

Emne: Lungefysiologiske undersøgelser	Dato: 15 09 2025	Retningslinje nummer: 2
Udarbejdet af: Jonas Sølgaard Sørensen, Line Hust Storgaard, Birgitte Hanel, Flemming Madsen, og Jann Mortensen	Dato for revision: 01 09 2027	Sider: 8

## 1. BAGGRUND

Lungefunktion dækker forskellige fysiologiske mål for respirationssystemets funktion og struktur. Ventilationskapacitet og luftvejsmodstand, ventilationsdistribution, lungediffusion, lungeperfusion, blodgasser og lungevolumina er de hyppigst anvendte mål.

Sjældnere måles bronkial reaktivitet, muskelstyrke samt arbejdskapacitet, som et mål for den integrerede funktion af lunger, kredsløb, muskler og CNS.

En detaljeret beskrivelse af lungefunktionsmåling findes i klaringsrapporten: Dansk lungefunktionsstandard på DLS' hjemmeside [Lungemedicin.dk](http://Lungemedicin.dk). Retningslinjen bygger på ATS/ERS standarder [1-5].

Brugerne af *retningslinjen* vil have forskellig baggrund. Der er to muligheder:

Målingerne udføres internt (af én selv)  
Målingerne udføres eksternt (lungemedicinsk ambulatorium eller klinisk fysiologisk afdeling)

Få råder selv over udstyr til måling af lunge diffusionskapacitet ( $D_L$ ) og total lungekapacitet (TLC) og mange råder over spirometre. Måling af  $D_L$  og TLC er derfor en specialopgave og hovedvægten lægges derfor i denne retningslinje på indikation og tolkning af disse, hvorimod spirometri beskrives detaljeret.

## 2. VENTILATIONSKAPACITET: FEV<sub>1</sub>, FVC, VC

Spirometri er en fysiologisk test, hvormed man måler in- og eksspiration af luft enten som dynamisk spirometri, hvor volumen eller flow måles som funktion af henholdsvis tid og volumen, eller statisk, hvor kun volumen måles. Spirometri kræver et godt samarbejde imellem testpersonen og den, der tester. Resultatet er derfor afhængigt af både tekniske og biologiske faktorer, herunder apparaturet, som skal være standardiseret og kalibreret. Der skal benyttes en 3 L kalibreringssprøjte dagligt og en biologisk kalibrering ugentligt [3].

Der er fire faser i en spirometri:

1. En maksimal inspiration
2. En maksimal kraftig eksspiration
3. En fortsat og fuldstændig eksspiration (tømme lungerne helt til RV)
4. En maksimal hurtig og fuld inspiration tilbage til maksimal lungevolumen (TLC)

Disse fire faser skal demonstreres inden testen. Den undersøgte inhalerer hurtigt og fuldstændigt fra funktional residualkapacitet (FRC). Mundstykket skal placeres mellem tænderne. Det skal sikres, at læberne slutter helt tæt til, og selve FVC-målingen påbegyndes umiddelbart herefter (pause < 2 s) [3].

En korrekt udført spirometri forudsætter mindst tre acceptable manøvrer, hvoraf mindst to er repeterbare. Se [Video 1](#) [6] for demonstration af spirometri.

**Acceptabel** manøvre = højeste kvalitet  
**Anvendelig** manøvre = næsthøjeste kvalitet

Brug disse to eksplicitte begreber i stedet for ord som god – kraftig – flot- pæn.

Se kurverne og rapport Figur 1. Stil krav til leverandøren om at levere software, der kan frembringe skærm billeder af relevante kvalitetsparametre samt kurver (både flow -volumen og volumen -tid) efter HVER manøvre samt en rapport, der lever op til den viste rapport's indhold (Figur 1).

