UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Scuola di Medicina e Chirurgia

Dipartimento di Medicina

Corso di Laurea in Infermieristica

Patologie neuromuscolari: disostruzione bronchiale e gestione espettorato nel paziente tracheostomizzato

UNO STUDIO DI REVISIONE

Relatore: Prof. Favaretto Andrea

Correlatore: Dott. Morettini Michele

Laureando: Giacomazzo Martina

(matricola n.: 2083521)

Anno Accademico 2024-2025

ABSTRACT

Background: Le patologie neuromuscolari sono malattie dovute alla degenerazione progressiva dei neuroni e comportano disfunzioni sensoriali, cognitive, motorie e respiratorie, fino alla morte. Le problematiche più comuni sono quelle respiratorie che portano a lungo andare alla necessità di effettuare una tracheostomia per migliorare e compensare gli scambi respiratori. Inoltre, per migliorare la clearance respiratoria si possono utilizzare diverse tecniche di disostruzione, sia manuali che meccaniche.

Scopo: L'obiettivo di questa revisione di letteratura è quello di far emergere ulteriori informazioni per quanto riguarda la gestione e l'efficacia dei dispositivi di disostruzione bronchiale con un focus sul funzionamento e l'utilità della macchina della tosse (MI-E).

Materiali e metodi: Per la stesura dell'elaborato sono stati consultati articoli presenti in banche dati elettroniche MEDLINE attraverso l'interfaccia PubMed e Google Scholar e presso letteratura cartacea. Per la creazione delle stringhe di ricerca e per la ricerca mediante parole chiave è stato utilizzato il metodo PICO.

Risultati e discussione: Dall'analisi della letteratura emerge che nonostante nessuna tecnica di clearance si sia dimostrata superiore, e che la scelta deve essere personalizzata in base a disponibilità, coordinamento tra tecniche e preferenze, l'insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E) è particolarmente efficace nei pazienti con debolezza muscolare respiratoria e tosse compromessa. Il suo impiego deve essere adattato in modo personalizzato per prevenire complicazioni e garantire una tosse efficace. È essenziale formare adeguatamente pazienti e caregiver per un corretto uso domiciliare. L'intervento precoce è determinante nel migliorare la qualità della vita.

Conclusione: Per garantire al paziente il miglior comfort e per ridurre il rischio di errore da parte del caregiver, o del personale sanitario non aggiornato, è necessario validare e seguire una linea guida per quanto riguarda l'utilizzo della macchina della tosse (MI-E). Quest'ultima dovrebbe garantire una spiegazione chiara e semplice dei vari passaggi, della manutenzione del dispositivo dopo l'uso. Inoltre, dovrebbe garantire uno standard di valori suggeriti indicando i massimi e minimi di funzionamento.

Parole chiave: Neuromuscular diseases, neuromuscular disorders, airway management, airway clearance techniques, cough assist, mechanical insufflation-exsufflation machine, nursing, caregiver, home care.

INDICE

INTRODUZIONE 3

CAPITOLO 1. DESCRIZIONE DEL PROBLEMA 5

1.1 Implicazioni respiratorie delle patologie neuromuscolari, meccanismo della respirazione e progressione della compromissione respiratoria 5

1.2 Tracheostomia: indicazioni al posizionamento e alla ventilazione meccanica 6

1.2.1 La medicazione: sito stomale e igiene della controcannula 6

1.3 Gestione delle secrezioni respiratorie e rischi associati alla ritenzione di secrezioni 9

1.3.1 Meccanismo di difesa fisiologico: la tosse 10

1.4 Tecniche di disostruzione delle vie aeree 11

1.4.1 Cough assist: il ruolo della macchina della tosse 11

1.4.2 Tecniche manuali: il drenaggio posturale e la percussione toracica ... 13

1.4.3 Tracheoaspirazione 16

1.5 Educazione caregiver 16

CAPITOLO 2. MATERIALI E METODI 19

2.1 Scopo dello studio 19

2.2 Quesito di ricerca e modello PICO 19

2.3 Fonti di ricerca 19

2.4 Strategia di ricerca e parole chiave 20

2.5 Criteri di inclusione ed esclusione 20

2.6 Flowchart ed estrazione dei dati 21

CAPITOLO 3. RISULTATI 23

3.1 Efficacia della macchina della tosse e delle altre strategie di disostruzione bronchiale 23

3.2 L'importanza di linee guida per sanitari e caregiver 24

CAPITOLO 4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI 27

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....

INTRODUZIONE

La gestione delle secrezioni in un paziente con patologia neuromuscolare è una procedura cruciale che riduce il rischio di infezioni. L'approccio principale per ridurre le secrezioni è la broncoaspirazione, ma ci sono altre tecniche che possono essere utilizzate per migliorare la secrezione dell'espettorato, come l'utilizzo della macchina della tosse - cough machine (mechanical insufflation-exsufflation) che sfrutta l'erogazione e l'aspirazione rapida di un flusso controllato di aria simulando un colpo di tosse con l'obiettivo di rendere più facile l'espettorazione da parte del paziente.

L'obiettivo di questa tesi è esaminare in modo approfondito la presenza di una tecnica che presenti una maggiore efficienza nei pazienti con questo tipo di patologie, mettendo in risalto anche l'assistenza domiciliare necessaria e la necessità di standardizzazione delle cure per evitare errori e per rendere le tecniche e le manovre più sicure per il paziente.

Durante le analisi effettuate per la stesura di questo elaborato si comprende che non vi è una tecnica migliore rispetto ad un'altra, anche se la macchina della tosse risulta efficace nei pazienti con debolezza muscolare che non sono in grado di collaborare con le altre metodiche di clearance respiratoria.

CAPITOLO 1. DESCRIZIONE DEL PROBLEMA

1.1 Implicazioni respiratorie delle patologie neuromuscolari, meccanismo della respirazione e progressione della compromissione respiratoria

Le patologie neurodegenerative o disordini neuromuscolari (NMD) sono malattie dovute alla degenerazione progressiva dei neuroni e comportano disfunzioni sensoriali, cognitive, motorie e respiratorie, fino alla morte. Le problematiche respiratorie, che sono relativamente frequenti, comprendono: vie aeree superiori e inferiori, resistenza della muscolatura respiratoria, respirazione e controllo della respirazione. Di conseguenza si può arrivare ad un quadro di ipoventilazione, seguita da accumulo di CO2 e ipossiemia moderata con gravità del quadro di acidosi respiratoria. Poiché il tessuto polmonare è sano e funzionale l'ossigeno terapia spesso non sarà necessaria al contrario della ventilazione meccanica che risulterà d'obbligo (Garuti, 2019a).

I neuroni centrali regolano profondità e ritmo del respiro; i muscoli intercostali e il diaframma sono i muscoli principali coinvolti nella fase di inspirazione, mentre scaleni e sternocleidomastoidei sono i muscoli accessori dell'inspirazione. L'espirazione è per lo più passiva, grazie al ritorno elastico dei polmoni e non dipende dalla muscolatura a differenza dell'espirazione forzata (es. durante esercizio o tosse), che dipende dai muscoli addominali e intercostali interni. Solitamente il parenchima polmonare non è interessato, ma con il progredire della malattia, i compartimenti polmonari possono chiudersi (dis- e atelettasia) o collassare, compromettendo così gli scambi gassosi (Wenninger & Jones, 2021).

La debolezza dei muscoli respiratori, in particolare del diaframma, impedisce una ventilazione efficace, specialmente in posizione supina e porta all'accumulo di CO_2 (ipercapnia). Anche se il centro respiratorio è intatto, il corpo non è in grado di compensare e la ventilazione peggiora. Inoltre, la compromissione delle vie aeree superiori e dei muscoli espiratori può causare tosse inefficace, disfagia, aspirazione e infezioni aggravando così il quadro clinico (Lechtzin, 2024).

La laringe è un organo fondamentale non solo per la voce, ma soprattutto per proteggere le vie respiratorie ed espellere le secrezioni mediante la tosse. In condizioni

normali, la tosse è un atto coordinato che dipende dalla capacità che ha la laringe di chiudersi e di generare pressione per poi riaprirsi rapidamente di seguito per espellere il muco e gli agenti irritanti. Nei pazienti NMD questa funzionalità potrebbe essere compromessa: i riflessi protettivi meno efficaci e la muscolatura laringea debole. Di conseguenza, la tosse risulta inefficace e le secrezioni si accumulano nei polmoni, aumentando il rischio di infezioni e complicanze respiratorie. Per aiutare questi pazienti si utilizza l'insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E), che simula il colpo di tosse erogando pressione positiva seguita da un repentino cambio in pressione negativa (Andersen et al., 2021).

