

Journal für Pneumologie

Asthma – COPD – Imaging – Funktionsdiagnostik –
Thoraxchirurgie – Interstitielle Lungenerkrankungen (ILD) –
Schlafapnoe – Thoraxtumor – Infektiologie – Rehabilitation

**Patientenselektion für eine bronchoskopische
Lungenvolumenreduktion mit endobronchialen Einwegventilen //**
**Patient selection for bronchoscopic lung volume reduction
using endobronchial valves**

Franzen DP

Journal für Pneumologie 2019; 7 (1), 16-19

Homepage:

www.kup.at/pneumologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Journal für Pneumologie

e-Abo kostenlos

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Pneumologie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Pneumologie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Journal für Pneumologie

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Patientenselektion für eine bronchoskopische Lungenvolumenreduktion mit endobronchialen Einwegventilen

D. P. Franzen

Kurzfassung: Mit der Lungenvolumenreduktion (LVR) steht für Emphysepatienten mit relevanter Überblähung und ausgeschöpfter konservativer Therapie eine viel versprechende Behandlung zur Verfügung, welche primär die Lebensqualität, die körperliche Belastbarkeit als auch die Lungenfunktion über längere Zeit verbessern kann. Mittlerweile stehen dafür neben der chirurgischen auch vier bronchoskopische LVR-Verfahren (Ventile, Coils, Dampf und Polymerschäum) zur Verfügung.

Die Patientenselektion richtet sich im Wesentlichen nach verschiedenen anatomischen und klinischen Gegebenheiten. Der Selektionsprozess kann dabei in drei Stufen zusammen-

gefasst werden: grundsätzliche Voraussetzungen für LVR, Auswahl des individuell am besten geeigneten LVR-Verfahrens sowie Identifizierung von Zielzonen.

Schlüsselwörter: Lungenvolumenreduktion, Lungenemphysem, Überblähung, Ventile, Patientenselektion

Abstract: Patient selection for bronchoscopic lung volume reduction using endobronchial valves. With the advent of lung volume reduction (LVR) there is a promising treatment approach to improve quality of life, exercise ca-

capacity and pulmonary function in symptomatic emphysema patients with hyperinflation despite fully established conservative therapy. Currently, there are surgical and four bronchoscopic LVR modalities (valves, coils, vapor, and polymeric sealant).

Essentially, patient selection is based on anatomical and clinical conditions, and can be summarized in three steps: basic prerequisites for LVR, selection of individually most appropriate LVR modality, and identification of target zone. *J Pneumologie* 2019; 7 (1): 16–9.

Keywords: Lung volume reduction, emphysema, hyperinflation, valves, patient selection

■ Einleitung

Die chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD) führt insbesondere wegen chronischer Dyspnoe zu einer zunehmenden Einschränkung der Lebensqualität. Die wichtigste prophylaktische und therapeutische Intervention ist ein konsequenter Rauchstopp, da das Tabakrauchen neben einer chronischen (obstruktiven) Bronchitis unweigerlich zu einer irreversiblen Destruktion der Alveolen mit Verlust der elastischen Rückstellkräfte der Lunge führt. Die Folge ist eine dynamische und statische Lungenüberblähung, welche bodyplethysmographisch anhand eines erhöhten Residualvolumens (RV) und eines erhöhten Quotienten von RV und totaler Lungkapazität (TLC) gemessen werden kann [1].

Die Überblähung beim Lungenemphysem ist eine maßgebliche Komponente der Dyspnoe. Diese Erkenntnis führte bereits in den 1950er Jahren zu ersten Bemühungen, die Überblähung durch eine Lungenvolumenreduktion (LVR) zu verkleinern, mit dem Ziel die Dyspnoe zu verbessern [2]. Dem „National Emphysema Treatment Trial“ (NETT) ist es schließlich zu verdanken, dass eine invasive Behandlung in Form einer LVR heutzutage zur etablierten Therapie eines fortgeschrittenen Emphysems gehört, da dadurch sowohl Lebensqualität als auch Erstsekundenkapazität (FEV1) und 6-Minuten-Gehstrecke verbessert werden können [3]. Mittlerweile gehören sowohl die chirurgische also auch die bronchoskopische LVR mit endobronchialen Ventilen zu den offiziellen Therapieempfehlungen der „Global Initiative of Chronic Obstructive Lung Disease“ (GOLD) beim fortgeschrittenen Emphysem [4].

