

Statusartikel

Respirationsstøttende behandling i hjemmet

Jonas Sølgaard Sørensen¹, Helene Møller Frost¹, Line Hust Storgaard¹ & Ulla Møller Weinreich^{1, 2}

1) Lungemedicinsk Afdeling, Aalborg Universitetshospital, 2) Klinisk Institut, Aalborg Universitet

Ugeskr Læger 2024;186:V09230613. doi: 10.61409/V09230613

HOVEDBUDSKABER

- Noninvasiv ventilation (NIV)-behandling til patienter med KOL og respiratorisk acidose reducerer mortalitet og indlæggelsestid.
- Hjemmebehandling med nasalt high flow og hjemme-NIV er behandlingsmodaliteter i stor udvikling, med fokus på livskvalitet og forebyggelse.
- Begrænsede sundhedsressourcer i Danmark fordrer, at hjemmebehandling udvikles yderligere.

Inden for det lungemedicinske speciale har der været stigende interesse for hjemmebehandling af kronisk lungesygge personer, som har brug for respirations- og/eller ventilationsstøtte. Brugen af respirationsstøttende behandling i hjemmet (long-term high-flow nasal cannula (LT-HFNC)) og hjemmebehandling med noninvasiv ventilation (long-term non-invasive ventilation (LT-NIV)) er blevet en integreret del af den kliniske praksis med sigte på at forbedre patienternes livskvalitet og prognose [1, 2]. Ydermere har der været fokus på hjemmebehandling med baggrund i samfundsudviklingen, hvor økonomiske udfordringer og begrænsede personaleressourcer nødvendiggør omstrukturering. Antallet af indbyggere over 60 år stiger fortsat i Danmark, og sideløbende bliver manglen på sundhedspersonale større. Der er politisk bevågenhed på at benytte digital teknologi for at frigive tid til kerneopgaver som en løsning på dette problem.

HFNC blev primært udviklet til akutbehandling inden for neonatologien omkring årtusindeskiftet [3]. Senere er behandlingen indført til voksne patienter med hypoksisk svigt i intensivt regi og efterfølgende til behandling af akut respirationssvigt til patienter på almindelige sengeafdelinger. I de seneste ti år er HFNC i stigende grad blevet benyttet til hjemmebehandling hos udvalgte patientgrupper.

NIV blev etableret under polioepidemien i 1952 og er en videreudvikling af jernlungen [4]. Sidenhen blev NIV indført i akutbehandlingen på hospitalerne, først i intensivt regi og derefter på medicinske sengeafdelinger til behandling af respiratorisk acidose eventuelt kombineret med hypoksæmi. I midten af 1980'erne startede LT-NIV-behandlingen af patienter med kronisk respirationssvigt.

Til hjemmebehandling bør man i forbindelse med begge modaliteter fokusere på brug af komfortindstillinger samt at sikre patienternes autonomi og forbedre mukociliær clearance. Målet er at reducere morbiditet og mortalitet samt øge livskvaliteten.

RESPIRATIONSSVIGT

Type 1-respiratorisk svigt

Type 1-respiratorisk svigt, eller hypoksisk respiratorisk svigt, opstår, når iltmætningen i blodet er nedsat og CO₂-niveauet er normalt eller lavt. Denne tilstand skyldes oftest nedsat diffusion af ilt fra lungerne til blodet, ventilation-perfusions-mismatch eller problemer med den oxygenbindende kapacitet i blodet. Udskillelsen af CO₂ fra blodet forbliver intakt, da diffusionskapaciteten af CO₂ er over 20 gange større end af O₂ [5].

Type 2-respiratorisk svigt

Type 2 respiratorisk svigt, eller hyperkapnisk svigt, opstår som følge af nedsat ventilationsfunktion og heraf nedsat udskillelse af CO₂ fra blodet. Ofte er tilstanden kombineret med hypoksisk svigt.

HJEMMEBEHANDLING MED NASALT HIGH FLOW

Indikationen for LT-HFNC er kronisk hypoksisk svigt, recidiverende eksacerbationer hos patienter med KOL og behandling af patienter, som har KOL og kronisk hyperkapnisk svigt og ikke tåler NIV [6].

Det er omdiskuteret, hvordan HFNC ændrer de fysiologiske forhold i lungerne, så det respiratoriske arbejde lettes. Nettoeffekten er, at tidalvolumen øges, oxygeneringen forbedres, dead space reduceres, og respirationsfrekvensen nedsættes [1, 7].

