

Statusartikel

Lungevolumenreduktion til behandling af emfysem

Kirstine Hermann Jørgensen^{1, 2}, Michael Perch^{3, 4}, Kåre Hornbech⁵, Thomas Decker Christensen^{2, 6}, Ole Dan Jørgensen⁷ & Elisabeth Bendstrup^{1, 2}

1) Lungesygdomme, Aarhus Universitetshospital, 2) Institut for Klinisk Medicin, Aarhus Universitet, 3) Afdeling for Hjertesygdomme, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, 4) Institut for Klinisk Medicin, Københavns Universitet, 5) Afdeling for Hjerter- og Lungekirurgi, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, 6) Hjerter-, Lunge- og Karkirurgi, Aarhus Universitetshospital, 7) Hjerter-, Lunge- og Karkirurgisk Afdeling T, Odense Universitetshospital

Ugeskr Læger 2025;187:V04250263. doi: 10.61409/V04250263

HOVEDBUDSKABER

- Patienter med svær KOL og hyperinflation på røntgen bør henvises til en lungemedicinsk afdeling.
- Lungevolumenreducerende behandling foregår som kirurgi eller endobronkial behandling.
- Lungevolumenreduktion bør indtænkes i den patienttilpassede indsats beskrevet i regeringens sundhedsreformudspil.

Grundbehandlingen af KOL med emfysem kan hos visse patienter suppleres med specialiseret lungevolumenreducerende behandling (LVR). I Danmark tilbydes LVR i form af bronkial lungevolumenreduktion (BLVR) med envejsventiler og lungevolumenreducerende kirurgi (LVRK), som begge er vurderet til højest evidensniveau i GOLD-guidelines [1]. Disse behandlinger er målrettet patienter med KOL, hvor emfysem og hyperinflation dominerer sygdomsbilledet. Formålet med behandlingen er at reducere hyperinflationen og dermed forbedre patientens symptomer, livskvalitet og funktionsniveau samt muligvis overlevelse. Behandlingseffekten afhænger i høj grad af omhyggelig patientudvælgelse, hvilket kræver en systematisk udredning.

Første skridt er dog at identificere potentielle kandidater til behandlingen i både primær- og sekundærsektoren.

Som en del af den patienttilpassede indsats til personer med visse kroniske sygdomme præsenteret i regeringens sundhedsreformudspil fra september 2024 [2] vil behovet for kendskab til muligheden for LVR samt identifikation af mulige kandidater til behandlingen for læger i primærsektoren være særlig vigtigt.

Denne artikel giver en opdateret status på indikationer, effekt og komplikationer for BLVR og LVRK baseret på nye studier og den netop opdaterede fælles danske guideline [3]. Artiklen har desuden fokus på at vejlede i at identificere de patienter, der kan henvises til lungemedicinsk afdeling med henblik på videre udredning.

Hvad er lungevolumenreducerende behandling?

Ved emfysem ses manglende elastisk recoil som følge af vævsdestruktion, og dette kombineret med obstruktivt eksspiratorisk flow forårsaget af abnormaliteter i de små luftveje medfører hyperinflation [4]. Hyperinflation medfører bl.a. åndenød og nedsat fysisk formåen og nedsat cardiac output. Både BLVR og LVRK har til formål at

reducere hyperinflation forårsaget af emfysem og derved bedre åndenøden og den fysiske formåen.

Bronkial lungevolumenreduktion

Ved BLVR opnås lungevolumenreduktionen ved induktion af total atelektase af den mest hyperinflaterede lungelap. Dette opnås gennem indsættelse af typisk 3-5 envejsventiler i bronkierne, som tillader langsom udtømning af luften. Behandlingseffekten forudsætter dog, at fissuren mellem den behandlede og den ipsilaterale lungelap/lungelapper er intakt. Fissurerne er de pleurale folder, der adskiller lungen i lapper. De dannes i fosterstadiet, og i denne proces kan dele af fissuren tilbagedannes, hvorved der kommer kommunikation imellem lungelapperne kaldet kollateral ventilation. Ved inkomplet fissur kan luften passere ind i den behandlede lap via kollateral ventilation. Fissurkompletheden vurderes billeddiagnostisk og analytisk forud for indgrebet, men ved tvivl kan flowet over fissuren måles direkte under bronkoskopian. Hvis der her findes kollateral ventilation, anlægges der ikke ventiler.