1.2 Tracheostomia: indicazioni al posizionamento e alla ventilazione meccanica

La tracheostomia è un'apertura chirurgica che crea una finestra diretta tra trachea e cute, viene utilizzata soprattutto nei pazienti che necessitano una ventilazione meccanica prolungata, disfagia od ostruzioni delle vie aeree. Le principali indicazioni includono la gestione di abbondanti secrezioni, il supporto ventilatorio a lungo termine e il fallimento dello svezzamento. L'unica controindicazione assoluta è la presenza di un'infezione cutanea o interventi che impediscono l'identificazione delle strutture anatomiche. Può portare benefici facilitando e rendendo più sicure le cure infermieristiche e migliorando il comfort del paziente (Garuti, 2019a).

La decisione di eseguire una tracheostomia in pazienti con NMD e insufficienza respiratoria è un momento delicato che richiede una valutazione attenta degli aspetti clinici e delle preferenze del paziente. Tale scelta deve essere sempre personalizzata e condivisa, valutando aspettative, qualità di vita e opportunità terapeutiche (Lechtzin, 2024).

1.2.1 La medicazione: sito stomale e igiene della controcannula

È fondamentale prendersi cura della medicazione della tracheostomia nel paziente con SLA per diverse ragioni cruciali, tutte legate alla sicurezza, al mantenimento delle vie aeree libere e alla prevenzione di complicanze gravi. Inoltre, una medicazione regolare garantisce che la cannula rimanga stabile e ben posizionata, riducendo il rischio di

dislocazioni accidentali o ostruzioni causate da secrezioni, eventi che potrebbero portare a situazioni di emergenza respiratoria. In un contesto come quello della SLA, dove la tosse meccanica è compromessa a causa della debolezza muscolare, è essenziale mantenere il tratto tracheale pulito e libero per facilitare tecniche di clearance bronchiale, come l'aspirazione tracheale e l'uso della macchina della tosse assistita.

Le secrezioni possono fuoriuscire dallo stoma, provocando irritazione cutanea, macerazione ed escoriazioni: per questo il sito deve essere controllato almeno ogni 24 ore, registrando eventuali segni di infezione; va inoltre ispezionata la parte posteriore del collo per prevenire arrossamenti da collare. È essenziale eseguire almeno una volta al giorno o quando necessario la medicazione per mantenere lo stoma asciutto e pulito. Prima di iniziare la medicazione, il caregiver/sanitario informa della procedura l'assistito e dopo aver ottenuto il consenso inizia con l'igiene delle mani e il mantenimento della sterilità indossando i dispositivi di protezione individuale.

La tabella (I) riassume la procedura di medicazione.

Intervento	Ragionamento clinico/materiale specifico
Valutare se il paziente ha bisogno di essere aspirato	
Indossare i guanti monouso non sterili	Ridurre il rischio di infezioni
Valutare il cuffiaggio della cannula e allentare la fascetta di ancoraggio	Evitare il rischio di rimozione accidentale
Rimuovere la medicazione precedente e cambiare i guanti	

Valutare la cute peristomale	Se sono presenti evidenti segni di flogosi effettuare un tampone colturale
Preparare il campo sterile e indossare i guanti sterili	
Pulire lo stoma eseguendo movimenti circolari partendo dal centro dello stoma verso l'esterno utilizzando garze imbevute di soluzione detergente o disinfettante mantenendo con pollice e indice la cannula in sede per evitare la rimozione accidentale	- soluzione fisiologica sterile - garze sterili - disinfettante o acqua borica al 3% in soluzione acquosa
Asciugare tamponando la zona con garze sterili	L'ambiente umido favorisce la proliferazione di microrganismi e la macerazione della cute
Posizionare tra la cute e la placca una medicazione specifica per tracheostomia, oppure garze in TNT con taglio centrale a "Y"	Assorbire sudore e secrezioni, per proteggere la cute
Applicare una fascetta nuova e non stringerla troppo	

Dopo aver eseguito questi passaggi, smaltire il materiale utilizzato negli appositi contenitori, eseguire l'igiene delle mani e documentare l'esecuzione della procedura nella cartella clinica.

Generalmente l'igiene della controcannula viene eseguita due volte al giorno, o più frequentemente in caso di secrezioni abbondanti e mira alla rimozione delle secrezioni accumulate e alla prevenzione di infezioni da stasi delle mucose. L'infermiere, dopo aver indossato i dispositivi di protezione individuali, in primo luogo aspira le vie aeree,

successivamente procede alla verifica del corretto fissaggio della cannula principale e infine controlla la tenuta della cuffia. La controcannula viene rimossa delicatamente e collocata in soluzione disinfettante a base di Amuchina al 5% per circa dieci minuti, quindi risciacquata e sostituita con una pulita che viene fissata alla cannula principale. Al termine si controlla l'insorgenza di eventuali complicanze, si procede alla rimozione dei guanti, si eseguono le corrette pratiche di igiene delle mani e si registra l'intervento. Anche la cannula interna, per prevenire stenosi od ostruzioni, va ispezionata regolarmente; le cannule monouso sporche vanno smaltite, mentre quelle riutilizzabili devono essere pulite secondo le indicazioni fornite dal produttore (Garuti, 2019a).

1.3 Gestione delle secrezioni respiratorie e rischi associati alla ritenzione di secrezioni

L'ostruzione delle vie aeree secondaria al ristagno delle secrezioni aumenta il lavoro respiratorio, causa un mismatch nel rapporto ventilazione-perfusione, può inficiare il corretto scambio dei gas e può essere causa di flogosi e di infezioni (Garuti, 2019b).

La scelta della tecnica di disostruzione bronchiale richiede una valutazione accurata della profondità e della localizzazione delle secrezioni. Tale valutazione inizia precocemente e prosegue durante tutto il trattamento attraverso il monitoraggio dei parametri vitali e dell'aspetto clinico del paziente. L'auscultazione polmonare rappresenta un passaggio fondamentale, poiché i rumori respiratori patologici permettono di identificare la presenza e la distribuzione delle secrezioni, orientando così l'intervento terapeutico più adeguato (Garuti, 2019a).

Nei pazienti con malattie neuromuscolari, la tosse inefficace favorisce la formazione di tappi di muco, aumentando il rischio di atelettasie e infezioni respiratorie. Le infezioni delle vie aeree superiori peggiorano la funzione respiratoria, riducendo la capacità vitale e la forza muscolare. Nei pazienti tracheostomizzati, la gestione delle secrezioni è fondamentale e deve prevedere un'adeguata umidificazione e, se necessario, tecniche di disostruzione come manovra manuale e aspirazione. Il timing degli interventi deve basarsi su una valutazione clinica continua per prevenire complicanze e migliorare la qualità della vita (Garuti, 2019b).

1.3.1 Meccanismo di difesa fisiologico: la tosse

La tosse è un complesso movimento respiratorio che coinvolge le secrezioni bronchiali ed il reclutamento dei muscoli inspiratori, espiratori e della glottide. L'attività coordinata di tutte queste strutture ha come obiettivo quello di generare un'alta pressione intratoracica quando la glottide si chiude per indurre una compressione dinamica delle vie aeree (Garuti, 2019b).

La tosse rappresenta un meccanismo di difesa fondamentale dell'apparato respiratorio, poiché permette di mantenere libere le vie aeree da corpi estranei, eliminare le secrezioni prodotte in eccesso a seguito di infezioni e rispondere a stimoli irritativi o infiammatori (Garuti, 2019a).

Nel processo della tosse, l'accelerato flusso di aria nelle vie aeree trasferisce la forza di scorrimento al muco che viene mobilizzato ed espulso dal cavo orale.

Il meccanismo della tosse si divide in quattro fasi: prima dell'espulsione si verifica un breve processo di inspirazione profonda generato da uno stimolo irritativo al quale segue una fase di compressione dovuta alla chiusura della glottide e alla contrazione dei muscoli espiratori che genera un'accelerazione della velocità del flusso. Infine si ha una fase di espulsione, in cui la glottide si apre bruscamente consentendo all'aria di fuoriuscire ad alta velocità e si conclude con un decadimento (figura 1). La durata totale della tosse è di circa 0,4-0,5 s.

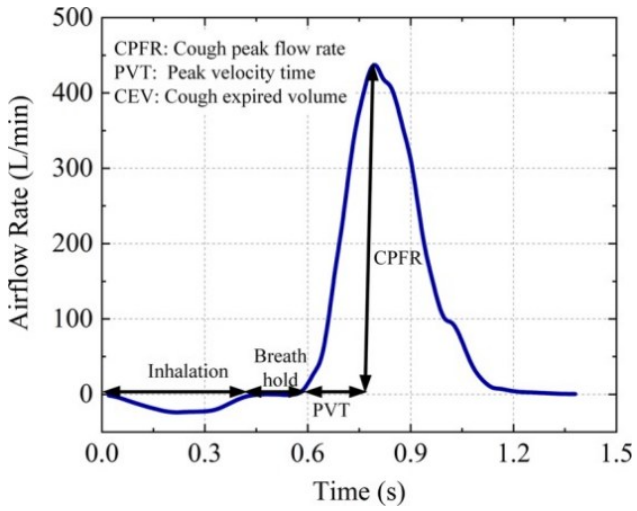

Figura 1 – meccanismo della tosse. Tratta da (Ren et al., 2020)

Una tosse efficace deve raggiungere un picco di flusso superiore a 160 L/min.