Der foreligger få RCT foruden en række korterevarende studier om LT-HFNC til behandling af patienter med KOL [3]. Tendensen i disse studier er, at LT-HFNC kan forebygge eksacerbationer og indlæggelser [8].

Resultaterne af studierne indikerer også, at behandlingen er særlig effektiv til behandling af patienter med hyppige eksacerbationer samt øger patienternes livs- og søvnkvalitet [1, 9]. Desuden ses det, at pCO₂-niveauet stabiliseres over tid hos patienter med KOL [10-12].

Ved HFNC opvarmes atmosfærisk luft til 31-37 °C og mættes med fugt. Apparatet kan generere et flow på 15-60 l/min. Luftflowet leveres gennem et nasalkateter. Der kan tilsluttes ilt til apparatet, så iltfraktionen (FiO₂) kan titreres som ønsket i intervallet 21-100%, oftest maks. 60% i hjemmet og på almindelige sengeafsnit. På **Figur 1** ses en kvinde, som benytter sig af LT-HFNC. HFNC ordineres med flow (l/min), FiO₂ (%), iltflow (l/min) og temperatur (°C) [6]. FiO₂ justeres under hensyntagen til en ordineret acceptabelt saturation. Den fugtede, opvarmede luft bidrager til at opretholde det normale luftvejsepitel og gøre luftvejene mere modstandsdygtige over for inflammation og infektion. Ydermere øges den mukociliære clearance, hvor slim og partikler, der opsamles i luftvejene, fjernes vha. effektiv cilieaktivitet [13]. Viskositeten af slim i luftvejene nedsættes ved HFNC-behandling, hvorved slimen er nemmere at hoste op. Derimod øges viskositeten af slimen ved brug af konventionel nasal tørltbehandling, hvilket gør det besværligt at hoste slimen op. For praktiske oplysninger om LT-HFNC, se **Tabel 1**.

FIGUR 1 En kvinde, som benytter hjemmebehandling med nasalt high flow. Foto bringes med patientens tilladelse.

Foto: Aalborg Universitetshospital.



TABEL 1 Oversigt over praktiske forhold ved long-term high-flow nasal cannula (LT-HFNC)-behandling i hjemmet.

	Beskrivelse/vejledning
Flow	Anvend et flow på 20-40 l/min I samarbejde med patienten findes det maks. accepterede flow
Temperatur	Start evt. på 34 °C Øg gerne temperaturen til 37 °C i de næste uger for at få optimalt udbytte af behandlingen
Næsekateter	Vurder størrelse af næsebor Vælg så stor en størrelse næsebrille som muligt for at nedsætte sideflow og støjgener Næsekateteret fås i 3 størrelser
Komplians	LT-HFNC kan anvendes på alle tider af døgnet men af praktiske årsager benytter de fleste patienter behandlingen om natten LT-HFNC kan påbegyndes ambulant og i forlængelse af en indlæggelse
Bivirkninger	Løbenæse i de første uger af behandlingen Næs slimhindens evne til at optage fugt er kompromitteret i starten af behandlingen Desuden kan der opleves mere hoste i starten da sejt slim kan løses ved hjælp af fugten
Ryging	Ved rygning indenfor skal maskinens filtre skiftes hyppigere

Der er ikke konsensus om intervallet mellem kontrollerne ved HFNC-behandling, men forfatterne anbefaler at kontrollere indstillinger, valg af næsekateter mv. i forbindelse med øvrige planlagte kontroller, f.eks. iltkontroller. Ved kontrollerne lægges der vægt på anvendelse, bivirkninger, livskvalitet samt antallet af eksacerbationer og pneumonier. Der kan suppleres med en arteriegasmåling for at monitorere pCO₂.

HJEMMEBEHANDLING MED NONINVASIV VENTILATION

Inden for det lungemedicinske speciale er det primært patienter med KOL med type 2-respiratorisk svigt, som behandles med NIV.

Ifølge danske guidelines er indikationerne for LT-NIV hos patienter med KOL: 1) tre NIV-krævende eksacerbationer inden for et år, 2) hvis patienten ikke kan trappes ud af NIV under indlæggelse, eller 3) persisterende hyperkapni $\geq 7,0$ kPa 2-4 uger efter en NIV-krævende eksacerbation [14].

På nuværende tidspunkt foreligger der 49 RCT om behandling i hjemmet af patienter med KOL [2]. På LT-NIV-området er evidensen for reduktion i antallet af indlæggelser det mest konsistente fund, ligesom en reduktion i antallet af genindlæggelser hos patienter med KOL med hyperkapni er set i flere studier [2, 15, 16].

