni, tosse inefficace (se non associato ad altra strategia di disostruzione adeguata)	20'	Mobilizzare le secrezioni attraverso percussioni e vibrazioni applicate sulla parete toracica. Può essere necessario combinare con altre strategie disostruttive.
EFA® (Acceleratore di Flusso Espiratorio)	BPCO, bronchiectasie, post-intervento chirurgico, post-trapianto, fibrosi cistica, malattie neuromuscolari e GCA, pazienti tracheostomizzati e con ridotti flussi espiratori	Da buono ad assente Autogestione		Nessuna segnalata. Utilizzato con cannula/tubo endotracheale, necessario monitoraggio costante durante la seduta.	15-30'	Accelerare il flusso espiratorio facilitando la risalita delle secrezioni in direzione cefalica. Non necessita di modifiche del pattern respiratorio da parte del paziente. È utilizzabile in respiro spontaneo, a volume corrente. Può essere utile combinare con altre strategie di reclutamento della periferia del polmone.

Tabella I. Indicazioni e controindicazioni delle principali tecniche e sistemi per la gestione delle secrezioni bronchiali.

lutazione del livello di ingombro, delle caratteristiche reologiche del muco, delle possibilità di collaborazione del paziente, della disponibilità di mezzi e materiali, del rapporto costo-beneficio e delle eventuali preferenze del paziente stesso (o di chi lo assiste). L'obiettivo dovrebbe essere quello di combinare le strategie in funzione della condizione e delle risposte del singolo paziente ricercando il miglior effetto sulla *clearance* delle vie aeree con la più bassa incidenza possibile di effetti collaterali e di eventi avversi ⁹.

Le strategie descritte in letteratura che si sono dimostrate valide nell'agire sulle secrezioni bronchiali sono ^{10,11}:

- la variazione della postura, cui corrisponde una differente distribuzione della ventilazione polmonare regionale (interdipendenza alveolare);
- la regolazione dei flussi inspiratori e l'aumento del tempo di permanenza dell'aria nelle regioni periferiche del polmone (che permette di ridurre l'asincronia ventilatoria e il cosiddetto meccanismo "Pendelluft" e garantisce la diffusione dell'aria attraverso le vie collaterali);
- l'incremento attivo o passivo dei flussi espiratori partendo da differenti volumi polmonari (che permette di sfruttare l'energia cinetica dell'aria in uscita per promuovere lo spostamento cefalico del muco nelle vie intermedie e centrali). In particolare, è stato dimostrato che lo spostamento cefalico delle secrezioni è garantito quando il picco di flusso espiratorio (PEF) supera di almeno un 10% quello inspiratorio (PIF);
- le oscillazioni dei flussi aerei durante il ciclo respiratorio (o percussioni intra-polmonari) e quelle toraciche ad alta frequenza (extra-polmonari) possono agire favorevolmente sulle caratteristiche reologiche del muco, facendolo progredire verso le vie aeree più prossimali e migliorando la distribuzione della ventilazione periferica ¹².

Tutte le tecniche e i dispositivi sfruttano uno o più di questi meccanismi per agire sulla mobilizzazione ed eliminazione delle secrezioni bronchiali (Tab. I). Tra le tecniche fisioterapiche più conosciute nel trattamento delle malattie respiratorie croniche ipersecretive vi sono ⁵: il Drenaggio Posturale (DP), modificato secondo le attuali conoscenze, il Ciclo Attivo delle Tecniche Respiratorie (ACBT), la Respirazione Lenta Totale a Glottide Aperta in decubito Laterale (ELTGOL) e il Drenaggio Autogeno (AD).

Strumenti e dispositivi che oppongono una resistenza al flusso espiratorio o Pressione Espiratoria Positiva (PEP): *PEP-bottle*, *Temporary Positive Expiratory Pressure* (T-PEP®), *Oscillatory positive expiratory Pressure* (OPEP) (Aerobika®, Flutter®, Acapella®, RC-Cornet®, Lung Flute®, Quake®), o senza l'associazione di oscillazioni (PEP-mask®, Pari-PEP®, Thera-PEP®, Threshold PEP®) sono largamente utilizzati in associazione alle tecniche

sopracitate o in combinazione con altre manovre che incrementano i flussi espiratori. Tra gli effetti benefici delle manovre eseguite con PEP si possono ricordare: l'aumento della capacità funzionale residua e il reclutamento di aree disventilate, lo "svuotamento aereo" in caso di iperinflazione e la prevenzione del collasso precoce delle vie aeree durante l'espirazione ¹³. Studi fisiologici hanno dimostrato che l'utilizzo di strumenti con resistori flusso-dipendenti sono preferibili rispetto a quelli con resistori a soglia (PEP-bottle, Threshold PEP®), poiché a parità di pressione generata risultano più efficaci nell'azione di reclutamento alveolare e richiedono un minor lavoro respiratorio per il paziente ¹⁴.