Acceptkriterierne (7 stk.) [3]:

1. **Startkriteriet** opfyldt (bagud ekstrapoleret volumen (BEV)  $\leq 100$  ml og/eller  $\leq 5\%$  af FVC). Software skal kunne vise BEV og BEV/FVC %.
2. **Ingen hoste** i første sekund.
3. Ingen Valsalva (eksspiration mod lukket glottis) i første sekund (3A), eller efterfølgende (3B)
4. **Slutkriteriet efter eksspiration** (et af nedenstående punkter skal være opfyldt):
  - $\leq 25$  ml ændring i det sidste s af (EOFE)
  - Eksspirationstiden (FET)  $\geq 15$  s
5. Intet luftspild (ved mundstykke)
6. Ingen obstruktion af mundstykket
7. **Slutkriterier efter inspiration**: maksimal inspiration (FIVC) må højst være 100 ml højere end maksimal eksspiration (FVC) eller FIVC – FVC må højst udgøre 5 % af FVC. Software skal kunne vise FIVC – FVC.

En **acceptabel** manøvre kræver at alle kriterier er opfyldt.

En **anvendelig** manøvre kræver at punkt 1 til 3A opfyldt.

Dernæst vurderes *reperterbarhed*:

Forskellen imellem den største FVC og den næststørste FVC skal være  $< 150$  mL, og forskellen imellem den største FEV<sub>1</sub> og næststørste FEV<sub>1</sub>  $< 150$  mL.

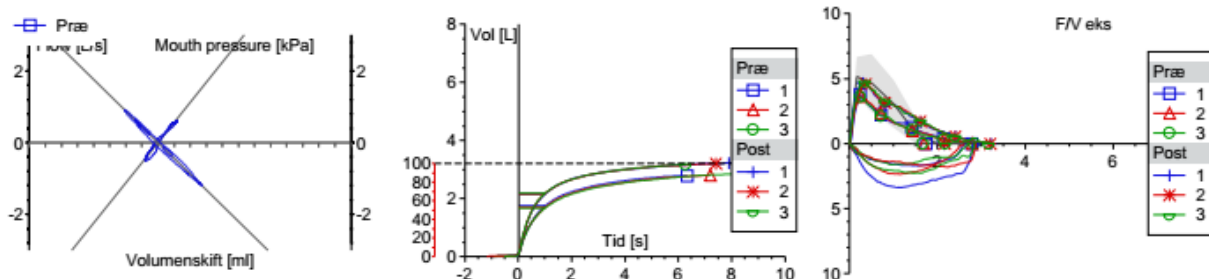
Er værdierne ikke anvendelige og repeterbare, forsætter man (max. 8 forsøg). Herefter gradueres kvaliteten i.h.t. ATS/ERS – se Tabel 1. Moderne software kan vise om krav til EV, FET er opfyldt og klassificere i.h.t. ATS. Dette kræver, at man kontrollerer, at software bruger retningslinjer fra Graham et al, 2019 [3, 7]. Gradueringen skal udføres separat for FEV<sub>1</sub> og FVC.

## Rigshospitalet KF 4011

Fornavn: E	Henv. Afde...: 7046	Køn: kvinde
Efternavn: R	Diagnose: Udredning	Højde: 158.2 cm
Identifikation: ---	Alder: 81.7 År	Vægt: 52.5 kg
LFU station: LFU 3	Rygestatus: Nej	BMI: 21 kg/m <sup>2</sup>
Forv. Modul: Standard EU	Dagl. lung...: Ingen	

Spirometri	23.08.2022 13:28 Præ 1	23.08.2022 13:57 Post 1
Temperatur	26 °C	26 °C
Fugtighed	38 %	36 %
Tryk	1020 hPa	1019 hPa

	dato
Besøgsdato	23.08.22



### Præ bronkodilator

### Post bronkodilator

		Best	Forv LL	Forv UL	%pred	Z-score	Z-score					Best	%pred.	Z-score					%pred diff		
							Forv														
Niveau dato		23.08...										23.08.22									
Niveau tid		13:25										13:55									
FEV1	L	1.74	1.00		107.2	0.31						2.17	133.7						26.5		
FVC	L	2.84	1.30		141.3	1.93						3.21	159.7						18.4		
FEV1/FVC		0.61	0.63	0.84	83.0	-1.92						0.68	91.7						8.6		
PEF	L/s	3.76	3.68	6.64	72.9	-1.55						4.74	91.9						19.0		
MMEF	L/s	0.96	0.75	3.54	44.8	-1.39						1.36	63.3						18.5		
FET	sek.	8.31										7.92									
VBEex	L	0.07										0.06									
VBe%FV	%	2.45										1.94									