Ved NIV anvendes der to trykniveauer, inspiratory positive airway pressure (IPAP) og expiratory positive airway pressure (EPAP) til understøttelse af vejrtrækningen. IPAP øger tidalvolumen og nedsætter pCO₂-niveauet. Ved EPAP opretholdes det positive tryk i luftvejene under eksspirationen, hvilket holder luftvejene åbne og rekrutterer alveoler. Derved sikrer EPAP en mere effektiv udvaskning af CO₂ og forbedrer oxygeneringen [5]. Sammen skaber IPAP og EPAP en cyklus af positivt tryk. Trykforskellen mellem IPAP og EPAP kaldes pressure support (PS) eller trykstøtte. PS letter det respiratoriske arbejde, aflaster respirationsmusklerne og forbedrer gasudvekslingen. Der findes adskillige ventilationsmodi, men oftest benyttes spontan/timet (S/T-modus) eller volume-assured pressure support (VAPS) til kronisk type 2-svigt hos patienter med KOL. De fleste patienter foretrækker at sove med LT-NIV-apparatet på om natten, men behandlingen kan også bruges ved middagshvil og

i vågen tilstand (Figur 2). Se Tabel 2 for detaljer om valg af modus. Det er primært patientens egen respiration, som styrer skiftet mellem inspiration og eksspiration. På trods af at ventilationen primært er betinget af patientens egenventilation, indstilles der dog en inspirationstid (Ti) og en inspirationstid-ekspirations-ratio for at undgå hyperinflation og sikre tilstrækkeligt luftskifte. Yderligere indstilles en backupfrekvens, så apparatet overtager ventilationsstyringen, hvis patientens respirationsfrekvens kommer under det indstillede. Luftfugteren i apparatet bør benyttes for at opretholde god mukociliær clearance [5]. Se Tabel 2 for en oversigt over praktiske forhold ved LT-NIV.

FIGUR 2 En mand som benytter hjemmebehandling med noninvasiv ventilation under søvn. Foto bringes med producentens tilladelse.

©ResMed.



TABEL 2 Oversigt over praktiske forhold ved long-term noninvasiv ventilation-behandling i hjemmet.

	Beskrivelse/vejledning
Relative kontraindikationer	Manglende evne til at tage masken af Nedsat bevidsthedsniveau og hostekraft Ekstensiv sekretdannelse Opkastninger
<i>Bivirkninger</i>	
Aerofagi	Hovedgærde eleveres
Nasalstenose og -flåd	Næseskylninger med saltvand
Irritation af øjne	Kunstige tårer og masketilpasning
Trykgener	Under the nose-maske kan være en fordel
Lækage	Størrelse af ansigt vurderes og der foretages korrekt masketilpasning Fuldskæg fjernes Patienten vejledes i at holde munden lukket under søvn
Komplians	Patienten skal være motiveret for at bruge maskinen og have god complians til standard-KOL-behandling i øvrigt Danske guidelines anbefaler min. 6 timers LT-NIV i døgnet [14] De fleste patienter foretrækker at sove med LT-NIV-apparatet på om natten men behandlingen kan også bruges ved middagshvil og i vågen tilstand Behandlingen kan opstartes både under indlæggelse og ambulant Pårørende og/eller hjemmeplejen involveres
S/T-modus	I S/T-modus indstilles IPAP og EPAP med fikserede tryk Ulempen ved de fikserede tryk er at det leverede tidalvolumen er uforudsigeligt og varierende S/T-modus kan anvendes både i akutte settings på hospitalet og i hjemmet som langtidsbehandling
VAPS-modus	Ved VAPS leverer apparatet et fikseret tidalvolumen med et varierende tryk Ved VAPS er det muligt at designe en mere personificeret behandling via såkaldte komfortindstillinger Anvendes oftest i hjemmet
Yderligere praktik	Ved LT-NIV kan patienten hoste, synke eget sekret og tale Patienten kan holde pauser i forbindelse med måltider og toiletbesøg mv.

EPAP = expiratory positive airway pressure; IPAP = inspiratory positive airway pressure;

LT-NIV = long-term noninvasiv ventilation; S/T = spontan/timet; VAPS = volume-assured pressure support.

