

## Mekanisk Insufflation-Exsufflation (MI-E) för barn (Hostapparat)

### Vårdprogram för fysioterapeutisk intervention

---

Syftet med vårdprogrammet är att säkerställa evidensbaserat arbetssätt vid Funktionsområde Arbetsterapi och Fysioterapi, Karolinska Universitetssjukhuset. Vårdprogrammen riktar sig främst till fysioterapeuter internt men även externt och till andra som kan tillgodogöra sig innehållet.

---

Innehåll	sid
Introduktion	2
Målsättning	3
Intervention	3
Mätmetoder/Utfallsmått	4
Utfallsmått lämpliga för användning i värdebaserad vård	5
Restriktioner	5
Uppföljning/vårdkedja	5
Referenser	6
Förslag till fortsatt utveckling	7
Bilaga 1 Behandlingsrekommendation	8

---

### Författare

- Sofia Broman specialistsjukgymnast inom intensivvård
- Helena Sandin specialistsjukgymnast inom pediatrik

Reviderat av: Åsa Björkgren specialistsjukgymnast inom pediatrik, Sofia Broman specialistsjukgymnast inom intensivvård

### Kontaktinformation

[asa.bjorkgren@sl.se](mailto:asa.bjorkgren@sl.se), tel 08-517 707 44

### Sökvägar

- Pubmed, Amed, PEDro
- Sökord: airway clearance, neuromuscular disease, pediatrics, children, infant, cough assist, mechanical insufflation/exsufflation, mechanical in-exsufflation, mechanical insufflator-exsufflator

### Produktionsår

- 2010

### Revideringsår

- 2012, 2014, 2017

## Introduktion

Lungorna utvecklas snabbt under de första levnadsåren och fortsätter att utvecklas upp till ca åtta års ålder. Ett spädbarns luftvägar är trängre än hos äldre barn och vuxna. Ett luftrör med mindre luftvägsdiameter blir lättare tilltäppt av slem, ödem och främmande föremål. Det nyfödda barnet "näsandas" vilket kan leda till försvårat andningsarbete vid tilltäppning av näsans luftväg.

Gasutbytet hos ett spädbarn är fortfarande ineffektivt på grund av omognad i alveolens struktur och funktion. Det yngre barnets ventilationsdistribution är annorlunda jämfört med den vuxnes. Diafragman hos en nyfödd har 25% typ 1 (långsamma) muskelfibrer jämfört med hos vuxna där de utgör 50%. Skillnaden gör bland annat att det lilla barnet lättare blir mer uttröttad. Revbenens ställning ändras gradvis upp till ca sju års ålder. Det nyfödda barnet har mer cirkulärt och horisontellt ställda revben vilket gör att bröstkorgen inte kan vidgas lika mycket. Detta tillsammans med att revbenen inte är lika förbenade som hos det äldre barnet och vuxna, resulterar i mindre effektiv bröstkorgsmekanik, vilket ger ett ökat andningsarbete (1). Bröstkorgscompliance är högre hos spädbarn under ett år än hos äldre barn. Spädbarn har en bröstkorgscompliance som är trefaldigt högre än lungcompliance, men för äldre barn och vuxna är de i stort sett lika (2). Det nyfödda barnet har låg lungcompliance d v s det krävs mer kraft att blåsa upp lungan hos ett nyfött barn jämfört med ett äldre. Detta leder till ökad ansträngning vid ventilation, ökad andningsfrekvens och ökad syrgaskonsumtion för det nyfödda barnet (1).

## Hosta

Hosta är en viktig mekanism som hjälper till att rensa luftvägarna rena från sekret, främmande kroppar och irriterande gaser i luftvägarna (3,4).

Hosta börjar med en djup inandning och därefter stängs stämbandsspalten. Muskler i bukvägg och bröstkorg drar snabbt ihop sig mot den stängda stämbandsspalten. Kontraktionen skapar ett högt tryck i lungorna. Stämbandsspalten öppnas och luft pressas ut med hög hastighet (5,6).

Med hjälp av en PEF-mätare eller pneumotachometer kan hostkraft - peak cough flow (PCF) mätas (7). Vuxna, friska individer har ett PCF upp till 720 l/min (8), även för friska barn finns värden beskrivna (9). PCF-värdet stiger när barnet växer (10). Högre PCF-värden har påvisats vid användande av MI-E än vid exempelvis enbart manuellt hoststöd hos barn med neuromuskulär sjukdom (11). Bach et al upptäckte i sin studie att pojkar med Duchennes muskeldystrofi behöver ett PCF på minst 270 l/min för att undvika respiratorisk svikt. En ineffektiv hostförmåga kan leda till sekretstagnation, atelektaser, infektioner och skador på lungparenkymet. Hos individer som inte kan åstadkomma tillräckligt hostflöde kan manuellt assisterad hosta eller användandet av MI-E minska dödligheten (12).