Esistono oggi dispositivi elettromedicali in grado di guidare il paziente in modo attivo ed autonomo nella gestione della seduta di disostruzione e/o di "riespirazione", attraverso l'utilizzo di *feedback* visivi e uditivi (TPEP®, *Intermittent Positive Pressure Breathing* - IPPB). Alcuni di questi permettono inoltre di registrare i tempi e la qualità dell'attività con la possibilità di monitorare l'aderenza alle prescrizioni e verificare la necessità di adattamenti delle indicazioni terapeutiche ¹⁵⁻¹⁷.

Altri dispositivi che non richiedono necessariamente la collaborazione attiva del paziente permettono invece di applicare compressioni/oscillazioni intra o extra-toraciche (*Intrapulmonary Percussive Ventilation* - IPV, *High Frequency Chest Compression/Oscillation* - HFCWC/HFCWO e *Focused pulse HFCWO*) ¹⁸⁻²⁰. L'applicazione si sovrappone al respiro spontaneo generando variazioni più o meno rapide dei flussi all'interno delle vie aeree durante tutto il ciclo respiratorio, favorendo il reclutamento delle aree ipoventilate, aumentando l'interazione tra il flusso d'aria e il muco attraverso le forze di taglio e diminuendo la viscoelasticità delle secrezioni.

Tra le opzioni non invasive, la tecnologia *Expiratory Flow Acceleration* (EFA®) ha dimostrato efficacia in diversi scenari clinici: attraverso l'accelerazione dosata del flusso espiratorio spontaneo a volume corrente, favorisce la mobilizzazione e rimozione del muco evitando l'effetto aspirazione (e relativo rischio di collasso delle vie aeree), senza richiedere un aumento del lavoro respiratorio ^{21,22}. Tale tecnologia è stata inclusa in dispositivi multifunzione che permettono di utilizzare più strategie alternative o complementari in funzione delle necessità del paziente. Nel caso di *deficit* della pompa muscolare respiratoria (malattie neuromuscolari, neurodegenerative o gravi cerebrolesioni), sono indicate tecniche che prevengono una assistenza inspiratoria e/o espiratoria finalizzate a compensare o sostituire la tosse inefficace. L'assistenza può essere eseguita con mezzi manuali attraverso insufflazioni sovrapposte (*air-stacking*) con pallone da rianimazione seguite dalla compressione manuale toraco/addominale. Le manovre possono essere eseguite

in modo più performante anche attraverso l'utilizzo di ventilatori meccanici in modalità volumetrica (solo per la fase di insufflazione) o di dispositivi elettromedicali di assistenza alla tosse (le cosiddette "macchine della tosse"). In associazione alla ventilazione meccanica, tali dispositivi sono ormai considerati indispensabili per la gestione a lungo termine di pazienti affetti da patologia neuromuscolare, e sono in grado di prevenire o risolvere gli episodi di ingombro bronchiale e le riacutizzazioni respiratorie⁶. È ormai noto che l'utilizzo della ventilazione meccanica non garantisca di per sé la *clearance* delle secrezioni bronchiali. Studi dimostrano che le impostazioni normalmente utilizzate nella pratica clinica, anche se adeguate dal punto di vista della ventilazione e degli scambi, tendono a favorire i flussi inspiratori a svantaggio di quelli espiratori e quindi a produrre una stagnazione delle secrezioni nell'albero bronchiale. È quindi opportuno prevedere un monitoraggio costante dell'ingombro bronchiale, adattando per quanto possibile le modalità e i parametri di ventilazione e/o alternando manovre/dispositivi che favoriscano la mobilizzazione e l'espettorazione delle secrezioni²³.

In ogni caso, è sempre più diffuso l'utilizzo dei dispositivi di ventilazione per supportare le manovre di disostruzione bronchiale nel paziente ventilato sia in patologie respiratorie croniche come la fibrosi cistica²⁴, sia nel trattamento del paziente critico in terapia intensiva²⁵. Attraverso la modifica temporanea dei parametri di ventilazione è possibile reclutare volume (es. aumento della PEEP-*Positive End Expiratory Pressure*) o favorire l'azione dei flussi espiratori evitando il collasso precoce delle vie aeree (es. diminuzione della PEEP) e la risalita delle secrezioni⁵.

In letteratura sono descritte diverse strategie, ma al momento non vi sono indicazioni definitive sulle modalità di titolazione dei parametri. La strategia più studiata al momento è la cosiddetta PEEP-ZEEP (Zero PEEP), che prevede un periodo di reclutamento con alta-PEEP a scalare fino all'azzeramento totale, al fine di favorire il picco di flusso espiratorio²⁶.