Il muco bronchiale, normalmente fluido e facilmente rimosso dalle ciglia, può diventare denso e viscoso durante la contaminazione, compromettendo la clearance mucociliare. In questo contesto, la tosse svolge un ruolo fondamentale: il flusso d'aria elevato genera uno stress meccanico che stacca il muco dalle pareti bronchiali facilitandone l'espulsione. Nei pazienti con NMD, la debolezza muscolare respiratoria o l'ostruzione delle vie aeree rendono la tosse inefficace, favorendo l'accumulo di secrezioni e aumentando il rischio di infezioni (Ren et al., 2020).

Le secrezioni tracheobronchiali si accumulano per eccesso di produzione, per irritazione dovuta alla cannula, come corpo estraneo, oppure causate da un deficit di eliminazione. Il paziente con tracheostomia è un soggetto a rischio di ritenzione di muco e di conseguenza suscettibile ad insufficienza respiratoria da ingombro bronchiale. È quindi di fondamentale importanza garantire al paziente un'adeguata disostruzione con una pronta e valida espettorazione (Garuti, 2019a)

1.4 Tecniche di disostruzione delle vie aeree

Le tecniche di clearance delle vie aeree si dividono in “prossimali”, che migliorano l'efficacia della tosse, e “periferiche”, che mobilizzano le secrezioni profonde. La scelta e l'adattamento dipendono dalla progressione della malattia, età, collaborazione, comorbidità, tipologia di caregiver e obiettivi di autonomia del paziente. Dato il carattere progressivo delle malattie neuromuscolari, le strategie di clearance devono essere periodicamente rivalutate e adattate (Garuti, 2019b).

1.4.1 Cough assist: il ruolo della macchina della tosse

La MI-E (Insufflazione-Esufflazione Meccanica) è un dispositivo che produce variazioni del flusso aereo all’interno dell’albero bronchiale in modo da generare il colpo di tosse. Può facilitare il movimento delle secrezioni dalle vie aeree inferiori a quelle più grandi. Si tratta di un dispositivo elettromedicale portatile non invasivo che simula un colpo di tosse repentino erogando prima pressione positiva, per ottimizzare il volume corrente (VT), il reclutamento polmonare e l’inspirazione profonda, seguita

immediatamente da una pressione negativa che aumenta i flussi di gas e migliora la mobilizzazione dell'espettorato attraverso una rapida espirazione forzata (Stilma et al., 2023).

Questo approccio può essere più efficace e meno traumatico rispetto all'aspirazione tradizionale, che tende a trascurare alcune aree bronchiali, come il bronco principale sinistro.

Il dispositivo può essere utilizzato tramite boccaglio, maschera oro-nasale, tubo endotracheale o cannula tracheostomica. Tramite tracheostomia la si può utilizzare sia con la cannula scuffiata che con la cannula cuffiata. A seconda della scelta effettuata sarà possibile rimuovere le secrezioni al di sopra o al di sotto della cannula stessa (Garuti, 2019a).

Quando la MI-E è applicata tramite tubo endotracheale, possono essere necessarie pressioni più elevate per superare la resistenza del tubo.

La tecnica prevede solitamente cicli composti da 2 secondi di insufflazione e 3 di espirazione, ripetuti per circa 5 volte per sessione, seguiti da normali atti respiratori per evitare l'iperventilazione. Le pressioni comunemente impiegate variano tra +35/+60 cmH_2O durante l'inspirazione e -35/-60 cmH_2O durante l'espirazione.

I dati riguardanti la pressione ed il flusso consentono di adattare i parametri alle esigenze del paziente, migliorando quindi il comfort e l'efficacia. La macchina propone diverse modalità di utilizzo: automatica, manuale o combinata; in modalità manuale, paziente e caregiver coordinano in modo attivo i tempi del ciclo. Il dispositivo risulta utile soprattutto nei pazienti che presentano tappi di muco, poiché può migliorare l'ossigenazione e la capacità vitale può aumentare fino al 300%.

È in grado di generare picchi di flusso della tosse superiori a 270 L/min (Lechtzin, 2024).

Se il paziente, durante il colpo di tosse, contrae la muscolatura, aumenta l'efficacia dell'utilizzo di questa tecnica. Nei pazienti che presentano patologie neuromuscolari si è dimostrato che l'utilizzo di MI-E migliora la mobilizzazione delle secrezioni, riduce gli episodi di infezioni respiratorie, la loro durata e può ridurre le contratture muscolari a livello toracico.

L'addestramento dei caregiver risulta quindi fondamentale poiché influenza in modo significativo l'incidenza dei ricoveri e la sopravvivenza, soprattutto in questa tipologia di pazienti. Le azioni dei caregiver inoltre influenzano la possibilità di ricorrere più o meno tempestivamente all'esecuzione della tracheotomia. La capacità di valutare, attraverso saturimetria e sintomi, lo stato clinico e di intervenire con manovre di disostruzione è essenziale per la gestione al domicilio. Tale formazione, al fine di garantire una continuità assistenziale, può avvenire in ambulatorio o ospedale prima della dimissione. Studi recenti evidenziano che l'uso dell'in-exsufflator combinato a telemonitoraggio e questionari online riduce gli accessi al Pronto Soccorso e i ricoveri (Garuti, 2019b).

1.4.2 Tecniche manuali: il drenaggio posturale e la percussione toracica

Il drenaggio posturale è una tecnica che facilita il deflusso delle secrezioni dai segmenti periferici polmonari verso i bronchi principali e la trachea, sfruttando gravità e anatomia polmonare. L'efficacia dipende dal corretto posizionamento del paziente (figura 2), che deve avere la trachea più bassa rispetto all'area da drenare, favorendo così l'eliminazione del muco, soprattutto in caso di atelettasia o bronchiectasie.

Tuttavia, l'aumento della clearance tracheo-bronchiale deriva soprattutto dalle modifiche regionali della ventilazione e dai cambiamenti nei flussi e volumi polmonari indotti dalla postura e dal pattern respiratorio, più che dall'azione diretta della gravità sul muco (Garuti, 2019b).

Le sedute, della durata massima di 30 minuti, si eseguono almeno tre volte al giorno, preferibilmente al mattino o alla sera, evitando il periodo dopo i pasti per ridurre il rischio di aspirazione.

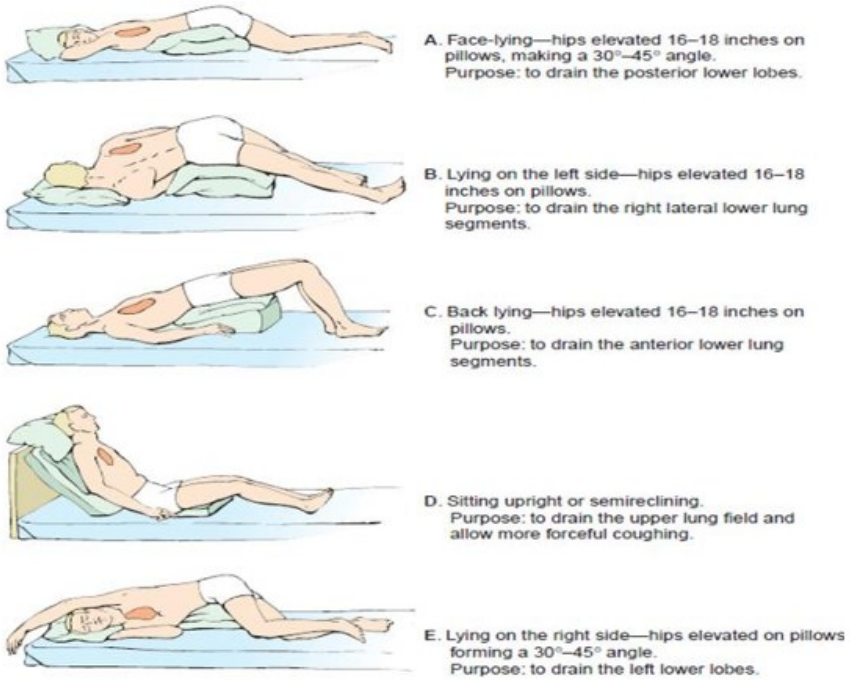

Figura 2 – posizioni per il drenaggio posturale. Tratta da (Elhabashy, 2016)

L'uso di broncodilatatori 15 minuti prima delle sedute di drenaggio posturale può migliorarne l'efficacia aprendo le vie aeree. Si inizia dal drenaggio della zona più colpita per evitare la diffusione di secrezioni infette e si mantiene ogni posizione per circa 10 minuti, limitando a tre il numero di posizioni per sessione. Il drenaggio viene spesso associato a percussioni toraciche o vibrazioni meccaniche e seguito da esercizi respiratori per favorire l'espulsione delle secrezioni. In caso di coinvolgimento dell'intero emitorace, ogni lobo va drenato separatamente.