Lungevolumenreducerende kirurgi

Ved LVRK reduceres hyperinflationen ved kirurgisk fjernelse af områder i den eller de mest hyperinflaterede lungelapper. Operationen udføres som minimal invasiv kirurgi/kikkertkirurgi, som er væsentligt mindre invasiv end traditionel åben thoraxkirurgi. LVRK kan udføres på trods af inkomplette fissurer.

Komplikationer

Bronkial lungevolumenreduktion

Den hyppigste komplikation til BLVR er pneumothorax (PTX) (20-30%) [5-7]. PTX opstår grundet ruptur af den ipsilaterale lap forårsaget af volumenshift som følge af atelektasen. På grund af risikoen for PTX indlægges patienten til observation i 1-2 døgn efter indgrebet. De fleste tilfælde af PTX kræver drænbehandling. I svære tilfælde kan midlertidig fjernelse af én eller flere ventiler med henblik på heling af PTX være nødvendig. Fjernede ventiler genindsættes efter seks uger. Andre umiddelbare komplikationer er pneumoni (0-8%) [5-11] og eksacerbation af KOL (12-20%) [5, 6, 9, 11], hvilket dog også er hyppigt forekommende i kontrolgrupperne. 30-dagesmortaliteten efter BLVR er 0-3% [6, 7, 11, 12].

Komplikationer ses også på længere sigt efter BLVR, hvorfor patienterne følges i lungemedicinsk regi i en årrække. De hyppigste langsigtede komplikationer er displacering eller ophost af ventilerne samt fremmedlegemereaktion i form af granulationsvævsdannelse [13]. Komplikationerne vil medføre behandlingssvigt med behov for fornyet bronkoskopi med udskiftning eller fjernelse af ventilerne. Ca. 30% af patienterne har behov for fornyet bronkoskopi i løbet af det første år [14]. I tilfælde af komplikationer eller manglende effekt kan ventilerne fjernes, hvorved patienten er tilbage ved udgangspunktet.

Lungevolumenreducerende kirurgi

De hyppigste akutte komplikationer er luftlækage ($\leq 90\%$) [15], som hos 5-10% vil kræve reoperation [16]. Pneumoni ses hos ca. 10% [16]. Den mediane indlæggelsestid er ca. 7 dage [17]. Mortaliteten ved LVRK varierer afhængigt af studiepopulationen, men der ses en 90-dagesmortalitet på 0,0-5,5% [18-20] og etårsmortalitet på 1,0-2,9% [21, 22]. Behandlingen er i modsætning til BLVR ikke reversibel.

Behandlingskriterier

Kriterierne og kontraindikationerne for LVR er fastlagt for at sikre, at patienten er hyperinflateret nok til at kunne opnå effekt, at åndenøden er pulmonalt betinget, samt at patienten ikke er for skrøbelig til at kunne tåle eventuelle komplikationer.

Under udredningen bestemmes desuden emfysemfordelingen og fissurtætheden med henblik på at bestemme den mest optimale behandlingslap. Behandlingskriterierne er generelt set vejledende, og derfor kan patienten godt henvises til vurdering ved mindre afvigelser.

De officielle danske behandlingskriterier og kontraindikationer for LVR fra Dansk Lungemedicinsk Selskab kan ses i hhv. **Tabel 1** og **Tabel 2**.

TABEL 1 Behandlingskriterier for lungevolumenreducerende behandling [22].

Alder	40-75 år
BMI	18-30
Tobak	Ophør > 6 mdr.
MRC	≥ 3
6MWT	140-500 m
FEV1	20-45%
TLC	> 100%
RV	> 175%
RV/TLC	≥ 58%
DLCO	> 20%
HRTC	Ingen uafklarede infiltrater, hvor malignitet ikke kan udelukkes på CT af thorax inden for 6 mdr.
pCO ₂	< 7,5 kPa
pO ₂	> 6,0 kPa
Ekko	TR-gradient < 40 mmHg
Diverse	Gennemført KOL-rehabilitering forud for udredning

6MWT = 6-min-gangtest; DLCO = diffusionskapacitet for CO; ekko = ekkokardiografi; FEV1 = eksspiratorisk volumen i 1. s; HRTC = high-resolution CT; MRC = Medical Research Council Dyspnea Scale; pCO₂ = partialtrykket af CO₂; pO₂ = partialtrykket af O₂; RV = residualvolumen; TLC = total lungekapacitet; TR-gradient = tricuspid regurgitation gradient.