		Best	Forv LL	Forv UL	%pred	Z-score	Z-score				
							Forv				
VC	L	2.84	1.46		132.4	1.66					
ITGV	L	3.97	1.80	3.45	151.2	2.69					
ERV	L	0.76	0.47	0.47	162.6						
RV	L	3.21	1.58	2.74	148.7	3.01					
TLC	L	6.06	3.66	5.64	130.2	2.34					
RV % TLC	%	53.04	36.91	56.09	114.1	1.12					

		Best	Forv LL	Forv UL	%pred	Z-score	Z-score				
							Forv				
DLCO-SB	mmol/(min*kPa)	5.74	4.31	8.15	92.2	-0.42					
KCO <sub>SB</sub>	mmol/(min*kPa*L)	1.31	0.84	1.84	97.4	-0.11					
DLCOc	mmol/(min*kPa)	5.84	4.31	8.15	93.7	-0.34					
KCO <sub>c</sub>	mmol/(min*kPa*L)	1.33	0.84	1.84	99.0	-0.04					
BHT	sek.	11.24									
VIN	L	2.91	1.46	2.84	135.6	1.82					
TLC-SB	L	4.59	3.66	5.64	98.7	-0.10					
Hb	mmol/L	8.00	7.39	9.37	95.5	-0.63					

#### Kommentar

Spirometri: FEV1 er Grad A og FVC er Grad A før og efter Ventoline  
 Box: Acceptabel  
 Diffusion: Acceptabel (Grad A)

Figur 1 Eksempel på en fuld rapport for en lungefunktionsundersøgelse.

**Tabel 1 Kvalitetsgraduering ved spirometri (kombination af kvalitet og repeterbarhed).**

Grad	Antal målinger	Repeterbarhed: > 6 år	Repeterbarhed: ≤ 6 år	Tidligere anvendte termer for 'kooperation'
A	≥ 3 acceptable	Inden for 150 ml	Inden for 100 ml	God
B	2 acceptable	Inden for 150 ml	Inden for 100 ml	God
C	≥ 2 acceptable	Inden for 200 ml	Inden for 150 ml	Nogenlunde
D	≥ 2 acceptable	Inden for 250 ml	Inden for 200 ml	Nogenlunde
E	≥ 2 acceptable	> 250 ml	> 200 ml	Nogenlunde
E	Eller 1 acceptabel	Ingen krav	Ingen krav	Nogenlunde
U	0 acceptable og ≥1 anvendelig	Ingen krav	Ingen krav	Nogenlunde
F	0 acceptable og 0 anvendelige	Ingen krav	Ingen krav	Ring

Gradueringen skal udføres separat for FEV1 og FVC. Dansk oversættelse af Tabel 10 fra Graham BL et al. Standardization of Spirometry 2019 Update, An Official American Thoracic Society and European Respiratory [3].

De hyppigste fejl, problemer og spørgsmål:

- Tøven før eksspirationen
- Submaximal inspiration/eksspiration og utæthed ved mundstykket, som ikke er placeret mellem tænder, men holdes imod tænder (der truttes)
- Lukket glottis
- Manglende kalibrering (eller verificering) af spirometer.
- Valg af forkert reference materiale, særligt hos børn, og udeladelse af måling af statur. Angiv alder (decimal-år) og statur (cm) med 1 decimal. Mål statur korrekt: Hoved i "Frankfurtplanet".
- Brug engangsmundstykker, envejsventil eller filter.

### 3. PEAK EKSPIRATORISK FLOW (PEF)

Maksimal inspiration fra FRC til TLC

1. Patienten sætter mundstykket imellem tænderne og lukker læberne om det. En evt. protese skal beholdes i munden.
2. Halsen holdes strakt. En bøjet hals kan ændre de mekaniske forhold i luftvejene og derved nedsætte PEF. Apparatet skal holdes således, at viserdslag ikke kompromitteres.
3. Eksspiration skal udføres uden tøven [3, 8].