## MI-E/Hostapparat

Behandling med hostapparat avser att efterlikna en hoststöt genom att in-/exsufflationer ges via mask, munstycke, endotrachealtub eller trachealkanyl (13).

## Målsättning med den fysioterapeutiska interventionen

Målet med behandlingen är att evakuera sekret, motverka och öppna atelektaser, förbättra gasutbyte (3,14) och att bibehålla bröstkorgrörlighet (3).

## Intervention

Intervention	Syfte	Kropps- funktion	Aktivitet /delaktighet	Omgivning /miljö
Behandling med Mekanisk in-/exsufflation	Evakuera sekret	X	X	X
	Förebygga lungkomplikationer relaterade till nedsatt hostförmåga	X	X	X
	Behandla lungkomplikationer relaterade till nedsatt hostförmåga	X	X	X

Behandling med MI-E används hos patient med sekret vid nedsatt hostförmåga till följd av akut eller kronisk slemproblematik. All behandling med MI-E ordinerar av läkare och utprovas individuellt. Vid behov kan luftrörsvidgande läkemedel och/eller slemlösande inhalation ges inför behandling med hostapparat (3,15).

### Apparatur

På Karolinska Universitetssjukhuset används i huvudsak CoughAssist E70 från Philips.

### Behandlingslägen

Behandlingen kan skötas manuellt, automatiskt eller via Cough-Trak. Denna funktion triggas av patientens egen inandning och kan hjälpa till att synkronisera behandlingen med patienten (13).

### Tryck

Vid behandling för barn kan trycken variera mellan +15 till +40 cmH<sub>2</sub>O vid insufflation och -20 till -50 cm H<sub>2</sub>O vid exsufflation. Det rekommenderas att patienten får vänja sig vid hostapparaten och att lägre tryckinställningar används till en början (11,14,16,17).

### Oscillation

Den oscillerade behandlingen är baserad på frekvens och amplitudinställningar. Oscillationer kan aktiveras vid in-/exsufflation eller i båda dessa lägen (13).

## Tid

Tiden för in- och exsufflation är kortare ju yngre barnet är (17). För en vuxen kan insufflationstiden vara upp till 3 sek (3). Förhållandet mellan in- och exsufflationstid kan vara olika långt (11,14,16,17).

## Flöde

Insufflationsflödet kan ställas i läge Hög, Medium eller Låg. Flödet kan som mest bli 10 l/s. Vid inställningen lågt flöde minskas flödet till en tredjedel av det höga (13).

## Dosering

Rekommendationer finns att använda MI-E dagligen i syfte att upprätthålla rutiner för användning. Det är lättare att uppnå en mer komfortabel och effektiv behandling om MI-E används även mellan exacerbationer (14).

## Följsamhet

Bästa effekt av behandlingen får patienten när hen kan lära sig att samordna sin andning och hosta med hostapparaten (11). Fortlöpande och åldersadekvat utbildning av MI-E för barnet rekommenderas (18).

## Mätmetoder / Utfallsmått

Mätmetod	Syfte	Kroppsfunktion	Aktivitet /delaktighet	Omgivning /miljö
Peak Cough Flow (PCF) mätt med PEF-mätare (7)	Mäta hostkraft (före och efter behandling)	X		
PCF mätt via Cough Assist E70 (13)	Mäta hostkraft (under behandling)	X		
Spirometri (10)	Mätning av forcerad expiratorisk volym samt forcerad vitalkapacitet	X		
Pulsoxymetri (16)	Mäta perifer syremättnad	X		
Visuell Analog Skala (VAS) (11,16)	Skattning av respiratorisk komfort och upplevd hostkraft	X		
Auskultation med stetoskop (3,14)	Bedömning av luftfyllnad under behandling	X		

Antal lunginflammationer (14)	Bedömning av förändring	X	X	X
Röntgen (14)	Bedömning av atelektas	X		
Antal akutbesök, sjukhusinläggningar och vård dygn (14,18,19,20)	Bedömning av förändring		X	X
Registrering via Cough Assist E70 (SD-kort)(13)	Bedömning av följsamhet		X	X
Dagbok över hur ofta hostapparat används	Bedömning av följsamhet		X	X

## Utfallsmått lämpliga för användning i värdebaserad vård

I nuläget är inga av ovanstående utfallsmått psykometriskt testade för barn. Dock används dessa mätmetoder i studier gällande MI-E och barn.