TABEL 2 Kontraindikationer for lungevolumenreducerende behandling [22].

Tobak	Rygning: tobak, cannabis, e-cigaretter de seneste 6 mdr.
Thorax	Svære torakale deformiteter og visse tidligere torakale operationer eller strålebehandling
Pleura	Udbredte forandringer eller sequelae efter pleurodese eller empyem
Reversibilitet	Forbedring af FEV1 > 12%/200 ml
Prednisolon	> 10 mg dagligt
Symptomer	Bronkiestaser eller kronisk slimproducerende bronkitis, der ikke kan saneres
Komorbiditet	Svær iskæmisk hjertesygdom Hjertesvigt Pulmonal hypertension Malign sygdom inden for 5 år Dialysekrævende nyreinsufficiens Levercirrose Gigt behandlet med biologisk behandling/DMARD Anden alvorlig konkurrerende sygdom

DMARD = sygdomsmodificerende antireumatiske præparater; FEV1 = eksspiratorisk volumen i 1. s.

Patientforløb og udredning

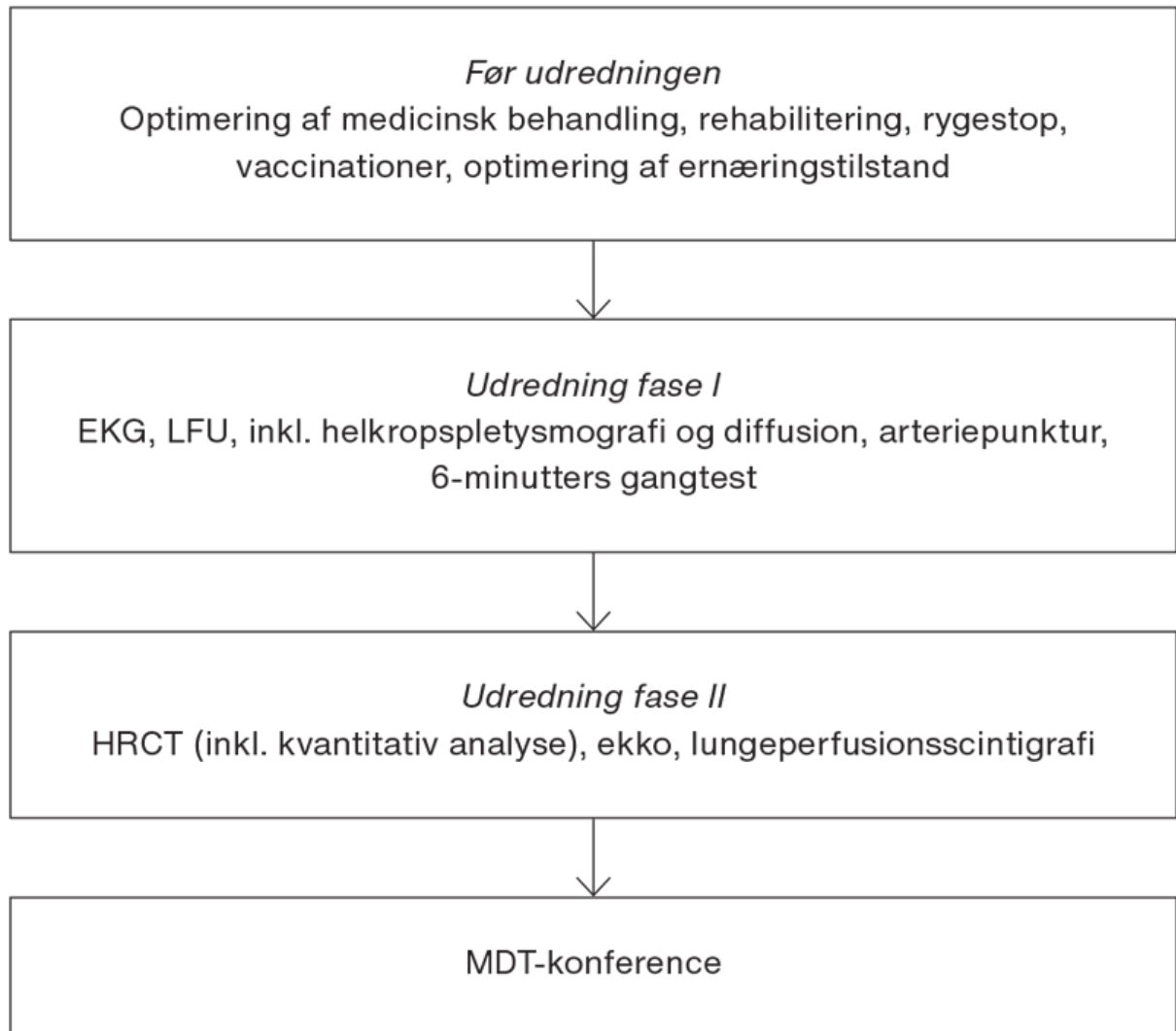
På nuværende tidspunkt tilbydes selve den lungevolumenreducerende behandling på Rigshospitalet (RH), Odense Universitetshospital (OUH) og Aarhus Universitetshospital (AUH). Dog kan udredningen forud for behandlingen foregå på patientens lokale lungemedicinske afdeling, hvortil patienten kan henvises.