Der er påvist reduktion i peakflow, hvis der holdes en pause ≥ 2s ved TLC, før eksspirationen påbegyndes [8]. Et sekunds eksspiration er tilstrækkelig til måling af PEF [9].

Der pustes så hårdt som muligt lige fra starten. Der bør foretages mindst 3 korrekt udførte målinger. Når personen udfører målinger på egen hånd, er det vigtigt, at han/hun er korrekt instrueret. Regelmæssig kontrol af personens PEF-teknik vigtig del af undersøgelsen.

95% af utrænede personer kan reproducere PEF med en forskel på ±40 L min<sup>-1</sup> eller derunder [9].

### 4. DIFFUSIONSKAPACITETS MÅLING (DLCO)

Lungediffusionskapaciteten for CO (og evt. samtidig for NO): DLCO (og DLNO [10]) måles med gasfortyndingsmetoder, hvor princippet er, at en inert gas fx metan eller helium benyttes til bestemmelse af fortyndingsvolumen (V<sub>A</sub>) og CO (og NO) til måling af diffusionen fra luft til blod. Metoden har gennemgået betydelig standardisering og automatisering og kan udføres på kort tid. Man udfører mindst 2 acceptable test, som skal være repeterbare (forskul ≤ 0.70 mmol·min<sup>-1</sup>·kPa<sup>-1</sup>)[4].

Fejlkilder:

- Øget hjerte minutvolumen (hvile før test)
- Manglende hæmoglobin korrektion
- Rygning som giver øget CO-hæmoglobin
- Ilttilskud (øget FiO<sub>2</sub>)
- Maksimalt 5 manøvrer, da gentagne målinger øger COHb med op til 3,5%
- Anvendt lattergas (N<sub>2</sub>O) inden måling af DLco kan give forkerte værdier, afhængig af den anvendte analysator [11].

Kvaliteten af DLco -manøvre gradueres fra A til F (Tabel 2), dette er dog ikke valideret endnu, men efter 'best practice'[2].

Rapporten bør angive teknisk kvalitet af undersøgelsen i.h.t. ERS/ATS[12]. Se [Video 2](#) [13] for demonstration af diffusionsmanøvre.

**Tabel 2 Kvalitetsgraduering af DLco -manøvrer**

Grad	V <sub>I</sub> /V <sub>C</sub>	BH (Den beregnede breath hold tid)	Analyse af prøvevolumen
<b>A</b>	≥ 90 %*	8-12 s	≤ 4 s
<b>B</b>	≥ 85 %	8-12 s	≤ 4 s
<b>C</b>	≥ 80 %	8-12 s	≤ 5 s
<b>D</b>	≤ 80 %	≤ 8 eller ≥ 12 s	≤ 5 s
<b>F</b>	≤ 80 %	≤ 8 eller ≥ 12 s	> 5 s

\*Grad A inkluderer også: Inspiratorisk Vitalkapacitet/højeste Vitalkapacitet (V<sub>I</sub>/V<sub>C</sub>) ≥ 85 %, hvis V<sub>A</sub> ikke afviger mere end 200 mL eller 5 % fra en anden acceptabel måling.

## 5. LUNGEVOLUMINA: TOTAL LUNGEKAPACITET (TLC), RESIDUALVOLUMEN (RV), FUNKTIONEL RESIDUALKAPACITET (FRC) OG VITALKAPACITET (VC)

Standardmålemetoden er kropspletysmografi (body-box). Alternativt kan gasfortynding eller CT-scanning benyttes [14]. Bodybox målingerne tager mindre end 10 minutter og kun klaustrofobi og manglende evne hos patienten til manøvrerne er relativ kontraindikation. I bodyboxen benævnes FRC undertiden som ITGV (intrathorakalt gasvolumen) eller FRC<sub>PLET</sub>

Kvalitetskrav:

- Mindst tre acceptable målinger skal udføres
- Repeterbarhed for ITGV: maksimal 5% forskel
- Gennemsnit af tre målinger anvendes for ITGV
- De to højeste VC skal afvige ≤ 150 ml. [2]

Rapportens angivelse af teknisk kvalitet af undersøgelsen er af afgørende betydning for klinikerens vurdering.