Neben den grundsätzlichen, zum Teil oben erwähnten Voraussetzungen müssen jedoch bei der Evaluation einer geeigneten

LVR-Maßnahme je nach Methode verschiedene Kriterien erfüllt sein. Der vorliegende Artikel soll dem Leser einen Überblick über die Patientenselektion für eine bronchoskopische LVR mit endobronchialen (Einweg-) Ventilen (EBV) vermitteln. Der Selektionspfad ist dabei in drei Stufen gegliedert und in Abbildung 1 dargestellt.

■ Stufe 1: Grundsätzliche Voraussetzung für eine Lungenvolumenreduktion

Bei der Evaluation einer Lungenvolumenreduktion muss unabhängig von der Methode zunächst festgehalten werden, ob sich ein Patient grundsätzlich für ein derartiges Verfahren eignet (Stufe 1 der Patientenselektion). Die dabei zur Anwendung kommenden Kriterien respektive Indikationen/Kontraindikationen

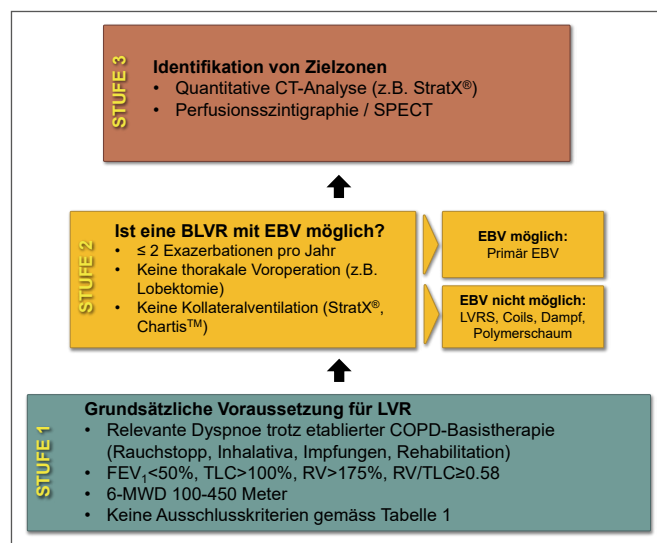


Abbildung 1: Selektionspfad für die Evaluation einer bronchoskopischen Lungenvolumenreduktion mit endobronchialen Ventilen

Abkürzungen: BLVR, bronchoskopische Lungenvolumenreduktion; EBV, endobronchiale Ventile; SPECT, „single-photon emission computed tomography“; 6-MWD, 6-Minuten-Gehdistanz

Eingelangt am: 09.01.2019, angenommen nach Review am: 14.01.2019

Aus der Klinik für Pneumologie, Universitätsspital Zürich, Schweiz

Korrespondenzadresse: PD Dr. med. Daniel P. Franzen, Leitender Arzt, Interventionelles Lungenzentrum, Klinik für Pneumologie, Universitätsspital Zürich, CH-8091 Zürich, Rämistrasse 100, E-mail: daniel.franzen@usz.ch

tionen sind im Wesentlichen an die Ein- und Ausschlusskriterien des NETT [3] angelehnt, welche bei den nachfolgenden Studien der bronchoskopischen LVR-Methoden (EBV, Coils, Dampf) weitgehend übernommen wurden (Tabelle 1).

Die grundlegendsten Voraussetzungen für eine LVR sind eine etablierte COPD-Basistherapie inklusive Rauchstopp gemäß GOLD-Empfehlungen [4] sowie eine bodyplethysmographisch messbare Überblähung ($RV > 175\%$ des Solls, $RV/TLC > 0,58$). Das Vorhandensein von klinischen (z. B. Fassthorax) oder radiologischen (z. B. abgeflachte Zwerchfelle im konventionellen Röntgenbild) Merkmalen der Überblähung kann den Entscheid für eine LVR zusätzlich unterstreichen [5]. Darüber hinaus sollte eine relevante kardiale (oder anderweitige) Ursache der Dyspnoe mit entsprechenden Abklärungen ausgeschlossen und im Vorfeld der LVR behandelt werden. Der Patient sollte vor einer LVR weder zu gut (z. B. $FEV1 > 50\%$ des Solls) oder zu schlecht (z. B. $FEV1 < 15\%$ des Solls) sein. Im ersten Fall würde der Patient wahrscheinlich nicht maßgeblich von einer LVR profitieren, während andernfalls mit einer erhöhten periinterventionellen Morbiditäts- und Mortalitätsrate gerechnet werden müsste.