Der er tilknyttet telemedicinske platforme til LT-NIV-behandling, og de kan med fordel benyttes til monitorering af patienternes behandling. Platformen modtager dagligt data fra patienternes NIV-apparater såsom timeforbrug, tidalvolumen, anvendt IPAP- og EPAP-tryk, maskelækage m.m. Data kan anvendes proaktivt, og således kan ambulatoriet aflæse data rutinemæssigt eller få notifikationer via prædefinerede alarmgrænser [17]. Det muliggør en digital styret hjemmemonitorering af patienterne. Hvis der er behov for at ændre indstillinger på NIV-apparatet, kan det gøres ved fjernstyring via den telemedicinske platform.

Ud over den telemedicinske monitorering følges patienterne med regelmæssige fysiske kontroller i et lungemedicinsk ambulatorium. Ved kontrollen afdækkes patientens oplevelse af bivirkninger, livskvalitet og udfordringer. Der følges op på adhærens og effekt af behandlingen. Det tilstræbes med LT-NIV at reducere $p\text{CO}_2$ til normalt niveau eller minimum 20% reduktion over tid for at sikre optimal effekt af behandlingen [14, 18].

En stor del af de patienter, som er i behandling med LT-NIV, har en særdeles lav performancestatus, hvorfor fysisk fremmøde i ambulatoriet kan være en udfordring. Ud over den telemedicinske platform arbejdes der i nogle danske regioner på at udvikle en løsning, hvor patienternes behandling følges i eget hjem. Dette gøres vha. transkutane CO₂-målinger via en såkaldt kapnograf, som kan udføre både spotmålinger og længerevarende målinger. Samtidig monitoreres patienternes saturation. Således er det muligt at monitorere udvaskningen af CO₂ samt ved hypoksi at tilkoble og titrere ilt til NIV-apparatet.

DISKUSSION

Både LT-HFNC-behandling og LT-NIV er nye behandlingstiltag, som kan hjælpe med at reducere antallet af forværringer og muligvis også indlæggelser hos patienter med KOL og kronisk respiratorisk svigt. Der er dog stadig behov for mere viden på området.

Behandling med NIV-modaliteter i eget hjem har været et fokusområde for både behandlere og politikere i en længere årrække. NIV har i flere år været benyttet til andre patientgrupper såsom patienter med overvægtsrelateret hypoventilation og patienter med muskeldegenerative sygdomme samt den lignende behandling med kontinuos positive airway pressure til patienter med søvnapnø. Der arbejdes med LT-HFNC til andre patientgrupper, f.eks. patienter med bronkiektasi og interstitiel lungesygdom [13, 19-25]. Ved hjemmebehandling af svært syge patienter med KOL med kronisk respirationssvigt har der, ud over reduktion af eksacerbationer og indlæggelser, været særligt fokus på at sikre patienternes adhærens og tryghed ved behandlingen [2, 9].

Særligt på LT-HFNC-området er der forsat behov for studier, som kan underbygge den viden, de nuværende studier har indikeret [3]. På verdensplan pågår der for indeværende flere multicenter-RCT, som har et studiedesign, der er sammenligneligt med de allerede foreliggende studier [26, 27]. Fremtidig forskning bør, foruden at underbygge viden, fokusere på praktiske spørgsmål omkring behandlingen, f.eks. afklaring af tidsmæssigt optimalt brug af LT-HFNC.

Der er ved LT-HFNC-behandling af patienter med KOL ikke påvist en reduktion i mortalitet [28]. Det foreligger imidlertid kun ét langvarigt RCT, som inkluderede svært syge patienter med kronisk respiratorisk svigt (iltbehandling gennemsnitligt i 18 mdr. forud for inklusion) og betydelig komorbiditet [28]. På LT-NIV-området har man i et studie påvist reduktion i mortalitet med NIV [18]. Inden for begge områder er der behov for at bekræfte disse fund med langvarige RCT'er.

Der foreligger på begge områder studier, der klart indikerer, at behandlingerne er omkostningseffektive [29, 30]. Disse studier er værdifulde, når hjemmebehandlingens rolle i det fremtidige sundhedsvæsen skal diskuteres. I fremtidige studier bør man dog også fokusere specifikt på, om behandlingerne er ressourcebesparende for sundhedsvæsenet, hvilket yderligere kan underbygge deres plads. Danske Regioners Behandlingsråd har igangsat en analyse om anvendelse af LT-NIV til patienter med KOL.