Va interrotto se il paziente manifesta malessere, vertigini, palpitazioni, affaticamento o dispnea, poiché la posizione con la testa in basso può aumentare lo sforzo respiratorio e ridurre la funzionalità polmonare. Il trattamento non è indicato in presenza di alcune condizioni come aumento della pressione intracranica, ipossia, instabilità emodinamica, recenti interventi oculari, ernia iatale o alterazioni dello stato mentale.

È fondamentale un monitoraggio continuo per prevenire complicazioni quali aspirazione, aritmie o distress respiratorio, adattando le posizioni in base alla tolleranza del paziente (Elhabashy, 2016).

La percussione toracica, o clapping, è una tecnica fisioterapica impiegata per mobilizzare le secrezioni polmonari in pazienti con ridotta capacità di espettorazione spontanea. Viene eseguita da operatori qualificati che colpiscono ritmicamente la parete toracica con le mani a forma di coppa (figura 3), generando un suono secco e profondo, senza provocare dolore o lesioni cutanee. Il paziente viene posizionato in modo mirato in base all'area polmonare da trattare, proteggendo la zona con un asciugamano o una federa per garantire comfort e sicurezza. La percussione ha una durata di 3-5 minuti per ciascuna area, evitando le zone delicate come la colonna vertebrale, lo sterno e i margini inferiori della gabbia toracica, limitandosi alle regioni costali (Elhabashy, 2016).

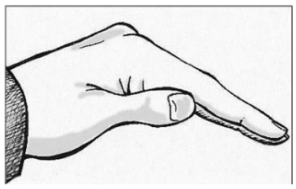

Figura 3 – corretto posizionamento delle mani per eseguire la percussione toracica. *Tratta da* (Elhabashy, 2016)

La tecnica viene applicata al segmento specifico da trattare mentre il paziente respira a volume corrente (quindi sia durante l'inspirazione che durante l'espirazione).

L'intensità della percussione deve essere basata sul feedback del paziente (non deve creare fastidio). La frequenza da utilizzare deve essere compresa tra 4,6 e 8,5 Hz (Belli et al., 2021).

L'efficacia della percussione toracica dipende dalla posizione del paziente, che deve essere adattata all'anatomia polmonare. Nei pazienti critici può essere automatizzato tramite dispositivi integrati nei letti ospedalieri, soprattutto in terapia intensiva. Il personale sanitario deve monitorare la tolleranza del paziente durante il trattamento.

La percussione è controindicata in presenza di fratture costali, osteoporosi grave, traumi o interventi recenti al torace o addome, fistole bronco-pleuriche, emorragie, embolie, neoplasie toraciche, pneumotorace, enfisema sottocutaneo, traumi midollari, tubercolosi attiva, versamenti pleurici, empiemi, edema polmonare o asma grave. In

questi casi si preferiscono metodi alternativi per la mobilizzazione delle secrezioni (Elhabashy, 2016).

1.4.3 Tracheoaspirazione

L'aspirazione endotracheale, o tracheobroncoaspirazione, è una procedura fondamentale nei pazienti tracheostomizzati, che non sono in grado di eliminare autonomamente le secrezioni. Ha l'obiettivo di mantenere la pervietà delle vie respiratorie, migliorare la ventilazione e ridurre il rischio di infezioni legate al ristagno del muco. L'indicazione nasce dall'osservazione di segni clinici come rantoli, gorgoglii, cianosi, difficoltà respiratoria, agitazione o tosse produttiva. Si tratta però di una manovra invasiva, da eseguire solo in caso di reale necessità, poiché può comportare complicanze come ipossiemia, aritmie, broncospasmo o traumi della mucosa. La tecnica prevede l'introduzione di un sondino sterile collegato a un aspiratore, con aspirazione intermittente durante il ritiro per un tempo massimo di 10–15 secondi, intervallando le manovre con pause che consentano al paziente di riposare e riprendere fiato, evitando ripetizioni frequenti per garantire la massima sicurezza e comfort (Garuti, 2019a).

1.5 Educazione caregiver

I caregiver principali, un tempo considerati semplici esecutori di cura, hanno oggi un ruolo complesso e centrale nella gestione dei pazienti in ventilazione meccanica domiciliare, assumendosi responsabilità di coordinamento e supporto anche al personale sanitario. Tuttavia, spesso mancano formazione e sostegno adeguati, con impatti negativi sulla loro qualità di vita. È pertanto essenziale implementare programmi formativi e di supporto multidisciplinare per garantire competenze adeguate e tutela sia per i caregiver sia per i pazienti ventilati a domicilio.

I programmi di gestione domiciliare personalizzata rappresentano una soluzione economica ed efficace, pur richiedendo una forte dipendenza dai professionisti sanitari da parte dei caregiver, che devono affrontare un elevato carico fisico e psicologico in un contesto spesso con limitato supporto ospedaliero.

I progressi nel campo della ventilazione meccanica hanno permesso di ampliare le conoscenze e le indicazioni per quanto riguarda la tracheotomia e il conseguente miglioramento della qualità della ventilazione invasiva; nonostante l'impatto su pazienti e caregiver e le strategie di gestione rimangano poco approfonditi.

Dopo la dimissione, la gestione dei pazienti in ventilazione invasiva tramite tracheostomia è affidata principalmente ai familiari, assistiti da infermieri domiciliari che forniscono informazioni sulle relative competenze specifiche. I protocolli standardizzati di formazione, che vengono iniziati in ospedale e proseguiti a domicilio, mirano a fornire le conoscenze necessarie per una gestione sicura, riducendo il rischio di complicanze ed ospedalizzazioni. La formazione, condotta da infermieri specializzati e terapisti respiratori, include competenze fondamentali come l'igiene e l'umidificazione della cannula, l'assistenza alla tosse, l'aspirazione e l'uso corretto e manutenzione del ventilatore, elementi cruciali per garantire un'assistenza efficace e sicura (Garuti, 2019a).

CAPITOLO 2. MATERIALI E METODI

2.1 Scopo dello studio

L'obiettivo di questa revisione di letteratura è quello di far emergere ulteriori informazioni per quanto riguarda la gestione e l'efficacia dei dispositivi di disostruzione bronchiale con un focus sul funzionamento e l'utilità della macchina della tosse (MI-E).

2.2 Quesito di ricerca e modello PICO

Quali sono le strategie più efficaci per la gestione della tracheostomia e l'utilizzo delle tecniche di disostruzione bronchiale, in particolare della macchina della tosse (MI-E), nei pazienti con patologie neuromuscolari, al fine di ottimizzare la sicurezza, la prevenzione delle complicanze respiratorie e il supporto ai caregiver nelle cure domiciliari?

PICO relativo al quesito di partenza:

P → pazienti tracheostomizzati affetti da patologie neuromuscolari con compromissione della funzionalità respiratoria e ridotta tosse efficace.

I → utilizzo di tecniche di disostruzione bronchiale e formazione di pazienti e caregiver all'uso domiciliare dei dispositivi

C → //

O → tecnica più efficace per la clearance respiratoria e la prevenzione delle complicanze respiratorie per il miglioramento della qualità di vita

2.3 Fonti di ricerca

La ricerca al fine della stesura di questo elaborato di tesi è stata condotta includendo la consultazione di database elettronici e handsearching.

I database elettronici consultati sono:

- MEDLINE attraverso l'interfaccia PubMed (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/)

- Google Scholar (https://scholar.google.com/)

2.4 Strategia di ricerca e parole chiave

Per la ricerca sono state utilizzate delle stringhe costruite utilizzando gli operatori booleani AND, OR, NOT. Data la limitata letteratura attuale disponibile sull'argomento, in particolare per quanto riguarda l'uso della macchina della tosse, le prime ricerche hanno portato a risultati non pertinenti al quesito di ricerca posto. Le ricerche successive si sono concentrate unicamente su due motori di ricerca che fornivano maggiore materiale (PubMed e Google Scholar).

Sono state utilizzate le seguenti parole chiave: neuromuscular diseases, neuromuscular disorders, airway management, airway clearance techniques, cough assist, mechanical insufflation-exsufflation machine, nursing, caregiver, home care.

2.5 Criteri di inclusione ed esclusione

Criteri di inclusione:

- Articoli full text
- Anno di pubblicazione: dal 2015 al 2025;
- Articoli che seguono il quesito di ricerca iniziale (articoli riguardanti le tecniche di disostruzione bronchiale, i pazienti con malattie neuromuscolari, i caregiver, la macchina della tosse e la gestione delle secrezioni);
- Soggetti adulti (età >18 anni).

Criteri di esclusione:

- Studi su soggetti pediatrici;
- Articoli che parlano di tosse inefficace in pazienti che non sono affetti da patologie neuromuscolari, che non riguardano l'uso della macchina della tosse e il ruolo del caregiver.

2.6 Flowchart ed estrazione dei dati

I risultati sono stati riassunti in una tabella (II) nella quale sono stati esaminati: la stringa di ricerca elaborata, le banche dati consultate, il numero di articoli trovati, quelli filtrati e infine quelli scelti per la realizzazione dell'elaborato.