Es muss jedoch klar betont werden, dass einige traditionelle Kontraindikationen aus Tabelle 1 in den letzten Jahren in Frage gestellt wurden und nicht mehr als klare Trennlinie gelten. Einige Zentren mit hohem Patientenaufkommen haben in Fallserien und Beobachtungsstudien ihre diesbezüglich positiven Erfahrungen publiziert (Tabelle 2). Vor einer unkritischen, breitflächigen Anwendung dieser Extremindikationen in den Händen von weniger erfahrenen Kollegen muss jedoch gewarnt werden.

■ Stufe 2: Auswahl des individuell geeigneten Lungenvolumenreduktionsverfahrens

Freilich kommt der lokalen Expertise/Infrastruktur und dem individuellen Wunsch des Patienten eine wichtige Rolle bei der Selektion des geeigneten LVR Verfahrens zu. Und schlussendlich sollte unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten sowie der weiter unten erklärten diagnostischen Hilfsmittel jeder Kasus an einer interdisziplinären Konferenz besprochen werden [6]. Aus zwei Gründen macht es aber durchaus Sinn, primär eine bronchoskopische LVR mit EBV zu evaluieren. Einerseits weist die Ventilbehandlung mit sieben randomisierten Studien, welche die Wirksamkeit und Sicherheit gezeigt haben, eine äußerst robuste Evidenzlage auf [7–13]. Andererseits handelt sich dabei um ein potentiell reversibles Verfahren. Ein direkter Vergleich von verschiedenen LVR-Verfahren existiert bis dato nicht.

Tabelle 1: Klassische Kontraindikationen für Lungenvolumenreduktion (mod. nach [3])

Patient „zu gut“	$FEV1 > 50\%$ des Solls 6-MWD > 450 Meter Keine Überblähung ($RV/TLC < 0,58$)
Patient „zu schlecht“	$FEV1 < 20\%$ des Solls $DLCO < 20\%$ des Solls 6-MWD < 140 Meter
Schwere bronchiale Pathologie „Kardiale Dyspnoe“	Ausgeprägte Bronchiektasen Linksherzinsuffizienz ($LV-EF < 45\%$)
Pulmonale Hypertonie	$mPAP \geq 25$ mmHg im Rechts-herzkatheter
Relevante koronare Herzkrankheit	
Unbehandelte alveoläre Hypoventilation	
Aktiver Zigarettenkonsum	
Kortikosteroidtherapie > 20 mg/Tag	

Abkürzungen: $DLCO$, Diffusionskapazität für CO ; 6-MWD, 6-Minuten-Gehstrecke; $LV-EF$, linksventrikuläre Auswurfraction, $mPAP$, mittlerer pulmonal-arterieller Druck

Ist eine bronchoskopische Lungenvolumenreduktion mit Ventilen möglich?

Neben den oben erwähnten generellen Kontraindikationen für eine LVR muss beachtet werden, dass gehäufte Infektexazerbationen der zugrunde liegenden COPD ungünstige Voraussetzungen für eine bronchoskopische LVR darstellen. Bei Auftreten von mehr als zwei Exazerbationen im Vorjahr sollte wohl eher der chirurgischen LVR der Vorzug gegeben werden, da gezeigt werden konnte, dass das Exazerbationsrisiko nach einer LVR-Operation sinkt [14]. Ein weiteres wichtiges Ausschlusskriterium für eine Ventilbehandlung sind Voroperationen auf der zu behandelnden Seite (z. B. Lobektomie, Pleurodese oder chirurgische LVR), da es dadurch zu pleuroparenchymalen Vernarbungen kommt, welche die Entstehung der gewünschten Atelektase verhindern.