KONKLUSION

Hjemmebehandling med respirations- og ventilationsstøttende modaliteter er i en stor udvikling. Det er muligt at behandle type 1- og type 2-respiratorisk svigt omkostningseffektivt vha. apparatur i hjemmet. Begge behandlinger er påvist at reducere antallet af eksacerbationer hos patienter med fremskreden lungesygdom. I fremtidige studier bør man dels underbygge viden på LT-HFNC-området, dels fokusere på praktiske forhold omkring behandlingsoptimering.

Korrespondance Jonas Sølgaard Sørensen. E-mail: kraknos@gmail.com

Antaget 26. januar 2024

Publiceret på ugeskriftet.dk 1. april 2024

Interessekonflikter Der er anført potentielle interessekonflikter. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2024;186: V09230613.

doi 10.61409/V09230613

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

SUMMARY

Home-based respiratory support

This review provides an overview of home-based respiratory support modalities for patients with chronic lung diseases. It discusses the increasing use of long-term high-flow nasal cannula (LT-HFNC) and long-term non-invasive ventilation (LT-NIV) and their potential to enhance patient quality of life. This review addresses various types of respiratory failure and their respective treatments, emphasising the significance of monitoring and telemedicine in home care. This comprehensive review underscores the clinical relevance of these interventions in the management of chronic lung diseases.

REFERENCER

1. Weinreich UM, Juhl KS, Sølby Christophersen M et al. The Danish respiratory society guideline for long-term high flow nasal cannula treatment, with or without supplementary oxygen. *Eur Clin Respir J.* 2023;10(1):2178600. doi: <https://doi.org/10.1080/20018525.2023.2178600>
2. Dretzke J, Wang J, Yao M et al. Home non-invasive ventilation in COPD: a global systematic review. *Chronic Obstr Pulm Dis.* 2022;9(2):237-251. doi: <https://doi.org/10.15326/jcopdf.2021.0242>
3. Crimi C, Cortegiani A. High-flow nasal therapy in acute and chronic respiratory failure: past, present, and future. *J Clin Med.* 2023;12(7):2666. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm12072666>
4. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163:540-577. doi: <https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.2.9906116>
5. Windisch W, Geiseler J, Simon K et al. German National Guideline for treating chronic respiratory failure with invasive and non-invasive ventilation: revised edition 2017 - Part 1. *Respiration.* 2018;96(1):66-97. doi: <https://doi.org/10.1159/000488001>
6. Juhl KS, Christophersen MS, Gundestrup S et al. High flow - hjemme behandling. *Dansk Lungemedicinsk Selskab*, 2022. <https://lungemedicin.dk/high-flow-hjemme-behandling/> (18. sep 2023).
7. Pisani L, Vega ML. Use of nasal high flow in stable COPD: rationale and physiology. *COPD.* 2017;14(3):346-350. doi: <https://doi.org/10.1080/15412555.2017.1315715>
8. Weinreich UM. Domiciliary high-flow treatment in patients with COPD and chronic hypoxic failure: In whom can we reduce exacerbations and hospitalizations? *PLoS One.* 2019;14(12):e0227221. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227221>
9. Storgaard LH, Weinreich UM, Laursen BS. COPD patients' experience of long-term domestic oxygen-enriched nasal high flow treatment: a qualitative study. *COPD.* 2020;17(2):175-183. doi: <https://doi.org/10.1080/15412555.2020.1736998>
10. Pisani L, Betti S, Biglia C et al. Effects of high-flow nasal cannula in patients with persistent hypercapnia after an acute COPD exacerbation: a prospective pilot study. *BMC Pulm Med.* 2020;20(1):12. doi: <https://doi.org/10.1186/s12890-020-1048-7>
11. Chatila W, Nugent T, Vance G et al. The effects of high-flow vs low-flow oxygen on exercise in advanced obstructive airways disease. *Chest.* 2004;126(4):1108-1115. doi: <https://doi.org/10.1378/chest.126.4.1108>
12. Bräunlich J, Dellweg D, Bastian A et al. Nasal high-flow versus noninvasive ventilation in patients with chronic hypercapnic COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2019;14:1411-1421. doi: <https://doi.org/10.2147/COPD.S206111>