Patientforløb hos almen praksis

Det forventes, at en stor del af de patienter, der kandiderer til lungevolumenreducerende behandling, følges hos almen praksis, da der typisk vil være tale om patienter med svær KOL uden hyppige eksacerbationer. Disse patienter vil klassisk ses til årskontrol og klage over tiltagende åndenød trods optimal behandling med inhalationsmedicin og eventuel rehabilitering.

Patienten kan henvises til videre udredning på lokalsygehus, hvis følgende opfyldes (**Figur 1**):

FIGUR 1 Udredningsforløb forud for lungevolumenreducerende behandling [22].



Ekko = ekkokardiografi; HRTC = high-resolution CT; LFU = lungefunktionsundersøgelse.

-
- Spirometri med forceret eksspiratorisk volumen i første sekund (FEV1) < 50% af forventet.
 - Åndenød svarende til Medical Research Council Dyspnea Scale (MRC) $\geq$ 3.
 - Emfysem/hyperinflation på røntgen af thorax.
 - Indstillet på rygestop ved fortsat rygning.
 - Kun få indlæggelseskrævende lungeinfektioner eller eksacerbationer.

Patientforløb via hospital

Inden udredningen påbegyndes, bør patientens tilstand optimeres ved træning, medicinsk behandling og

ernæring. Derefter igangsættes den målrettede udredning som illustreret i Figur 1. Både trin 1 og 2 kan foretages på lokalsygehus, imens MDT-konferencen foregår på RH, OUH eller AUH. Udredningen kan suppleres med yderligere undersøgelser på universitetshospitalet afhængig af lokal praksis. Figur 1 er modificeret fra Dansk Lungemedicinsk Selskabs retningslinje for lungevolumenreducerende behandling af KOL.

Behandlingseffekt

Bronkial lungevolumenreduktion

Effekten af BLVR er undersøgt i flere randomiserede kontrollerede studier og enkelte kohortestudier. Behandlingsrespons vurderes typisk ved lungefunktionen (FEV1 og residualvolumen (RV)), funktionsniveau (6-minutters gangtest) og symptomforbedring (MRC), COPD assessment test (CAT) eller St. George Respiratory Questionnaire.

Randomiserede studier med sammenligning med medicinsk behandling har påvist en effekt, der overskrider mindste klinisk betydningsfulde forskel efter 3-6 mdr. i FEV1 hos 39,5-59,0%, RV hos 44,2-56,4%, 6-minutters gangtest hos 50-63% og ved symptomer hos 41,8-68% af patienterne [5-7, 9, 11]. I de samme studier er den gennemsnitlige øgning i FEV1 på 60-161 ml, reduktion af RV på 260-660 ml, øgning i 6-minutters gangtest på 25-60 m og forbedring i MRC på 0-0,56 [5-7, 9, 11]. Lignende resultater ses i mindre real-life kohortestudier, som efter 3-6 mdr. har vist en gennemsnitlig forbedring af FEV1 på 100-160 ml, reduktion i RV på 430-1.020 ml og forbedring i MRC-score på 0,5 [23-25].