Det skulle kunna vara av värde att i samband med behandling med mekanisk in- och exsufflation mäta Hälsorelaterad livskvalitet hos barn. Det finns studier som indikerar att barn och deras familjer värdesätter möjligheten att hantera lungexacerbationer i hemmet och i och med detta undvika/förkorta eventuell sjukhusvistelse (18,19,20).

## Restriktioner/bieffekter

Enligt tillverkaren av CoughAssist E70 är bullöst emfysem, ökad känslighet för pneumothorax, pneumomediastinum och nyligen känt barotrauma kontraindikationer för behandling (13). Vid bronkopulmonell dysplasi (BPD) kan skiljeväggen mellan alveoler förstöras och emfysem bildas (15), vilket skulle kunna vara en kontraindikation gällande hosta med MI-E. Miske et al visar att MI-E borde vara säkert att använda postoperativt efter bukkirurgi hos personer med neuromuskulär sjukdom (21). För denna patientgrupp har inga allvarliga komplikationer vid behandling med in-/exsufflationer rapporterats (14). All behandling med positivt övertryck kan dock ge biverkningar såsom luft i magsäcken, reflux, hyperventilation, blodiga upphostningar, obehag över bröstkorg, akuta kardiovaskulära bieffekter och pneumothorax (3,22). Åtgärder för att undvika komplikationer vid MI-E kan till exempel vara paus mellan hostningar, behandling före måltid, noggrann medicinering vid reflux och/eller adekvat behandling av inflammation i luftvägarna (3).

## Uppföljning/vårdkedja

### Öppenvård

På Karolinska Universitetssjukhuset sker utprovning av MI-E för barn i samarbete mellan sjukgymnast/fysioterapeut och läkare med kompetens inom detta område. Utbildning i MI-E ges till barn och föräldrar. Tiden för utprovning kan variera. Uppföljning av behandling sker hos fysioterapeut på Karolinska Universitetssjukhuset.

## Slutenvård

MI-E provas ut av sjukgymnast/fysioterapeut (med erfarenhet av behandling) i samråd med ansvarig läkare.

## Referenser

1. Frownfelter D, Dean E. Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy, Evidence and Practice. Canada Moby; 2006.
2. Wohl MEB. Developmental physiology of the respiratory tract. In: Chernick V, Boat TF, Wilmott RW, Bush A, editors. Kendig's disorders of the respiratory tract in children. 7th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2006:23-28.
3. Homnick DN. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. *Respir Care* 2007; 52(10): 1296-1305.
4. Murray JF. The normal lung. Philadelphia: WB Saunders; 1986: 69-81.
5. Lumb AB. Nunn's Applied Respiratory Physiology. Oxford: Butterworth-Heinemann; 2005.
6. Sand O, Sjaastad, Haug. Människans fysiologi. Liber. Första upplagan. 2004
7. Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflations on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. *Thorax* 2001;56(6):438-444.
8. Leiner GC, Abramowitz S, Small MJ, Stenby MJ, Lewis WA. Expiratory flow rate: standard values for normal subjects. *Am Rev Respir Dis* 1963;88:644-651.
9. Bianchi C, Baiardi P. Cough peak flows: standard values for children and adolescents. *Am J Phys Rehabil* 2008;87:461-467.
10. Gauld LM. Airway clearance in neuromuscular weakness. *Developmental medicine and child neurology*. 2009 Jan; 350-55.
11. Chatwin M, Ross E, Hart N, Nickol AH, Polkey MI, Simonds AK. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *Eur Respir J*. 2003 Mar; 21(3): 502-8.
12. Bach JR, Ishikawa Y, Kim H. Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. *Chest*. 1997 Oct; 112(4):1024-8.
13. Philips/Respironics. Användarhandbok. CoughAssist E70. Murrysville, USA; 2012.
14. Miske LJ, Hickey EM, Kolb SM, Weiner DJ, Panitch HB. Use of the mechanical in-exsufflator in pediatric patients with neuromuscular disease and impaired cough. *Chest*. 2004 Apr;125(4):1406-12.
15. Olseni L, Wollmer P (red). Sjukgymnastik vid nedsatt lungfunktion. Lund: Studentlitteratur; 2011.
16. Fauroux B, Guillemot N, Aubertin G, Nathan N, Labit A, Clément A, Lofaso F. Physiologic benefits of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuromuscular diseases. *Chest*. 2008 Jan; 133(1): 161-8. Epub 2007 Dec 10.
17. Striegl AM, Redding GJ. Use of a lung model to assess mechanical in-exsufflator therapy in infants with tracheostomy. *Pediatrics Pulmology* 2010; 00:1-7.
18. Moran F, Spittle A, Delany C, Robertson C, Massie J. Effect of home mechanical in-exsufflation on hospitalisation and life-style in neuromuscular disease: A pilot study. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2013; 49:233-37.