13. Hasani A, Chapman T, McCool D, et al. Domiciliary humidification improves lung mucociliary clearance in patients with bronchiectasis. *Chron Respir Dis*. 2008;5(2):81-86. doi: <https://doi.org/10.1177/1479972307087190>
14. Holm CP, Gantzhorn EK, Weinreich UM et al. KOL - LT-NIV (Hjemme NIV). *Dansk Lungemedicinsk Selskab*, 2020. <https://lungemedicin.dk/kol-lt-niv-hjemme-niv/> (14. sep 2023).
15. Hedsund C, Linde KA, Peick TS et al. Long-term non-invasive ventilation for COPD patients following an exacerbation with acute hypercapnic respiratory failure: a randomized controlled trial. *Eur Clin Respir J*. 2023;10(1):2257993. doi: <https://doi.org/10.1080/20018525.2023.2257993>
16. Murphy PB, Rehal S, Arbane G, et al. Effect of home noninvasive ventilation with oxygen therapy vs oxygen therapy alone on hospital readmission or death after an acute COPD exacerbation: a randomized clinical trial. *JAMA*. 2017;317(21):2177-2186. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.2017.4451>
17. Zhou L, Li X, Guan L et al. Home noninvasive positive pressure ventilation with built-in software in stable hypercapnic COPD: a short-term prospective, multicenter, randomized, controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2017;12:1279-1286. doi: <https://doi.org/10.2147/COPD.S127540>
18. Köhnelein T, Windisch W, Köhler D et al. Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *Lancet Respir Med*. 2014;2(9):698-705. doi: [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(14\)70153-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(14)70153-5)
19. Crimi C, Nolasco S, Campisi R et al. Long-term domiciliary high-flow nasal therapy in patients with bronchiectasis: a preliminary retrospective observational case-control study. *J Clin Med*. 2022;11(4):7323. doi: <https://doi.org/10.3390/jcm11247323>
20. Simioli F, Fiorentino G, Cauteruccio R et al. Long-term high flow nasal cannula therapy in primary and secondary bronchiectasis. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(9):1250. doi: <https://doi.org/10.3390/healthcare11091250>
21. Good WR, Garrett J, Hockey HUP et al. The role of high-flow nasal therapy in bronchiectasis: a post hoc analysis. *European Respiratory Society*, 2021. <https://openres.ersjournals.com/content/7/1/00711-2020> (26. sep 2023). Doi: <https://doi.org/10.1183/23120541.00711-2020>
22. Arizono S, Oomagari M, Yanagita Y et al. Benefits of high-flow nasal cannula oxygen therapy on exercise capacity following acute exacerbation in ILD patients. *Eur Respir J*. 2020;56:4662. doi: <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2020.4662>
23. Bräunlich J, Beyer D, Mai D et al. Effects of nasal high flow on ventilation in volunteers, COPD and idiopathic pulmonary fibrosis patients. *Respiration*. 2013;85(4):319-325. doi: <https://doi.org/10.1159/000342027>
24. Weinreich UM, Burchardt C, Huremovic J. The effect of domiciliary high flow nasal cannula treatment on dyspnea and walking distance in patients with interstitial lung disease - a pilot study. *Chron Respir Dis*. 2022;19:14799731221137085. doi: <https://doi.org/10.1177/14799731221137085>
25. Suzuki A, Ando M, Kimura T et al. The impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on exercise capacity in fibrotic interstitial lung disease: a proof-of-concept randomized controlled crossover trial. *BMC Pulm Med*. 2020;20(1):51. doi: <https://doi.org/10.1186/s12890-020-1093-2>
26. University Hospital, Rouen. Home high flow oxygen to reduce acute exacerbation of COPD (HIFAE), 2023. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT05196698> (25. sep 2023).
27. Translational Research Center for Medical Innovation, Kobe, Hyogo, Japan. Study of long-term HFNC for COPD patients with HOT (FLOCCOP), 2021. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT03282019> (27. sep 2023).
28. Storgaard LH, Hockey H, Laursen BS, Weinreich et al. Long-term effects of oxygen-enriched high-flow nasal cannula treatment in COPD patients with chronic hypoxemic respiratory failure. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2018;13:1195-1205. doi: <https://doi.org/10.2147/COPD.S159666>
29. Sørensen SS, Storgaard LH, Weinreich UM. Cost-effectiveness of domiciliary high flow nasal cannula treatment in copd patients with chronic respiratory failure. *Clinicoecon Outcomes Res*. 2021;13:553-564. doi: <https://doi.org/10.2147/CEOR.S312523>
30. Murphy PB, Brueggjuergen B, Reinhold T, et al. Cost-effectiveness of home non-invasive ventilation in patients with persistent hypercapnia after an acute exacerbation of COPD in the UK. *Thorax*. 2023;78(5):523-525. doi: <https://doi.org/10.1136/thorax-2022-219653>