I takt med sygdommens progression vil lungefunktionen falde med tiden trods vellykket behandling. Der er endnu ikke publiceret studier, der undersøger effekten af BLVR efter et år sammenlignet med medicinsk behandling.

Lungevolumenreducerende kirurgi

Effekten af LVRK er undersøgt i ældre randomiserede kontrollerede studier, der viser stigning i FEV1 på 170-192 ml, fald i RV på 940-1.420 ml, øgning i 6-minutters gangdistance på 44,5 m [26, 27]. Efter to år ses der forbedring på FEV1 i forhold til baseline hos 43% efter LVRK sammenlignet med 19% ved medicinsk behandling [28].

Sammenligning af bronkial lungevolumenreduktion og lungevolumenreducerende kirurgi

Selv om behandlingsmålet ved både BLVR og LVRK er reduktion af hyperinflation, adskiller de to behandlinger sig dog væsentligt på flere områder.

Historisk er LVRK blevet opfattet som et mindre skånsomt indgreb end BLVR, særligt grundet den høje 90-dagesmortalitet på 7,9% i det første randomiserede studie, der sammenlignede LVRK med medicinsk behandling [29]. Dette studie medførte fokus på at sikre korrekt udvælgelse af behandlingslap og tilstrækkelig diffusionskapacitet, hvilket har reduceret mortaliteten væsentligt i senere studier [21, 22].

Det første randomiserede studie med direkte sammenligning af BLVR og LVRK blev udgivet i 2023 [22]. Studiet omfattede 46 BLVR- og 34 LVRK-patienter og viste sammenlignelige etårsresultater imellem grupperne målt ved RV, FEV1 og MRC, dog med bedre gangdistance og CAT-score efter LVRK. LVRK havde en væsentligt længere indlæggelsesvarighed grundet indgrebets karakter (median (IQR) LVRK: 9 (16,5) dage; median (IQR) BLVR: 3 (2) dage). Til gengæld sås et signifikant mindre behov for reinterventioner i det efterfølgende år efter LVRK (LVRK 4,3%; BLVR 21%). Den højere reintventionsrate i BLVR-gruppen skyldes langsigtede komplikationer med tab af effekt og derved behov for fornyet bronkoskopi.

I et engelsk registerstudie fra 2024 blev real-life outcome sammenlignet mellem 219 BLVR- og 244 LVRK-patienter [20]. Her var 90-dagesmortaliteten højere efter LVRK (LVRK 5,5%; BLVR 1,8%), hvilket dog ikke var

statistisk signifikant, mens femårsoverlevelsen var sammenlignelig (LVRK 75%; BLVR 73%).

Disse to studier tyder på, at LVRK og BLVR er ligeværdige i forhold til effekt og mortalitet til patienter, der opfylder indikationen for begge indgreb. Det er dog vigtigt at bemærke, at ikke alle patienter opfylder indikationen for begge behandlinger. Særligt skrøbelige patienter kan være uegnede til LVRK, mens BLVR kræver komplette fissurer, hvilket ikke er en forudsætning for LVRK. Patientpræferencer har også stor betydning, hvis begge behandlingstyper er en mulighed. Det endelige behandlingstilbud fastsættes på MDT-konference ud fra vurdering af bl.a. patientens funktionsniveau, lungefunktion, emfysemfordeling og fissurtæthed. De økonomiske omkostninger ved LVRK og BLVR er i andre europæiske lande sammenlignelige [30], om end begge behandlingsformer naturligt er væsentligt dyrere end standard medicinsk behandling.

Konklusion

Lungevolumenreducerende behandling er en god behandlingsmulighed til udvalgte patienter med svært emfysem. Identifikation af egnede patienter er afgørende, og det forventes, at en stor del af de patienter, der kunne have gavn af behandlingen, følges i almen praksis. Der forventes at være en større gruppe patienter, som er kandidater til volumenreducerende behandling, men ikke henvises grundet manglende kendskab til behandlingen.

Udredningen foregår på patientens lokale lungemedicinske afdeling, mens behandlingen varetages på RH, OUH og AUH. Nøje patientudvælgelse er kritisk for behandlingseffekten, og den endelige plan lægges på MDT-konference.