Tabella II – Report della ricerca bibliografica

Stringa di ricerca	**Motore di ricerca**	**Articoli trovati**	**Applicazione criteri di inclusione**	**Articoli selezionati ed utilizzati**
("neuromuscular diseases" OR "neuromuscular disorders") AND "airway management" AND ("bronchoaspiration" OR "cough assist")	PubMed	146	20	5
"airway clearance techniques" AND "neuromuscular disease"	PubMed	131	4	1
("cough machine" OR "mechanical insufflation-exsufflation machine") AND "nursing" AND "caregiver" AND "home care"	Google Scholar	377	4	3

Negli allegati si riporta una tabella riassuntiva che riguarda l'estrazione dei dati che riassume in maniera sintetica gli studi utilizzati (Allegato 1). Per ciascun articolo utilizzato si è scelto di riportare in forma sintetica le informazioni più importanti: autore e anno di pubblicazione, tipologia di studio, obiettivo dello studio, interventi oggetto di studio e risultati principali.

La selezione degli studi è stata effettuata mediante l'utilizzo del metodo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), il cui schema è riportato in figura 4.

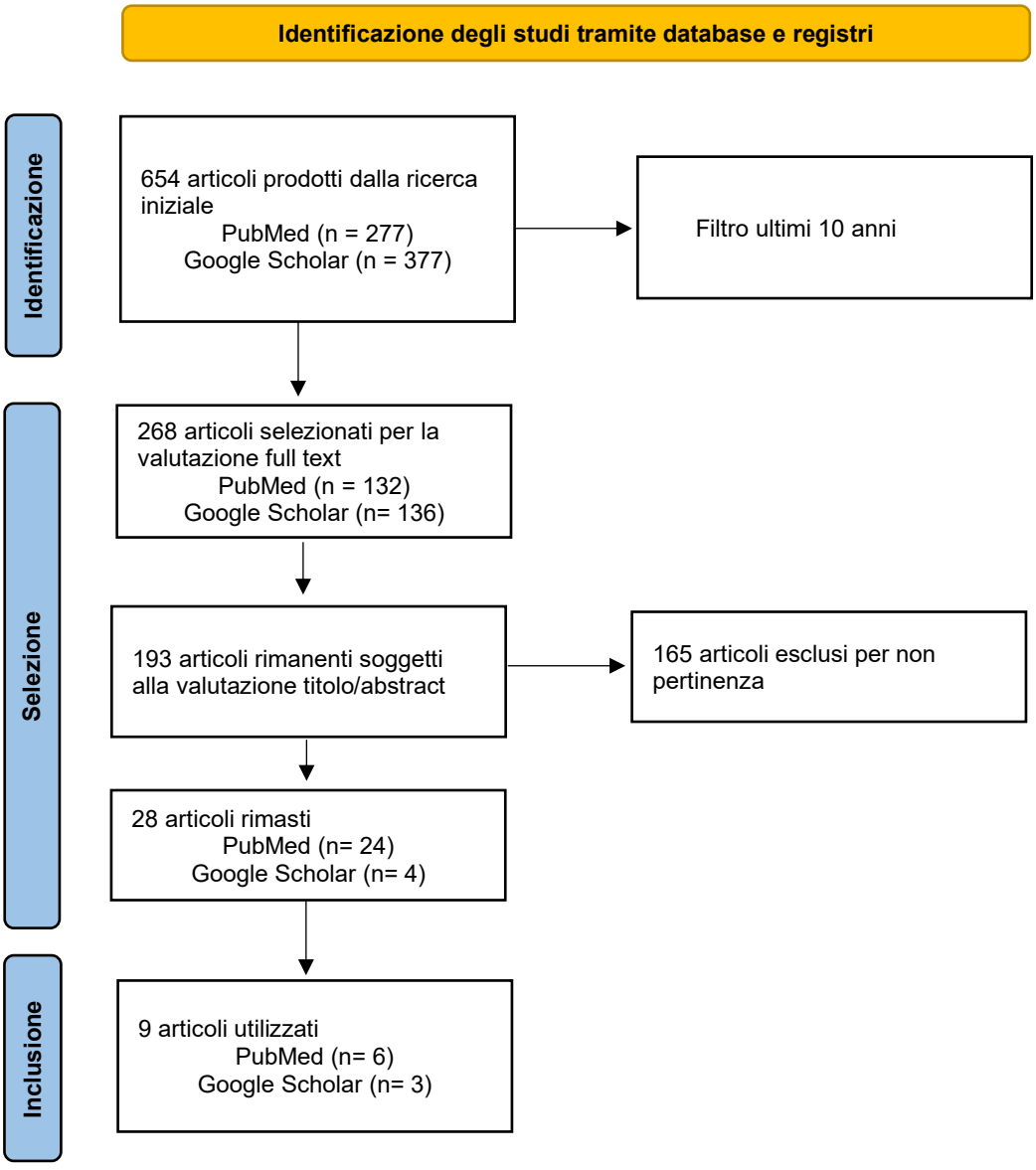

Figura 4 – diagramma di flusso PRISMA utilizzato per la ricerca bibliografica

CAPITOLO 3. RISULTATI

3.1 Efficacia della macchina della tosse e delle altre strategie di disostruzione bronchiale

Nel presente capitolo, vengono riportate evidenze recenti e aggiornate relative alle tecniche di clearance delle vie aeree nei pazienti con malattie neuromuscolari, con particolare attenzione all'insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E) e alle strategie correlate.

Le malattie neuromuscolari causano un progressivo indebolimento della funzione respiratoria a causa della riduzione della forza muscolare e di una tosse inefficace, ne consegue l'accumulo di secrezioni e aumenta il rischio di infezioni e insufficienza respiratoria. La tracheostomia viene confezionata qualora sia necessario un supporto ventilatorio a lungo termine e per facilitare la gestione delle secrezioni, richiedendo un'accurata cura del sito chirurgico e della controcannula per evitare irritazioni e infezioni.

Le strategie per la rimozione delle secrezioni includono l'insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E), che simula la tosse, il drenaggio posturale, la percussione toracica e l'aspirazione.

Si è dimostrato che l'insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E) è particolarmente efficace nei pazienti con debolezza muscolare respiratoria, in particolare quando il picco di flusso di tosse (PCF) è basso (<160 L/min) e in soggetti che non collaborano alle altre tecniche di clearance delle vie aeree (Chatwin et al., 2018).

Il suo uso deve essere adattato personalizzando tempi e pressioni per evitare risposte avverse delle vie aeree superiori, soprattutto la chiusura laringea secondaria a pressioni inspiratorie troppo elevate, per cui è fondamentale aumentare in modo graduale le pressioni e il prolungamento del tempo inspiratorio per favorire la tosse efficace (Andersen et al., 2021).

Per facilitare l'impiego del MI-E in caso di infezioni respiratorie acute l'uso routinario in pazienti stabili può mantenere la familiarità con la tecnica (Chatwin et al., 2018).

Per questo motivo è importante l'addestramento di pazienti e caregiver all'uso al domicilio di questo tipo di dispositivi.

Il beneficio maggiore degli interventi respiratori precoci consiste in particolar modo nel migliorare la qualità di vita, favorendo una maggiore lucidità mentale, riducendo la sensazione di affaticamento, facilitando le relazioni sociali e consentendo una partecipazione più attiva alle attività quotidiane (Kleinerova et al., 2025).

L'obiettivo della MI-E è la mobilizzazione del muco; la decisione d'uso è collaborativa tra medici, fisioterapisti e infermieri, con la giusta comunicazione con il paziente e personalizzazione delle impostazioni (Stilma et al., 2023).

In associazione alla MI-E nei pazienti con tosse insufficiente sono utili altre tecniche di disostruzione, come le manovre manuali di mobilizzazione delle secrezioni.

In presenza di diversa viscosità delle secrezioni, tra tutte queste tecniche la più efficace nel migliorare la clearance mucosa è l'insufflazione-esufflazione (Ren et al., 2020).

Inoltre, nonostante nessuna tecnica di clearance si sia dimostrata superiore, la scelta deve essere personalizzata in base a disponibilità, coordinamento tra tecniche e preferenze.

La strategia ideale per migliorare gli esiti clinici e la qualità di vita è quella di intervenire precocemente (McHenry, 2024).

3.2 L'importanza di linee guida per sanitari e caregiver

Per standardizzare l'uso di dispositivi come la MI-E e delle altre tecniche di clearance delle vie aeree sono importanti linee guida e protocolli condivisi in modo da garantire cure omogenee e da migliorare gli esiti clinici, nonostante la formazione del personale sanitario e dei caregiver vari di applicazione pratica e di conseguenza influisce sull'efficacia dei trattamenti (Massey, Griffiths, et al., 2025).

Per cui per migliorare la qualità assistenziale e la pratica clinica rende necessaria la formazione clinica mirata e l'acquisizione di competenza interdisciplinari (Massey, Hobson, et al., 2025).