Apparatur bør serviceres mindst årligt med sporbar diffusion- og body boks volumenkalibrering. Daglig kalibreringer og ugentlig biologisk kontrol. Se [Video 3](#) [15] for demonstration af bodybox.

## 6. TOLKNING

Tolkning af lungefysiologiske undersøgelser kræver en balanceret tilgang mellem simplificering og fysiologisk præcision. Dette dilemma illustreres tydeligt i diagnostikken af KOL. Den faste grænseværdi for FEV<sub>1</sub>/FVC <0,7 som diagnostisk kriterie for KOL (GOLD 2025 [16]) er problematisk af flere årsager:

FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio er aldersafhængig, hvilket betyder at brug af en fast grænse på 0,7 kan medføre fejldiagnosticering, hvis ikke der alderskorrigeres [17].

Z-score tager højde for biologisk variation i forhold til alder, køn, højde og undertiden etnicitet. En Z-score på -1,65 definerer nedre normalgrænse (NNG) og svarer til 5-percentilen (Tabel 3) [5].

Z-score erstatter procent af forventet til vurdering af graden af nedsættelse (Tabel 3) og som primær tolkningsmetode for alle parametre f.eks. ratioen FEV<sub>1</sub>/FVC for om der er obstruktivitet, FEV<sub>1</sub> for graden af obstruktiv nedsættelse, TLC for om der er restriktion og for graden af restriktion, den mest nedsatte af FEV<sub>1</sub> og TLC for

blandet type og den mest nedsatte af FEV<sub>1</sub> og FVC for uspecifik nedsættelse.

**Tabel 3 Sværhedsgrad baseret på Z-score og de tidligere anvendte procent-intervaller af forventet værdi.**

Sværhedsgrad	Baseret på Z-score	(FEV <sub>1</sub> % forventet)	(DLCO % forventet)
Let	-1,65 til -2,5	≥70% til NNG	>60 % til NNG
Moderat	-2,51 til -4,0	50 til 69 %	40 til 60 %
Svær	< -4,1	< 50 %	< 40 %

Tolkningsalgoritme:

1. Vurder undersøgelsens kvalitet (A-F):
  - A-C: Kan anvendes til klinisk beslutning
  - D: Kan anvendes med forbehold
  - E-F: Bør ikke anvendes til klinisk beslutning
2. Vurder FEV<sub>1</sub>/FVC ratio:
  - Nedsat: Z-score ≤ -1,65 (obstruktiv)
  - Normal: Z-score > -1,65 (til +1,65) (ikke obstruktiv)
  - Øget: Z-score > 1,65
  - Er FEV<sub>1</sub>/FVC nær NNG bør der måles TLC og DLco
3. Ved nedsat FEV<sub>1</sub>/FVC (obstruktiv):
  - Vurder bronkodilatator respons
  - Mål TLC og RV ved mistanke om hyperinflation, eller for at afsløre en blandet defekt (dvs. også nedsat TLC)
  - Mål DLco ved mistanke om emfysem
4. Ved normal FEV<sub>1</sub>/FVC\*:
  - Hvis FEV<sub>1</sub> og/eller FVC er nedsatte (z-score ≤ -1,65), er der "restriktivt mønster" og mål TLC:
  - Er TLC normal (uspecifik nedsættelse)
  - Er TLC nedsat (restriktion)

Særlige forhold:

- Dysanaptisk lungevækst: Normal FEV<sub>1</sub> med reduceret FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio kræver yderligere udredning
- Restriktivt mønster: Kræver altid TLC-måling for verifikation af restriktion eller påvisning af uspecifik nedsættelse
- Blandet ventilatorisk defekt: hvis både nedsat FEV<sub>1</sub>/FVC og TLC

Seriemålinger:

- Sammenlign altid med patientens tidligere målinger
- Vurder progression over tid
- Inddrag kliniske symptomer i vurderingen

Ved tvivl eller værdier nær NNG bør der henvises til DLco og TLC-måling og/eller gentagelse af undersøgelsen og konference med specialist.