I dispositivi di ventilazione non invasiva (NIV) o gli strumenti in grado di generare una pressione positiva delle vie aeree, continua o variabile (CPAP-EzPAP®), possono essere utilizzati con programmi e impostazioni dedicate, come supporto al reclutamento nel contesto delle sedute di disostruzione bronchiale^{24,27}.

La diffusione dei dispositivi per l'umidificazione riscaldata ad alto flusso, erogata attraverso l'utilizzo di canule nasali dedicate, fornisce oggi un'ulteriore opzione terapeutica anche in funzione della gestione delle secrezioni bronchiali: è infatti dimostrato che un adeguato condizionamento dell'aria inalata sia in grado di agire sulla *clearance* muco-ciliare e migliorare la reologia

del muco, con particolare vantaggio per le patologie caratterizzate da muco tenace²⁸.

Allo stesso scopo, in tali patologie si è dimostrata utile anche la somministrazione di aerosolterapia con soluzione ipertonica salina al 3% o al 7%, con l'attenzione di verificarne l'eventuale effetto bronco-irritante e la comparsa di broncospasmo, normalmente risolvibile con la somministrazione preventiva di broncodilatatore¹.

Nelle malattie polmonari croniche ipersecretive e nei *deficit* cronici di tosse (malattie neuromuscolari o neurodegenerative con interessamento glottico), le manovre di gestione delle secrezioni bronchiali dovrebbero essere eseguite quotidianamente, anche più volte al giorno. Per questo motivo va posta particolare attenzione nella scelta delle strategie e dei dispositivi che garantiscano la minor fatica possibile per il paziente, la possibilità di essere utilizzate in autonomia o comunque agevolmente con l'aiuto dei *caregiver*, che siano adeguati allo stile di vita del paziente ed eventualmente trasportabili, che abbiano la possibilità di adattarsi nel tempo, in funzione del variare ciclico delle condizioni cliniche o dell'evoluzione della patologia. Inoltre, è essenziale che la scelta non sia basata solamente sul risultato nel breve termine, ma tenga conto della possibile evoluzione della malattia, del grado di adattabilità della terapia allo stile di vita del paziente e del beneficio complessivo nel lungo periodo (controllo e gestione delle esacerbazioni).

Raccomandazioni

- **La disostruzione bronchiale con l'applicazione delle diverse metodiche basate su presupposti fisiopatologici è una componente fondamentale della RP poiché la rimozione di secrezioni in eccesso permette una miglior ventilazione alveolare e la riduzione delle resistenze delle vie aeree con conseguente minor lavoro dei muscoli respiratori.**
- **Diverse metodiche vanno applicate in pazienti che abbiano come componente principale una ipersecrezione bronchiale (es. bronchiettasici) rispetto a pazienti in cui il difetto principale è una alterata efficacia della tosse (es. neuromuscolari).**
- **La scelta della migliore modalità di disostruzione bronchiale va personalizzata basandosi sul meccanismo fisiopatologico prevalente presente nel paziente e anche sulla preferenza individuale e sulla possibilità di applicazione quotidiana a domicilio (es. training del caregiver).**