Il ruolo dei caregiver è fondamentale nel supporto quotidiano alla gestione delle secrezioni e nell'uso efficace della MI-E e delle altre tecniche di disostruzione. La formazione adeguata di familiari e personale infermieristico include la gestione della tracheostomia, la cura delle vie aeree e l'intervento tempestivo in situazioni di emergenza come il malfunzionamento dei dispositivi. Questo sostegno è cruciale per garantire la sicurezza e migliorare la qualità della vita del paziente.

CAPITOLO 4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il seguente elaborato si è concentrato sull'analisi delle varie tecniche di disostruzione bronchiale utilizzabili nei pazienti con patologie neuromuscolari, sulla loro efficacia e sulla tecnica che determina i migliori risultati sia sulla qualità di vita del paziente, che sulla riduzione dei ricoveri ospedalieri.

L'attuale letteratura ci da molte informazioni per quanto riguarda le tecniche di disostruzione bronchiale, ma quasi nessuna fornisce delle indicazioni chiare per quanto riguarda la scelta del dispositivo più efficace, seppur la macchina della tosse (MI-E) sembrerebbe particolarmente efficace nei pazienti con debolezza muscolare respiratoria e tosse compromessa.

Rimane quindi una scelta del paziente quella che riguarda la tecnica più adatta alle sue esigenze, in base alla comodità e ai risultati che ottiene, sebbene per un uso domiciliare risulterebbe più comodo e semplice sia per il paziente che per il caregiver l'utilizzo della macchina della tosse (MI-E) per mobilizzare le secrezioni profonde seguita da broncoaspirazione/tracheoaspirazione per rimuovere le secrezioni superficiali.

Per garantire al paziente il miglior comfort e per ridurre il rischio di errore da parte del caregiver, o del personale sanitario non aggiornato, è necessario validare e seguire una linea guida per quanto riguarda l'utilizzo della macchina della tosse (MI-E). Quest'ultima dovrebbe garantire una spiegazione chiara e semplice dei vari passaggi e della manutenzione del dispositivo dopo l'uso. Inoltre, dovrebbe garantire uno standard di valori suggeriti indicando i massimi e minimi di funzionamento, ricordando però che è necessario consultare la prescrizione medica prima di ogni utilizzo.

Data la scarsa presenza di protocolli rivolti a sanitari/caregiver per quanto riguarda l'utilizzo della macchina della tosse, di seguito viene presentato un modello di linea guida che segue le indicazioni dei manuali di uso e manutenzione di numerose macchine della tosse e si basa inoltre sui parametri consigliati dal personale medico.

Prima di utilizzare il dispositivo verificare la prescrizione del medico, quindi posizionare la macchina su una superficie stabile.

1. collegare il filtro antibatterico all'uscita dell'aria,
2. raccordare il circuito paziente (tubo),
3. connettere l'interfaccia scelto (maschera, boccaglio, raccordo per tracheostomia),
4. ed infine accendere il dispositivo.

Modalità automatica	Modalità manuale
Adatta per pazienti routinari e collaboranti: il dispositivo esegue in autonomia le fasi di insufflazione, esufflazione e pausa seguendo i parametri impostati.	Utile durante le prime sedute o nei pazienti fragili, consentendo di adattare il trattamento in tempo reale. Il caregiver controlla direttamente ogni fase: si attiva l'insufflazione tenendo la leva su "Inhale" per 1–3 secondi, poi l'esufflazione su "Exhale" per 0.5–2 secondi, infine si rilascia la leva nella posizione centrale per la pausa.

Parametri iniziali consigliati: pressione di inspirazione +10/+15 cmH_2O e pressione di espirazione -10/-15 cmH_2O, fino ad arrivare a ±40 cmH_2O se ben tollerati.

Tempi di inspirazione/espirazione: 1-2 secondi ciascuno con delle pause consigliate di 2-5 secondi tra ogni ciclo.

Sessioni giornaliere: ogni trattamento comprende 4-6 cicli respiratori per sessione, fino ad un totale di 4-6 sessioni giornaliere (consultare prima la prescrizione medica).

Utilizzo in pazienti con tracheostomia:

Cannula cuffiata	Cannula scuffiata

Il trattamento può essere manuale o automatico utilizzando pressioni tra ±35 e ±50 cmH2O, regolabile gradualmente per adattare il paziente. I tempi di insufflazione/esufflazione variano: esufflazione leggermente più breve. In totale si eseguono 4-5 cicli con pause per valutare le secrezioni ed eventuale aspirazione della controcannula.	Si utilizza quando le secrezioni si accumulano sopra l'inserimento della cannula, per cui l'uso della macchina richiede alcune modifiche. La cannula va mantenuta scuffiata per permettere la mobilizzazione delle secrezioni verso il cavo orale dove possono essere aspirate con un sondino. In questo caso la fase di esufflazione viene eliminata in modo tale da creare una sorta di espirazione forzata: si utilizzano quindi delle pressioni di inspirazione da +45 a +65 cmH_2O. Il trattamento può essere manuale o automatico (ricordando che in quest'ultima modalità è importante aumentare i tempi di pausa per consentire un adeguato ritorno elastico e intervalli sicuri tra i cicli. La manovra è efficace quando il suono gorgogliante tipico delle secrezioni scompare. Nei pazienti non collaboranti è possibile valutare l'efficacia della manovra utilizzando un fonendoscopio sul giugulo.

Queste tecniche, se utilizzate entrambe nella stessa seduta, agiscono in un primo momento sulle vie aeree periferiche per mobilizzare le secrezioni verso le vie centrali con l'obiettivo di migliorare la pulizia del piano glottico. Questo aiuta a migliorare la funzionalità della deglutizione e la sensibilità della regione laringo-faringea, aspetti fondamentali per iniziare una nutrizione orale. Il mantenimento delle vie respiratorie pulite in tutte le dimensioni aiuta a prevenire complicanze quali atelettasie e addensamenti polmonari, migliorando così i livelli di ossigenazione (SpO2).

Durante il trattamento, è importante monitorare la saturazione di ossigeno e la frequenza cardiaca, in particolare nei soggetti con instabilità clinica. Il paziente deve essere in posizione comoda, preferibilmente seduto o semiseduto, e incoraggiato a rilassarsi durante l'insufflazione.

In caso di presenza di secrezioni nella bocca o nella tracheostomia, interrompere la seduta e procedere alla loro rimozione.

Al termine della sessione:

1. rimuovere l'interfaccia e spegnere il dispositivo (attenzione non è sufficiente scollegarlo dalla corrente, poiché continuerà a funzionare con la batteria interna),
2. lavare accuratamente il circuito respiratorio, la maschera o il boccaglio con acqua tiepida e sapone neutro ed asciugare completamente prima del riutilizzo (dopo ogni utilizzo),
3. l'esterno del dispositivo può essere pulito con un panno umido e detergente delicato.

Il filtro antibatterico deve essere sostituito regolarmente seguendo le indicazioni mediche.

Il dispositivo, nel caso in cui fosse danneggiato o venuto a contatto con liquidi o sostanze, non va utilizzato.

Tenere liberi i condotti di aerazione e non sovraccaricare la macchina con uso prolungato non previsto. Evitare di modificare i parametri impostati dal medico.

Il cavo di alimentazione deve essere ben fissato per evitare disconnessioni accidentali.

In caso di dubbi tecnici, contattare l'assistenza fornita dal distributore o il servizio sanitario di riferimento.

In caso di dubbi clinici e di impostazione dei valori nella macchina, contattare il medico di riferimento.

La macchina della tosse è uno strumento efficace ma va utilizzato con responsabilità e formazione. La collaborazione tra personale sanitario, caregiver e paziente è essenziale per garantirne un uso sicuro e terapeuticamente valido.

Questa linea guida potrebbe rappresentare uno strumento indispensabile sia per il personale sanitario che per i caregiver. Per il personale sanitario, costituisce una fonte di affidabilità nell'implementazione di questa tecnica a domicilio, garantendo l'uniformità della procedura e prevenendo errori dovuti a disinformazione. Per i caregiver, invece, la linea giuda offre un riferimento sicuro per l'acquisizione di informazioni precise e rappresenta una giuda fondamentale per rassicurare il familiare riguardo al rischio di errori derivanti da disattenzioni o mancanza di informazione.

Oltre all'utilizzo di tale linea guida, si propone la realizzazione di un dépliant illustrativo corredato da immagini esplicative, volto a facilitare ulteriormente la comprensione e l'applicazione corretta della procedura come riportato (Allegato 2).

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Andersen, T. M., Hov, B., Halvorsen, T., Røksund, O. D., & Vollsæter, M. (2021). Upper Airway Assessment and Responses During Mechanically Assisted Cough. *Respiratory Care*, *66*(7), 1196–1213. https://doi.org/10.4187/respcare.08960

Belli, S., Prince, I., Savio, G., Paracchini, E., Cattaneo, D., Bianchi, M., Masocco, F., Bellanti, M. T., & Balbi, B. (2021). Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient. *Frontiers in Medicine*, *8*, 544826. https://doi.org/10.3389/fmed.2021.544826

Chatwin, M., Toussaint, M., Gonçalves, M. R., Sheers, N., Mellies, U., Gonzales-Bermejo, J., Sancho, J., Fauroux, B., Andersen, T., Hov, B., Nygren-Bonnier, M., Lacombe, M., Pernet, K., Kampelmacher, M., Devaux, C., Kinnett, K., Sheehan, D., Rao, F., Villanova, M., … Morrow, B. M. (2018). Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. *Respiratory Medicine*, *136*, 98–110. https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.01.012

Elhabashy, S. (2016). *BRONCHIAL HYGIENE THERAPY: Modalities & Techniques*. Lulu.com.