19. Mahede T, Davis G, Rutkay A, Baxendale S, Wenxing S, Dawkins HJS, Molster C, Graham CE. Use of mechanical airway clearance devices in the home by people with neuromuscular disorders: effects on health service use and lifestyle benefits. *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 2015;10:54.
20. Travlos V, Drew K, Patman S. The value of the CoughAssist in the daily lives of children with neuromuscular disorders: Experiences of families, children and physiotherapists. *Dev Neurorehabil*. 2016;19(5):321-26.
21. Miske L, McDonough J, Weiner D, Panitch H. Changes in Gastric Pressure and Volume During Mechanical In-Exsufflation. *Pediatric Pulmonology* 2013;48:824-29.
22. Suri P, Burns SP, Bach JR. Pneumothorax associated with mechanical insufflation-exsufflation and related factors. *Am J Phys Med Rehabil* 2008;87:951-955.
23. Morrow B, Zampoli M, van Aswegen H, Argent A. Mechanical insufflation-exsufflation for people with neuromuscular disorders (Review). *The Cochrane Library* 2013, Issue 12.

### **Förslag till fortsatt utveckling**

Detta vårdprogram baseras på studier med pediatrika patienter och utifrån beprövad erfarenhet. Ytterligare forskning behövs inom området då befintliga studier baseras på en mindre, icke standardiserad population och sällan är randomiserade kontrollerade studier. Detta bekräftas även i en review från Cochrane collaboration som beskriver att det inte finns tillräckligt med evidens gällande användning av MI-E. Fler studier behövs för att studera för- och nackdelar med MI-E (23).

Det saknas också studier angående barn med andra diagnoser än neuromuskulär sjukdom. Utöver detta behövs ytterligare studier gällande barn som behandlas på akut- eller intensivvårdsavdelning.

## Bilaga 1

### Behandlingsrekommendation

- Alltid på läkarordination.
- Informera patienten och anhöriga verbalt.
- Hosta innan måltid – för att undvika kräkning i samband med behandling.
- Luftrörsvidgande läkemedel och/eller slemlösande inhalation kan ges inför behandling med hostapparat.
- Behandling med hostapparat kan med fördel kombineras med annan andningsgymnastik.
- Låt eventuellt barnet få känna luftflödet mot exempelvis sin kind samt få känna in masken utan ”blås”.
- Starta med enstaka insufflationer eller någon enstaka in- exsufflation för att låta barnet få känna hur det känns, kontrollera även att luften ”hamnar på rätt ställe”.
- Ha tålamod och ge mycket beröm.
- Vid utprovning starta alltid med låga tryck (10-15 cm H<sub>2</sub>O), öka successivt trycken tills behandlingseffekt eller ordinerat maxtryck uppnås.
- Högre tryck kan behövas vid hosta genom trach eller endotrachealtub p g a ökad resistans. Rådgör med läkare om behandling ska ske med kuffad eller okuffad track.
- Tidsinställningar anpassas efter barnets andningsfrekvens och ålder. Kortare tidsinställningar för barn jämfört med vuxna så att andningsarbetet matchas. Om barnet kan svara/medverka, fråga om tiden för insufflation/exsufflation (för kort, för lång eller OK?).
- Insufflationsflödet kan ställas in som högt, medel eller lågt flöde. Oftast används medel- eller högt flöde. Lågt flöde kan med fördel användas hos barn som har svårt att ta emot det höga flödet exempelvis vid bulbär dysfunktion eller när behandlingen nyss introducerats. Vid lågt flöde kan tiden för insufflation behöva förlängas.
- En behandling med MI-E kan bestå av 5 hostcykler (1 hostcykel= 1 insufflation+1 exsufflation+ ev paus) följt av ca 20-30 sek vila. Här ges tillfälle för rensugning/ borttorkning av sekret men även paus för att undvika hyperventilation. Behandlingen kan upprepas tills sekret har evakuerats.
- När behandlingen avslutats ges ca 3-5 insufflationer för att ”rekrytera lungvävnad”.
- Vid svårighet att koordinera andningen med apparaten kan utprovningen ändå ske, men inlärningstiden kan bli längre.
- Använd hostapparaten regelbundet för att upprätthålla säkra rutiner för användning och en god följsamhet hos barnet.
- Olika inställningar och program kan förinställas och användas efter behov beroende på barnets mående (”frisk- eller sjukläge”).