Bibliografia

- 1 Rubin BK. Aerosol medications for treatment of mucus clearance disorders. *Respir Care* 2015;60:825-832. <https://doi.org/10.4187/respcare.04087>
- 2 Fahy JV, Dickey BF. Airway mucus function and dysfunction. *N Engl J Med* 2010;363:2233-2247. <https://doi.org/10.1056/NEJMr0910061>
- 3 Hess DR. The evidence for secretion clearance techniques. *Respir Care* 2001;46:1276-1293. <https://doi.org/10.1097/01823246-200213040-00003>
- 4 Warnock L, Gates A. Chest physiotherapy compared to no chest physiotherapy for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;CD001401. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001401.pub3>
- 5 McIlwaine M, Bradley J, Elborn JS, et al. Personalising airway clearance in chronic lung disease. *Eur Respir Rev* 2017;26:160086. <https://doi.org/10.1183/16000617.0086-2016>
- 6 Chatwin M, Toussaint M, Gonçalves MR, et al. Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. *Respir Med* 2018;136:98-110. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.01.012>
- 7 Phillips J, Lee A, Pope R, et al. Effect of airway clearance techniques in patients experiencing an acute exacerbation of bronchiectasis: a systematic review. *Physiother Theory Pract* 2020;36:1300-1315. <https://doi.org/10.1080/09593985.2019.1579286>
- 8 Postiaux G. La kinésithérapie respiratoire du poumon profond. Bases mécaniques d'un nouveau paradigme [Chest physical therapy of the distal lung. Mechanical basis of a new paradigm]. *Rev Mal Respir* 2014;31:552-567. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2013.11.009>
- 9 Hill CJ, Lazzeri M, D'Abrasca F. Breathing exercises and mucus clearance techniques in pulmonary rehabilitation. In: Cline E, Holland A, Pitta F, Troosters T. (eds) *Textbook of Pulmonary Rehabilitation*. Springer, Cham 2016, pp. 205-216.
- 10 Volpe MS, Adams AB, Amato MB, et al. Ventilation patterns influence airway secretion movement. *Respir Care* 2008;53:1287-1294.
- 11 Belli S, Prince I, Savio G, et al. Airway clearance techniques: the right choice for the right patient. *Front Med* 2021;8:544826. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.544826>
- 12 Nicolini A, Cardini F, Landucci N, et al. Effectiveness of treatment with high-frequency chest wall oscillation in patients with bronchiectasis. *BMC Pulm Med* 2013;13:21. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-21>
- 13 Fagevik Olsén M, Lannefors L, Westerdahl E. Positive expiratory pressure - Common clinical applications and physiological effects. *Respir Med* 2015;109:297-307. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2014.11.003>
- 14 Sehlin M, Winsö O, Wadell K, et al. Inspiratory capacity as an indirect measure of immediate effects of positive expiratory pressure and CPAP breathing on functional residual capacity in healthy subjects. *Respir Care* 2015;60:1486-1494. <https://doi.org/10.4187/respcare.03872>
- 15 Denehy L, Berney S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. *Eur Respir J* 2001;17:821-829. <https://doi.org/10.1183/09031936.01.17408210>
- 16 Venturelli E, Crisafulli E, DeBiase A, et al. Efficacy of temporary positive expiratory pressure (TPEP) in patients with lung diseases and chronic mucus hypersecretion. The UNIKO® project: a multicentre randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2013;27:336-346. <https://doi.org/10.1177/0269215512458940>
- 17 D'Abrasca F, Garabelli B, Savio G, et al. Comparing airways clearance techniques in chronic obstructive pulmonary disease and bronchiectasis: positive expiratory pressure or temporary positive expiratory pressure? A retrospective study. *Braz J Phys Ther* 2017;21:15-23. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2016.12.001>
- 18 Toussaint M, Guillet MC, Paternotte S, et al. Intrapulmonary effects of setting parameters in portable intrapulmonary percussive ventilation devices. *Respir Care* 2012;57:735-742. <https://doi.org/10.4187/respcare.01441>
- 19 Nicolini A, Grecchi B, Banfi P. Effectiveness of two high frequency chest wall oscillation techniques in patients with bronchiectasis: a randomized controlled preliminary study. *Panminerva Med* 2020. <https://doi.org/10.23736/S0031-0808.20.03735-0>
- 20 Osman LP, Roughton M, Hodson ME, et al. Short-term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in patients with cystic fibrosis. *Thorax* 2010;65:196-200. <https://doi.org/10.1136/thx.2008.111492>
- 21 Garuti G, Verucchi E, Fanelli I, et al. Management of bronchial secretions with Free Aspire in children with cerebral palsy: impact on clinical outcomes and healthcare resources. *Ital J Paediatr* 2016;42:7. <https://doi.org/10.1186/s13052-016-0216-0>
- 22 Belli S, Cattaneo D, D'Abrasca F, et al. A pilot study on the non-invasive management of tracheobronchial secretions in tracheostomised patients. *Clin Respir J* 2019;13:637-642. <https://doi.org/10.1111/crj.13074>
- 23 Ntounenopoulos G, Shannon H, Main E. Do commonly used ventilator settings for mechanically ventilated adults have the potential to embed secretions or promote clearance? *Respir Care* 2011;56:1887-1892. <https://doi.org/10.4187/respcare.01229>
- 24 Moran F, Bradley JM, Piper AJ. Non-invasive ventilation for cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;2:CD002769. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002769.pub5>
- 25 Berney S, Haines K, Denehy L. Physiotherapy in critical care in Australia. *Cardiopulm Phys Ther J* 2012;23:19-25.
- 26 Amaral B, de Figueiredo AB, Lorena DM, et al. Effects of ventilation mode and manual chest compression on flow bias during the positive end- and zero end-expiratory pressure manoeuvre in mechanically ventilated patients: a randomised crossover trial. *Physiotherapy* 2020;106:145-153. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2018.12.007>
- 27 Demchuk AM, Chatburn RL. Performance characteristics of positive expiratory pressure devices. *Respir Care* 2021;66:482-493. <https://doi.org/10.4187/respcare.08150>
- 28 Hasani A, Chapman TH, McCool D, et al. Domiciliary humidification improves lung mucociliary clearance in patients with bronchiectasis. *Chron Respir Dis* 2008;5:81-86. <https://doi.org/10.1177/1479972307087190>