Emerson. (2019). *Cough Assist user's guide models ca-300 & ca-3200, cm-300 & cm-3200*. Emerson. https://www.activeforever.com/pdf/user-manual-cough-assist.pdf?srsltid=AfmBOoo1CwqOW8KHmhayLX7IVq2gq1xXHkRf7zNw0fYjPHJvhfJr9vqb

Eove. (2024). *Airliquide healthcare patient pocket guide*. Eove. https://medicaldevice.airliquide.com/sites/alms/files/2024-07/eo-70_en_patient-pocket-guide.pdf

Garuti, G. (2019a). *Minerva Gestione della tracheostomia e della cannula tracheostomica. Guida pratica dall'ospedale al domicilio*. Minerva Medica.

Garuti, G. (2019b). *Minerva Trattamento delle secrezioni dell'apparato respiratorio nel paziente ostruttivo e restrittivo. Dalla teoria alla pratica*. Minerva Medica.

Kleinerova, J., Tan, E. L., Delaney, S., Smyth, M., & Bede, P. (2025). Advances and research priorities in the respiratory management of ALS: Historical perspectives and new technologies. *Revue Neurologique*, *181*(6), 525–534. https://doi.org/10.1016/j.neurol.2025.04.008

Lechtzin, N. (A c. Di). (2024). *Pulmonary Complications of Neuromuscular Disease*. Humana.

Massey, C., Griffiths, A. W., McDermott, C., & Hobson, E. (2025). How healthcare professionals support cough and secretion management in amyotrophic lateral sclerosis (ALS): A UK national survey. *Amyotrophic Lateral Sclerosis and Frontotemporal Degeneration*, *0*(0), 1–12. https://doi.org/10.1080/21678421.2025.2522401

Massey, C., Hobson, E., Griffiths, A. W., Musson, L., & McDermott, C. (2025). Exploring mechanisms of behavior change for healthcare professionals in cough and secretion management in ALS. *Neurodegenerative Disease Management*, *15*(4), 149–160. https://doi.org/10.1080/17582024.2025.2506954

McHenry, K. L. (2024). Airway Clearance Strategies and Secretion Management in Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Respiratory Care*, *69*(2), 227–237. https://doi.org/10.4187/respcare.11215

Philips. (2013). *CoughAssist E70/CoughAssist T70 Service & Technical Reference*

Manual, Respironics. Philips. https://www.procarehm.com/wp-content/uploads/Cough-Assist-Manual.pdf

Philips. (2017). *CoughAssist 70 Series CoughAssist T70 and CoughAssist E70 airway clearance devices, Respironics*. Philips. https://www.philips.com/c-dam/b2bhc/de/sites/sekretmanagement/CoughAssist_E70_suggested_protocol_en.pdf

Philips. (2018). *CoughAssist T70 user manual, Respironics*. Philips. https://www.respirtech.com/c-dam/respirtech/homepage/philips-respironics-coughassist-t70-instruction-manual.pdf

Ren, S., Li, W., Wang, L., Shi, Y., Cai, M., Hao, L., Luo, Z., Niu, J., Xu, W., & Luo, Z. (2020). Numerical Analysis of Airway Mucus Clearance Effectiveness Using Assisted Coughing Techniques. *Scientific Reports*, *10*(1), 2030. https://doi.org/10.1038/s41598-020-58922-7

Stilma, W., Verweij, L., Spek, B., Scholte Op Reimer, W. J. M., Schultz, M. J., Paulus, F., & Rose, L. (2023). Mechanical insufflation-exsufflation for invasively ventilated critically ill patients-A focus group study. *Nursing in Critical Care*, *28*(6), 923–930. https://doi.org/10.1111/nicc.12858

VitalAire. (2022). *Macchina della tosse guida all'utilizzo domiciliare*. AirLiquid. https://it.vitalaire.com/sites/vitalaire_it/files/2022-10/lr-0800-depliant-3-ante-macchina-tosse-guida-rev02.pdf

Wenninger, S., & Jones, H. N. (2021). Hypoventilation syndrome in neuromuscular disorders. *Current Opinion in Neurology*, *34*(5), 686–696. https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000973

ALLEGATI

Allegato 1 – tabella che sintetizza gli articoli esaminati per la revisione di letteratura

N.	Autore/Anno/ Rivista	Tipo di studio	Obiettivo	Interventi oggetto di studio	Risultati principali
1	(Chatwin et al., 2018)	Revisione di letteratura	Illustrare le tecniche di clearance delle vie aeree e classificarle in tecniche prossimali e periferiche.	Strategie per rendere più efficace il colpo di tosse, approcci per facilitare la rimozione del catarro e ulteriori opzioni terapeutiche.	L'articolo prende in esame, dal punto di vista clinico, diversi studi randomizzati, mettendo in luce come non ci sia una strategia universalmente valida per ogni paziente e rimarcando l'importanza di adattare l'intervento per migliorare al massimo l'esito nel trattamento delle difficoltà respiratoria nei soggetti affetti da patologie neuromuscolari.
2	(Andersen et al., 2021)	Revisione di letteratura	Analizzare quanto la	L'impiego dell'appar	L'impiego del Cough Assist, o

			terapia con l'insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E) sia davvero utile per liberare le vie aeree dal muco e per aiutare i pazienti con problemi neuromuscolari a respirare meglio.	ecchio per l'insufflazione-exsufflazione meccanica (MI-E) al fine di favorire lo spostamento e l'eliminazione delle secrezioni bronchiali, messo a confronto con altre procedure consolidate per la pulizia delle vie respiratorie.	MI-E, ha evidenziato un notevole progresso nell'efficacia della pulizia delle vie aeree e nella funzione respiratoria, confrontato con le tecniche tradizionali. Questo strumento si è dimostrato sicuro e generalmente ben accettato, pur necessitando di una formazione appropriata sia per i pazienti che per chi se ne prende cura, al fine di ottenere i migliori risultati terapeutici.
3	(Kleinerova et al., 2025)	Revisione mirata	Esaminare gli sviluppi più attuali nel	Strategie per il supporto respiratori	Nel trattamento respiratorio della SLA, si è assistito ad un

			controllo e nella cura della respirazione nella SLA, definendo gli obiettivi primari della ricerca a venire, ed esaminare i metodi di intervento, le innovazioni tecnologiche e come questi influenzano il benessere dei pazienti.	o che mirano ad evitare l'intubazione, approcci per la gestione dell'accumulo di fluidi, aiuto per l'espettorazione, impiego di strumenti per l'assistenza, tecnologie portatili per il controllo a domicilio, diagnostici e di cure palliative per alleviare i disturbi respiratori.	cambiamento, con un impiego più frequente dell'uso della ventilazione non invasiva, di metodiche di gestione delle secrezioni e di cure palliative, che ha portato ad un miglioramento del benessere dei pazienti. I dispositivi indossabili e le tecniche di imaging all'avanguardia offrono nuove possibilità di tenere controllata la situazione e di personalizzare l'assistenza. Nonostante non sia ancora del tutto chiaro se questo incida sulla durata della

					vita, si notano tuttora differenze nel modo in cui i medici si comportano a seconda della cultura e della zona geografica. Per gestire al meglio i problemi respiratori nella SLA, l'approccio multidisciplinare e l'adozione di soluzioni all'avanguardia risultano essenziali.
4	(Stilma et al., 2023)	Studio qualitativo	Comprendere i fattori che influenzano le decisioni degli operatori sanitari riguardo all'inizio e all'interruzi	L'impiego della tecnica di insufflazione-esufflazione meccanica (MI-E) come intervento	L'applicazione della MI-E in pazienti sottoposti a ventilazione invasiva presenta delle lacune sia a livello di esperienza che di preparazione

			one dell'uso della MI-E nei pazienti invasivamente ventilati.	per la clearance delle vie aeree nei pazienti critici sottoposti a ventilazione meccanica invasiva.	interdisciplinare, principalmente a causa della limitata disponibilità di dati scientifici. Pur potendo rappresentare una strategia interessante per la pulizia delle vie aeree e un valido supporto nei protocolli di svezzamento della ventilazione, essenziale raccogliere ulteriori prove a supporto di un suo impiego più esteso. Questi risultati mettono in risalto l'importanza di sviluppare maggiori competenze cliniche e di validare l'efficacia della