Die entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche Ventilbehandlung ist eine fehlende Kollateralventilation zwischen dem behandelten und dem benachbarten Lungenlappen [15], wobei vermutlich bronchiolo-alveoläre (Lambert) und interbronchioläre (Martin) Verbindungen als Kollateralkanäle fungieren [16]. Eine durch die Ventileinlage gewünschte Atelektase (Lungenvolumenreduktionseffekt!) kann aber nur dann eintreten, wenn der behandelte Lungenlappen keinen

Tabelle 2: „Extremindikationen“ für Lungenvolumenreduktion

„Extremindikation“ für Studieneinschluss	LVR-Verfahren	Anzahl Patienten	Studiendesign	Referenz
$mPAP > 25$ mmHg ¹ (mittlerer $mPAP$ 31 mmHg)	EBV	6	Prospektiv	Eberhardt et al. [21]
$sPAP > 35$ mmHg ²	LVRS	30	Retrospektiv	Caviezel et al. [22]
$FEV1 \leq 20\%$ des Solls (mittlere $FEV1$ 18 % des Solls)	EBV	20	Retrospektiv	Darwiche et al. [23]
$DLCO < 20\%$ des Solls (mediane $DLCO$ 15 % des Solls)	LVRS	33	Retrospektiv	Caviezel et al. [24]

¹ via Rechtsherzkatheter; ² via Echokardiographie

Abkürzungen: $DLCO$, Diffusionskapazität für CO ; EBV, endobronchiale Ventile; LVR, Lungenvolumenreduktion; $mPAP$, mittlerer pulmonal-arterieller Druck; $sPAP$, systolischer pulmonal-arterieller Druck

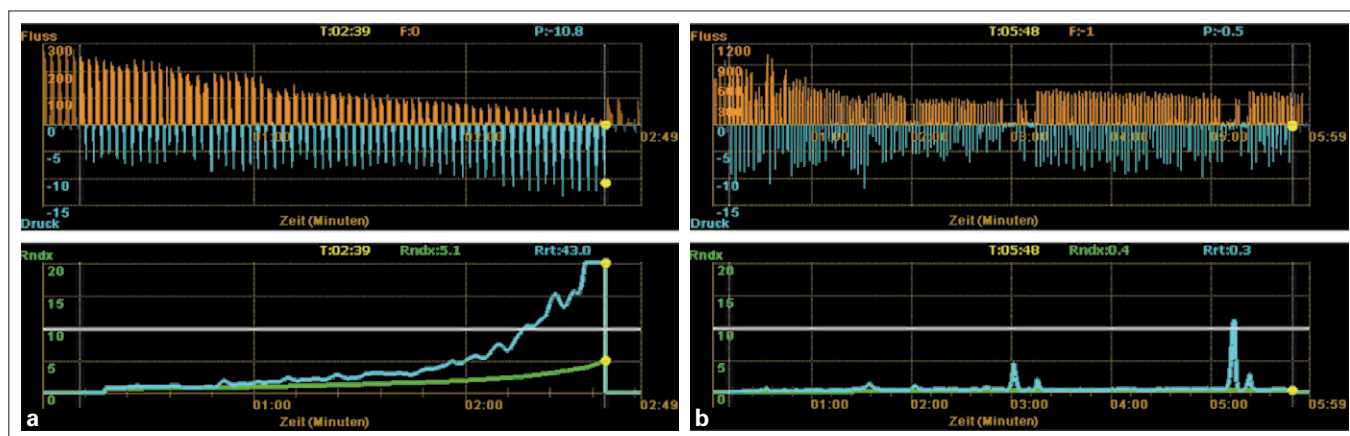


Abbildung 2: Bronchoskopische Messung der interlobären Kollateralventilation mit der Chartis™-Konsole: Über den Arbeitskanal eines Bronchoskopes wird ein spezieller Ballonkatheter im Lappenbronchus in Wedge-Position gebracht. Durch den Ballon wird der zu untersuchende Lungenlappen „separiert“. Über den Katheter innerhalb des Ballons werden Druck- und Volumenänderungen während der In- und Expiration über eine gewisse Zeitdauer in „real-time“ gemessen.

a) Fehlende Kollateralventilation (rechter Oberlappen), sichtbar durch Abnahme der lobären Atemhubvolumina (orange) bei erhaltenen in- und expiratorischen Druckunterschieden (hellblau, oben) und bei gleichzeitigem Anstieg des Atemwegswiderstandes (grün und hellblau, unten).

b) Vorhandene Kollateralventilation (linker Oberlappen), sichtbar durch die unveränderten lobären Atemhubvolumina über eine Messdauer von 5:59 Minuten (orange) sowie fehlendem Anstieg des Atemwegswiderstandes (grün und hellblau, unten).