Korrespondance Kirstine Hermann Jørgensen. E-mail: kitose@rm.dk

Antaget 18. juni 2025

Publiceret på ugeskriftet.dk 22. september 2025

Interessekonflikter KHJ oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Pulmonx. MP oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Pulmonx, Therakos, Ryne Medical, Takeda, TFF Pharmaceuticals og Zambon. TDC oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i AstraZeneca, Sanofi, Bristol Myers Squibb og Chiesi. EB oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Boehringer Ingelheim, AstraZeneca, Daiichi-Sankyo og Simbec-Orion. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2025;187:V04250263

doi 10.61409/V04250263

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

SUMMARY

Lung volume reduction for the treatment of emphysema

Patients suffering from severe chronic obstructive pulmonary disease with emphysema on X-ray can be eligible for lung volume reduction, and these patients can therefore be referred to a department of respiratory diseases for further evaluation. Lung volume reduction can be performed either through surgery or endobronchial valve treatment. Both treatment options are effective in carefully selected patients. This review presents an updated status on the indications, effects, and complications of both types of lung volume reduction. It helps identify eligible patients in both the primary and secondary sectors.

REFERENCER

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, 2024. <https://goldcopd.org/2024-gold-report/> (02. dec 2024)
2. Indenrigs- og Sundhedsministeriet. Sundhed tæt på dig, 2024. <https://www.ism.dk/publikationer-sundhed/2024/september/sundhed-taet-paa-dig> (17. dec 2024)
3. Hermann K, Bendstrup E, Schulz HH et al. Lungevolumenreduktion til behandling af KOL, 2024. <https://lungemedicin.dk/lungevolumenreduktion-til-behandling-af-kol/> (01. nov 2024)
4. O'Donnell DE, Laveneziana P. The clinical importance of dynamic lung hyperinflation in COPD. COPD. 2006;3(4):219-32. <https://doi.org/10.1080/15412550600977478>
5. Klooster K, ten Hacken NHT, Hartman JE et al. Endobronchial valves for emphysema without interlobar collateral ventilation. N Engl J Med. 2015;373(24):2325-35. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1507807>
6. Kemp SV, Slebos D-J, Kirk A et al. A multicenter randomized controlled trial of Zephyr endobronchial valve treatment in heterogeneous emphysema (TRANSFORM). Am J Respir Crit Care Med. 2017;196(12):1535-1543. <https://doi.org/10.1164/rccm.201707-1327OC>
7. Criner GJ, Sue R, Wright S et al. A multicenter randomized controlled trial of Zephyr endobronchial valve treatment in heterogeneous emphysema (LIBERATE). Am J Respir Crit Care Med. 2018;198(9):1151-1164. <https://doi.org/10.1164/rccm.201803-0590OC>
8. Criner GJ, Delage A, Voelker K et al. Improving lung function in severe heterogeneous emphysema with the Spiration Valve System (EMPROVE). Am J Respir Crit Care Med. 2019;200(11):1354-1362. <https://doi.org/10.1164/rccm.201902-0383OC>
9. Davey C, Zoumot Z, Jordan S et al. Bronchoscopic lung volume reduction with endobronchial valves for patients with heterogeneous emphysema and intact interlobar fissures (BeLieVeRHIFI study). Lancet. 2015;386(9998):1066-73. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60001-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60001-0)
10. Sciurba FC, Ernst A, Herth FJ et al. A randomized study of endobronchial valves for advanced emphysema. N Engl J Med. 2010;363(13):1233-44. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0900928>
11. Valipour A, Slebos D-J, Herth FJ et al. Endobronchial valve therapy in patients with homogeneous emphysema: results from the IMPACT study. Am J Respir Crit Care Med. 2016;194(9):1073-1082. <https://doi.org/10.1164/rccm.201607-1383OC>
12. Fiorelli A, D'Andrilli A, Bezzi M et al. Complications related to endoscopic lung volume reduction for emphysema with endobronchial valves: results of a multicenter study. J Thorac Dis. 2018;10(Suppl 27):S3315-S3325. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.06.69>
13. Koster TD, Klooster K, ten Hacken NHT et al. Endobronchial valve therapy for severe emphysema: an overview of valverelated complications and its management. Expert Rev Respir Med. 2020;14(12):1235-1247. <https://doi.org/10.1080/17476348.2020.1813571>
14. Roodenburg S, Klooster K, Hartman JE et al. Revision bronchoscopy after endobronchial valve treatment for emphysema: indications, findings and outcomes. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2021;16:1127-1136. <https://doi.org/10.2147/COPD.S302662>
15. DeCamp MM, Blackstone EH, Naunheim KS et al. Patient and surgical factors influencing air leak after lung volume reduction surgery: lessons learned from the National Emphysema Treatment Trial. Ann Thorac Surg. 2006;82(1):197-206; discussion 206-7. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.02.050>
16. McKenna RJ Jr, Benditt JO, DeCamp MM et al. Safety and efficacy of median sternotomy versus videoassisted thoracic surgery for lung volume reduction surgery. J Thorac Cardiovasc Surg. 2004;127(5):1350-60. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2003.11.025>
17. Magarinos J, Egelko A, Criner GJ et al. Lung volume reduction surgery is safe and leads to functional improvement in patients who fail or cannot undergo bronchoscopic lung volume reduction. JTCVS Open. 2024;18:369-375. <https://doi.org/10.1016/j.xjon.2024.02.004>
18. Horwood CR, Mansour D, Abdel-Rasoul M et al. Longterm results after lung volume reduction surgery: a single institution's experience. Ann Thorac Surg. 2019;107(4):1068-1073. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2018.10.014>
19. Clark SJ, Zoumot O, Bamsey MI et al. Surgical approaches for lung volume reduction in emphysema. Clin Med (Lond). 2014;14(2):122-7. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.14-2-122>