					MI-E nei pazienti ventilati meccanicamente.
5	(Ren et al., 2020)	Revisione sistematica	Analizzare l'efficacia di interventi volti alla riabilitazione al fine di migliorare la funzionalità respiratoria in pazienti con SLA.	Utilizzo di diverse modalità riabilitative respiratorie che comprendono esercizi di respirazione, allenamento muscolare inspiratorio, e altre tecniche di supporto respiratorio.	Gli interventi di riabilitazione respiratoria mirano al miglioramento della capacità respiratoria e della qualità della vita nei pazienti con SLA, anche se i risultati tra studi variano significativamente. Alcuni approcci mostrano delle grandi potenzialità per rallentare il declino della funzionalità polmonare.
6	(McHenry, 2024)	Revisione di letteratura	Fornire indicazioni pratiche per i clinici sul trattamento	Vengono descritti e analizzati vari approcci	La revisione sottolinea l'importanza di un approccio multidisciplinare

			della gestione delle secrezioni e delle strategie di clearance delle vie aeree nei pazienti con sclerosi laterale amiotrofica (ALS), che spesso manifestano inefficacia nella tosse e difficoltà nella gestione delle secrezioni.	per la clearance delle vie aeree, inclusi l'assistenza alla tosse (cough assist), tecniche di aspirazione, e strategie per migliorare la funzione respiratoria e la pulizia delle vie aeree.	e individualizzato, evidenziando che interventi tempestivi e appropriati di clearance delle vie aeree possono migliorare la qualità della vita, ridurre le complicanze respiratorie e potenzialmente migliorare gli esiti clinici nei pazienti con ALS.
7	(Massey, Griffiths, et al., 2025)	Studio di indagine	Analizzare come i sanitari supportano la gestione delle secrezioni e della tosse nei pazienti	Esaminare le procedure cliniche per la gestione delle secrezioni e della	I sanitari si sentono più sicuri nel suggerire determinati trattamenti più che nell'applicarli realmente.

			con SLA, ponendo particolare attenzione alle competenze, alla frequenza di intervento, alle barriere e ai facilitatori della pratica clinica.	tosse, analizzando metodi di valutazione e e trattamento impiegati da logopedisti, fisioterapisti, e altri professionisti sanitari.	L'accesso a servizi specializzati, risorse e a una formazione adeguata presenta notevoli difficoltà. Una gestione di successo necessita un approccio che coinvolga varie discipline, con una buona comunicazione e collaborazione tra i professionisti. Servono più studi e linee guida basate su dati concreti per migliorare il lavoro negli ospedali e negli ambulatori. Questi risultati fanno capire quanto sia complicato

					gestire la salivazione e la tosse nella SLA e quanto sia importante un gruppo di esperti preparato e ben coordinato per offrire le migliori cure.
8	(Massey, Hobson, et al., 2025)	Studio sperimentale qualitativo	Esplorare l'esperienza dei sanitari nella gestione dei problemi di tosse e secrezioni nella Sclerosi Laterale Amiotrofica (SLA).	Lo studio si è avvalso di 23 partecipanti. L'analisi dei dati consente l'individuazione e l'interpretazione dei temi che emergono dai dati, considerando la riflessività critica del ricercatore.	L'analisi dei dati è stata realizzata tramite analisi tematica riflessiva, un metodo che identifica e interpreta i temi emergenti dai dati, tenendo conto della riflessione critica del ricercatore. La ricerca ha evidenziato la necessità di definire con chiarezza ruoli, responsabilità e aspettative, e l'importanza di

					creare relazioni solide per un'assistenza valida. Le difficoltà riscontrate includono un accesso limitato a cure specialistiche, la mancanza di attrezzature adeguate e poche opportunità di sviluppare conoscenze e competenze specifiche. È stata anche messa in rilievo l'importanza di una valutazione clinica ben strutturata come elemento chiave per un'assistenza di qualità.
9		Revisione sistematica	Valutare l'efficacia e la sicurezza delle diverse	Valutare l'efficacia e la sicurezza delle	La revisione ha mostrato che la ventilazione meccanica non invasiva è

			modalità di ventilazione meccanica non invasiva (NIV) nel trattamento dell'insufficienza respiratoria nei pazienti con sclerosi laterale amiotrofica (SLA).	diverse modalità di ventilazione meccanica non invasiva (NIV) nel trattamento dell'insufficienza respiratoria nei pazienti con sclerosi laterale amiotrofica (SLA).	efficace nel migliorare la funzione respiratoria, ridurre i sintomi di insufficienza respiratoria e prolungare la sopravvivenza nei pazienti con SLA. Le differenze tra protocolli e tipi di dispositivi suggeriscono la necessità di personalizzare l'approccio terapeutico in base alle esigenze specifiche del paziente. Inoltre, l'aderenza alla terapia e la qualità della vita risultano significativamente migliorate con l'uso della NIV.

Allegato 2 – Dépliant illustrativo rivolto a caregiver e sanitari sull'uso della macchina della tosse.

Utilizzo nei pazienti con tracheostomia

CANNULA CUFFIATA:
Manuale o automatico utilizzando pressioni tra ±35 e ±50 cmH2O, regolabile gradualmente. I tempi di insufflazione/esufflazione variano: esufflazione leggermente più breve. In totale si eseguono 4-5 cicli con pause per valutare le secrezioni ed eventuale aspirazione della controcannula.

CANNULA SCUFFIATA:
Quando le secrezioni si accumulano sopra l'inserimento della cannula: l'uso della macchina richiede alcune modifiche. La cannula va mantenuta scuffiata per permettere la mobilizzazione delle secrezioni verso il cavo orale dove possono essere aspirate con un sondino. La fase di esufflazione viene eliminata in modo tale da creare una sorta di espirazione forzata: si utilizzano pressioni di inspirazione da +45 a +65 cmH_2O. Il trattamento può essere manuale o automatico (in quest'ultima modalità è importante aumentare i tempi di pausa per consentire un adeguato ritorno elastico e intervalli sicuri tra i cicli. La manovra è efficace quando il suono gorgogliante tipico delle secrezioni scompare.

MACCHINA DELLA TOSSE GUIDA PER CAREGIVER E SANITARI

Prima di utilizzare il dispositivo verificare la prescrizione del medico, quindi posizionare la macchina su una superficie stabile.

1. collegare il filtro antibatterico all'uscita dell'aria,
2. raccordare il circuito paziente (tubo),
3. connettere l'interfaccia scelto (maschera, boccaglio, raccordo per tracheostomia),
4. ed infine accendere il dispositivo.

Parametri iniziali consigliati: pressione di inspirazione +10/+15 cmH_2O e pressione di espirazione -10/-15 cmH_2O, fino ad arrivare a ±40 cmH_2O se ben tollerati.

Tempi di inspirazione/espirazione: 1-2 secondi ciascuno con delle pause consigliate di 2-5 secondi tra ogni ciclo.

Sessioni giornaliere: ogni trattamento comprende 4-6 cicli respiratori per sessione, fino ad un totale di 4-6 sessioni giornaliere (consultare prima la prescrizione medica).

(Fronte)

MODALITÀ AUTOMATICA:
Routine e pazienti collaboranti: segue in autonomia le fasi di insufflazione, esufflazione e pausa seguendo i parametri impostati.

MODALITÀ MANUALE:
Prime sedute o pazienti fragili.
Il caregiver controlla direttamente ogni fase: insufflazione con leva su "Inhale" per 1–3 sec, poi esufflazione su "Exhale" per 0.5–2 sec, infine si rilascia la leva nella posizione centrale per la pausa.

DURANTE IL TRATTAMENTO:

- Importante monitorare la saturazione di ossigeno e la frequenza cardiaca.
- Il paziente deve essere in posizione comoda, preferibilmente seduto o semiseduto, e incoraggiato a rilassarsi durante l'insufflazione.
- In caso di presenza di secrezioni nella bocca o nella tracheostomia, interrompere la seduta e procedere alla loro rimozione.

https://it.vitalaire.com/

AL TERMINE DELLA SESSIONE:

1. rimuovere l'interfaccia e spegnere il dispositivo (attenzione non è sufficiente scollegarlo dalla corrente, poiché continuerà a funzionare con la batteria interna),
2. lavare accuratamente il circuito respiratorio, la maschera o il boccaglio con acqua tiepida e sapone neutro ed asciugare completamente prima del riutilizzo (dopo ogni utilizzo),
3. l'esterno del dispositivo può essere pulito con un panno umido e detergente delicato.

Il filtro antibatterico deve essere sostituito regolarmente seguendo le indicazioni mediche.

Il dispositivo, nel caso in cui fosse danneggiato o venuto a contatto con liquidi o sostanze, non va utilizzato.

Tenere liberi i condotti di aerazione e non sovraccaricare la macchina con uso prolungato non previsto.

Evitare di modificare i parametri impostati dal medico.

Il cavo di alimentazione deve essere ben fissato per evitare disconnessioni accidentali.

In caso di dubbi tecnici, contattare l'assistenza fornita dal distributore o il servizio sanitario di riferimento.

In caso di dubbi clinici e di impostazione dei valori nella macchina, contattare il medico di riferimento.

(Retro)