Luftzustrom aus der Umgebung bekommt. Das Vorhandensein von Kollateralventilation kann mit der Chartis™-Konsole über ein flexibles oder starres Bronchoskop gemessen werden (Abbildung 2). Je nach Situation bietet es sich an, diese Messung ambulant im Rahmen einer „Planungsbronchoskopie“, welche auch zur Sekretasservierung zum mikrobiologischen Sampling genutzt werden kann, einige Tage vor der Ventilbehandlung durchzuführen. Da Kollateralventilation in der Regel mit in-

kompletten interlobären Fissuren in der Computertomographie (CT) assoziiert ist, kann alternativ oder komplementär zur Chartis™-Messung eine CT-Fissuranalyse zur Patienten- und Ziellappenselektion herangezogen werden [17].

Mittlerweile sind diverse Softwareprogramme zur automatisierten CT-Fissuranalyse erhältlich. Mit der StratX®-Analyse basierend auf DICOM-Daten einer nativen Dünnschicht-CT lässt sich die Fissurintegrität in drei Abstufungen quantifizieren: $\geq 95\%$, $80-95\%$ und $< 80\%$ (Abbildung 3). Bei einer Fissurintegrität von $\geq 95\%$ kann mit einem positiven Vorhersagewert von 88% von intakten Fissuren ausgegangen werden [18], so dass auf eine komplementäre Chartis™-Messung wohl verzichtet werden kann. Bei einer Fissurintegrität von $80-95\%$ muss die Diagnostik allerdings zwingend durch eine Chartis™-Messung ergänzt werden.

Selbstverständlich ersetzt die automatisierte, quantitative CT-Analyse keinesfalls die persönliche Betrachtung und Einschätzung der CT! Falls aufgrund der Chartis™-Messung oder CT-Analyse von Kollateralventilation im Ziellappen ausgegangen werden muss, kommt eine Behandlung mit Ventilen nicht in Frage. In diesem Fall muss eine chirurgische LVR oder ein anderes bronchoskopische Verfahren gewählt werden.

■ Stufe 3: Identifizierung von Zielzonen

Nachdem die Indikation für eine LVR gestellt wurde, sollen – unabhängig vom gewählten Verfahren – eine oder mehrere parenchymale Zielzonen identifiziert werden. Prinzipiell gilt, dass bei einer LVR das- oder diejenigen Lungenareale mit der ausgeprägtesten Emphysemdestruktion resp. lokalen Überblähung angegangen werden, da diese Bezirke nachweislich wenig zum optimalen Gasaustausch beitragen und sogar andere weniger stark betroffene Areale an ihrer physiologischen Funktion hindern.

Zur Identifizierung der Zielzonen dient sowohl die quantitative CT-Analyse (z. B. StratX®) als auch die Perfusionsszintigraphie oder die „Single-Photon-Emission“-CT (SPECT) [19]. Die

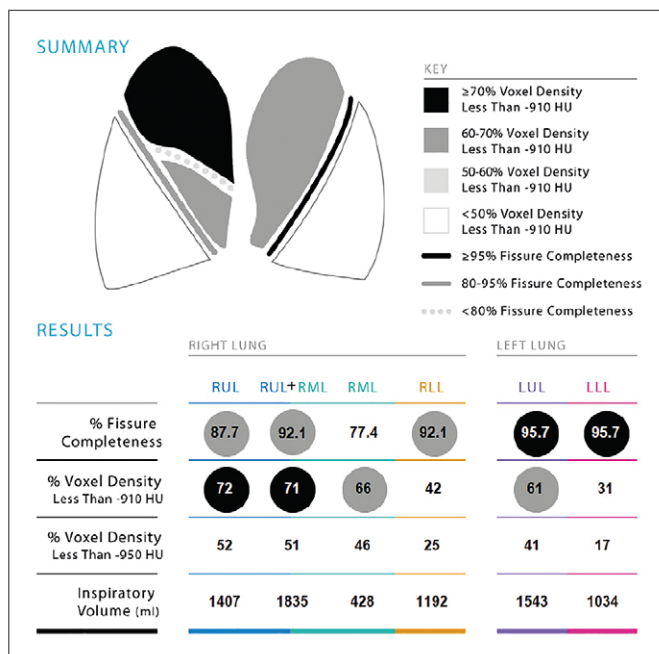


Abbildung 3: Quantitative Computertomographie mit StratX®. Bei StratX® handelt es sich um eine „cloudbasierte“ Analyse einer nativen Dünnschicht-CT, welche als DICOM-Daten entsprechend übermittelt werden. Das Resultat ist in der Regel in 24–72 h erhältlich. Aus dem Report sind im Wesentlichen drei Informationen anhand der Grautonskalierung herauszulesen: Intaktheit der interlobären Fissuren in %, Emphysemdestruktion resp. Voxeldichte unterhalb -910 und -950 Hounsfield-Einheiten sowie Volumen des Lungenlappens.