20. Buttery SA, Lewis A, Alzetani A et al. Survival following lung volume reduction procedures: results from the UK Lung Volume Reduction (UKLVR) registry. *BMJ Open Respir Res.* 2024;11(1):e002092. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2023-002092>
21. Stanifer BP, Ginsburg ME. Lung volume reduction surgery in the postNational Emphysema Treatment Trial era. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl 23):S2744-S2747. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.05.135>
22. Buttery SC, Banya W, Bilancia R et al. Lung volume reduction surgery versus endobronchial valves: a randomised controlled trial. *Eur Respir J.* 2023;61(4):2202063. <https://doi.org/10.1183/13993003.02063-2022>
23. Skowasch D, Fertl A, Schwick B et al. A longterm followup investigation of endobronchial valves in emphysema (the LIVE Study): study protocol and sixmonth interim analysis results of a prospective fiveyear observational study. *Respiration.* 2016;92(2):118-26. <https://doi.org/10.1159/000448119>
24. Park TS, Hong Y, Lee JS et al. Bronchoscopic lung volume reduction by endobronchial valve in advanced emphysema: the first Asian report. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2015;10:1501-11. <https://doi.org/10.2147/COPD.S85744>
25. Sidhu C, Wilsmore N, Shargill N, Rangamuwa K. Lung volume reduction for emphysema using oneway endobronchial valves: an Australian cohort. *Medicine (Baltimore).* 2023;102(31):e34434. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000034434>
26. Hillerdal G, Löfdahl C-G, Ström K et al. Comparison of lung volume reduction surgery and physical training on health status and physiologic outcomes: a randomized controlled clinical trial. *Chest.* 2005;128(5):3489-99. <https://doi.org/10.1378/chest.128.5.3489>
27. Miller JD, Berger RL, Malthaner RA et al. Lung volume reduction surgery vs medical treatment for patients with advanced emphysema. *Chest.* 2005;127(4):1166-77. <https://doi.org/10.1378/chest.127.4.1166>
28. Fishman A, Martinez F, Naunheim K et al. A randomized trial comparing lungvolumereduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med.* 2003;348(21):2059-73. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa030287>
29. Hardoff R, Shitrit D, Tamir A et al. Short and longterm outcome of lung volume reduction surgery: the predictive value of the preoperative clinical status and lung scintigraphy. *Respir Med.* 2006;100(6):1041-9. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2005.09.033>
30. Hartman JA, Klooster K, Groen H et al. Costeffectiveness of endobronchial valve treatment in patients with severe emphysema compared to standard medical care. *Respirology.* 2018;23:1026-1032. <https://doi.org/10.1111/resp.13295>