Abkürzungen: RUL, rechter Oberlappen; RML, Mittellappen; RLL, rechter Unterlappen; LUL, linker Oberlappen; LLL, linker Unterlappen

quantitative CT-Analyse basiert auf der rein morphologischen Bestimmung der Lungendichte, wobei der prozentuale Anteil des Lungengewebes auf lobärer Ebene mit einer Voxeldichte unter einem bestimmten Grenzwert (z. B. kleiner als -950 Hounsfield-Einheiten, HU) angegeben wird (Abbildung 3). Da bei der Ventilbehandlung jeweils ein ganzer Lungenlappen „ausgeschaltet“, resp. in die Atelektase gezwungen wird, ist die Dichtebestimmung auf lobärer Ebene ausreichend.

Für LVR-Methoden, die auf segmentaler Ebene wirken (z. B. Dampf), muss die quantitative CT-Analyse entsprechend angepasst werden. Bei klar heterogener Emphysemverteilung ist die morphologische CT-Analyse mit/ohne Quantifizierung der Voxeldichte für die Identifizierung der Zielzone meist ausreichend. Bei eher homogener Emphysemverteilung ist es ratsam, zusätzlich eine Perfusionsszintigraphie oder SPECT durchzuführen, womit funktionell minderwertige Lungenareale durch entsprechende Perfusionsdefizite aufgezeigt werden können. Es gilt allerdings zu beachten, dass die Darstellung der Perfusionsszintigraphie im Gegensatz zur SPECT nicht an die anatomischen Lungenlappen adaptiert ist, sondern in Ober-, Mittel- und Unterzone eingeteilt wird.

Literatur:

- Kemp SV, Polkey MI, Shah PL. The epidemiology, etiology, clinical features, and natural history of emphysema. *Thorac Surg Clin* 2009; 19: 149–58.
- Brantigan OC, Mueller E. Surgical treatment of pulmonary emphysema. *Am Surg* 1957; 23: 789–804.
- Fishman A, Martinez F, Naunheim K, Piantadosi S, Wise R, Ries A, et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003; 348: 2059–73.
- Global Strategy of the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). <http://goldcopd.org> 2018.
- Straub G, Caviezel C, Frauenfelder T, Bloch KE, Franzen D. Successful lung volume reduction surgery in combined pulmonary emphysema and fibrosis without body-plethysmographic hyperinflation—a case report. *J Thorac Dis* 2018; 10: S2830–4.
- Oey I, Waller D. The role of the multidisciplinary emphysema team meeting in the provision of lung volume reduction. *J Thorac Dis* 2018; 10: S2824–9.
- Sciurba FC, Ernst A, Herth FJ, Strange C, Criner GJ, Marquette CH, et al. A randomized study of endobronchial valves for advanced emphysema. *N Engl J Med* 2010; 363: 1233–44.
- Herth FJ, Noppen M, Valipour A, Leroy S, Vergnon JM, Ficker JH, et al. Efficacy predictors of lung volume reduction with Zephyr valves in a European cohort. *Eur Respir J* 2012; 39: 1334–42.
- Davey C, Zoumot Z, Jordan S, Carr DH, Polkey MI, Shah PL, Hopkinson NS. Bronchoscopic lung volume reduction with endobronchial valves for patients with heterogeneous emphysema and intact interlobar fissures (The BeLieVeR-HiFi trial): study design and rationale. *Thorax* 2015; 70: 288–90.
- Klooster K, Ten Hacken NH, Hartman JE, Kerstjens HA, van Rikxoort EM, Slebos DJ. Endobronchial valves for emphysema without interlobar collateral ventilation. *N Engl J Med* 2015; 373: 2325–35.
- Valipour A, Slebos DJ, Herth F, Darwiche K, Wagner M, Ficker JH, et al. Endobronchial valve therapy in patients with homogeneous emphysema. Results from the IMPACT Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2016; 194: 1073–82.
- Kemp SV, Slebos DJ, Kirk A, Kornaszewska M, Carron K, Ek L, et al. A Multicenter Randomized Controlled Trial of Zephyr Endobronchial Valve Treatment in Heterogeneous Emphysema (TRANSFORM). *Am J Respir Crit Care Med* 2017; 196: 1535–43.
- Criner GJ, Sue R, Wright S, Dransfield M, Rivas-Perez H, Wiese T, et al. A Multicenter Randomized Controlled Trial of Zephyr Endobronchial Valve Treatment in Heterogeneous Emphysema (LIBERATE). *Am J Respir Crit Care Med* 2018; 198: 1151–64.
- Washko GR, Fan VS, Ramsey SD, Mohsenifar Z, Martinez F, Make BJ, et al. The effect of lung volume reduction surgery on chronic obstructive pulmonary disease exacerbations. *Am J Respir Crit Care Med* 2008; 177: 164–9.
- Herth FJ, Eberhardt R, Gompelmann D, Ficker JH, Wagner M, Ek L, Schmidt B, Slebos DJ. Radiological and clinical outcomes of using Chartist to plan endobronchial valve treatment. *Eur Respir J* 2013; 41: 302–8.
- Gompelmann D, Eberhardt R, Herth FJ. Collateral ventilation. *Respiration* 2013; 85: 515–20.
- Schuhmann M, Raffy P, Yin Y, Gompelmann D, Oguz I, Eberhardt R, et al. Computed tomography predictors of response to endobronchial valve lung reduction treatment. Comparison with Chartist. *Am J Respir Crit Care Med* 2015; 191: 767–74.
- Koster TD, van Rikxoort EM, Huebner RH, Doellinger F, Klooster K, Charbonnier JP, et al. Predicting lung volume reduction after endobronchial valve therapy is maximized using a combination of diagnostic tools. *Respiration* 2016; 92: 150–7.
- Martini K, Frauenfelder T. Emphysema and lung volume reduction: the role of radiology. *J Thorac Dis* 2018; 10: S2719–31.
- Weder W, Thurnheer R, Stammberger U, Burge M, Russi EW, Bloch KE. Radiologic emphysema morphology is associated with outcome after surgical lung volume reduction. *Ann Thorac Surg* 1997; 64: 313–9; discussion 319–20.
- Eberhardt R, Gerasvili V, Kontogianni K, Gompelmann D, Ehlken N, Herth FJ, Grunig E, Nagel C. Endoscopic lung volume reduction with endobronchial valves in patients with severe emphysema and established pulmonary hypertension. *Respiration* 2015; 89: 41–8.
- Caviezel C, Aruldas C, Franzen D, Ulrich S, Inci I, Schneider D, Weder W, Opitz I. Lung volume reduction surgery in selected patients with emphysema and pulmonary hypertension. *Eur J Cardiothorac Surg* 2018; 54: 565–71.
- Darwiche K, Karpf-Wissel R, Eisenmann S, Aigner C, Welter S, Zarogoulidis P, et al. Bronchoscopic lung volume reduction with endobronchial valves in low-FEV1 patients. *Respiration* 2016; 92: 414–9.
- Caviezel C, Schaffter N, Schneider D, Franzen D, Inci I, Opitz I, Weder W. Outcome after lung volume reduction surgery in patients with severely impaired diffusion capacity. *Ann Thorac Surg* 2018; 105: 379–85.

Heterogene versus homogene Emphysemverteilung

Patienten mit homogener Emphysemverteilung profitieren im Vergleich zu heterogener Verteilung von jeher weniger von einer LVR [20], was sicherlich auf die erschwerte Identifizierung von geeigneten Zielzonen für die LVR zurückzuführen ist. Aus diesem Grund wurden Patienten mit weitgehend homogenem Emphysemmuster in vielen LVR-Studien ausgeschlossen. Ein homogenes Emphysemmuster stellt jedoch keineswegs eine Kontraindikation für eine LVR, insbesondere für eine Ventilbehandlung dar. Schließlich konnte bei der IMPACT-Studie, der bis dato einzigen prospektiv randomisierten Studie, bei welcher ausschließlich Patienten mit homogener Emphysemverteilung eingeschlossen wurden, die Wirksamkeit und Sicherheit der Ventilbehandlung bei diesen Patienten bestätigt werden [11].

■ Interessenkonflikt

Der Autor erhielt von folgenden Firmen Referentenhonorare und Reiseentschädigungen: Boehringer-Ingelheim, Novartis, PneumRx, PulmonX.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ [Bilddatenbank](#)

☒ [Artikeldatenbank](#)

☒ [Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ [Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)