## 7. INDIKATIONER

### Symptomer:

Dyspnø i hvile og under let anstrengelse  
Piben og hvæsen ved vejtrækning  
Hoste og/eller abnormt opspyt  
Thorakale smerter, der ikke kan forklares med anden sygdom

### Lungesygdomme og sygdomme i luftveje. Diagnostik, monitorering, klassifikation af sværhedsgrad og prognostisering:

Astma  
KOL  
Neoplasmer  
Muskelsvind  
Bronchiolitis obliterans  
Interstitielle sygdomme, f.eks. sarkoidose og lungefibrose  
Erhvervsbetingede lungesygdomme, f.eks. astma, asbestose og allergisk alveolitis  
Medikamentielt inducerede lungesygdomme, f.eks. ved brug af nitrofurantoin og bleomycin, amiodaron  
Bronkiektasi  
Ciliatedyskinesi  
Intrapulmonal blødning  
Intra- og/eller ekstrathorakale fikserede eller variable stenoser

### Sygdomme med lungemanifestationer:

Tobaksafhængighed, aktivt tobaksmisbrug  
Infektionssygdomme f.eks. HIV og aspergillose  
Autoimmune sygdomme, f.eks. leddegigt og Sjøgrens sygdom  
Immundefekt, f.eks. IgA-mangel  
Cystisk fibrose  
Alfa<sub>1</sub>-antitrypsin mangel  
Senfølger fra Covid

### Legale indikationer:

Forsikring  
Erhvervsbetinget sygdom  
Antidoping  
Helbredsattester der indgår i certifikater (dykning, flyvning mm)

### Forebyggelse og behandling:

Præoperativ risikovurdering  
Forebyggelse og behandling ved dykning  
Forebyggelse og behandling ved flyvning  
Vejledning ved valg af inhalationsapparat  
Vejledning ved valg af ventilationsstrategi ved ventilatorisk insufficiens  
Vejledning ved rehabilitering  
Vejledning ved lungetransplantation og lungevolumenreduktion

## 8. KONTRAINDIKATIONER FOR FORCERET EKSPIRATION.

Størstedelen af kontraindikationerne for lungefunktions-testning er relative. De afhænger af en afvejning af risikoen for eventuelle komplikationer med det kliniske behov for resultatet.

### Kardiovaskulære tilstande:

- Akut myokardieinfarkt inden for 1 uge
- Signifikant supraventrikulær/ventrikulær arytmi
- Systemisk hypotension eller svær hypertension
- Abdominalt aorta aneurisme over 6 cm

### Nylig kirurgiske indgreb:

- Hjerneoperation inden for 4 uger
- Øjenoperation inden for 1 uge
- Sinusoperation eller mellemøreoperation inden for 1 uge
- Thoraxoperation inden for 4 uger
- Abdominaloperation inden for 4 uger

### Andre tilstande:

- Pneumothorax
- Nylig hjernerystelse med vedvarende symptomer
- Ønske om at forlænge graviditet

### Infektionskontrol:

- Aktiv eller mistænkt overførbart luftvejsinfektion eller systemisk infektion, herunder tuberkulose
- Fysiske tilstande, der disponerer for overførsel af infektioner, såsom hæmoptyse
- Betydelige sekreter eller orale læsioner eller orale blødninger

**9. REFERENCEMATERIALE** Aktuelt benyttes de nyere reference materialer Løkke et al [18] eller GLI [19] til spirometri, og Munkholm et al [10] eller GLI [20] til D<sub>L</sub>CO, og GLI [21] til statiske volumina (TLC). ECSC reference materialet [22] kan også fortsat benyttes - indtil DALFUMAT reference materialet foreligger (forventes tilgængeligt primo 2026), når der udføres spirometri, diffusions- og bodybox målinger samtidigt.

## 10. BRONKODILATORRESPONS (REVERSIBILITET)

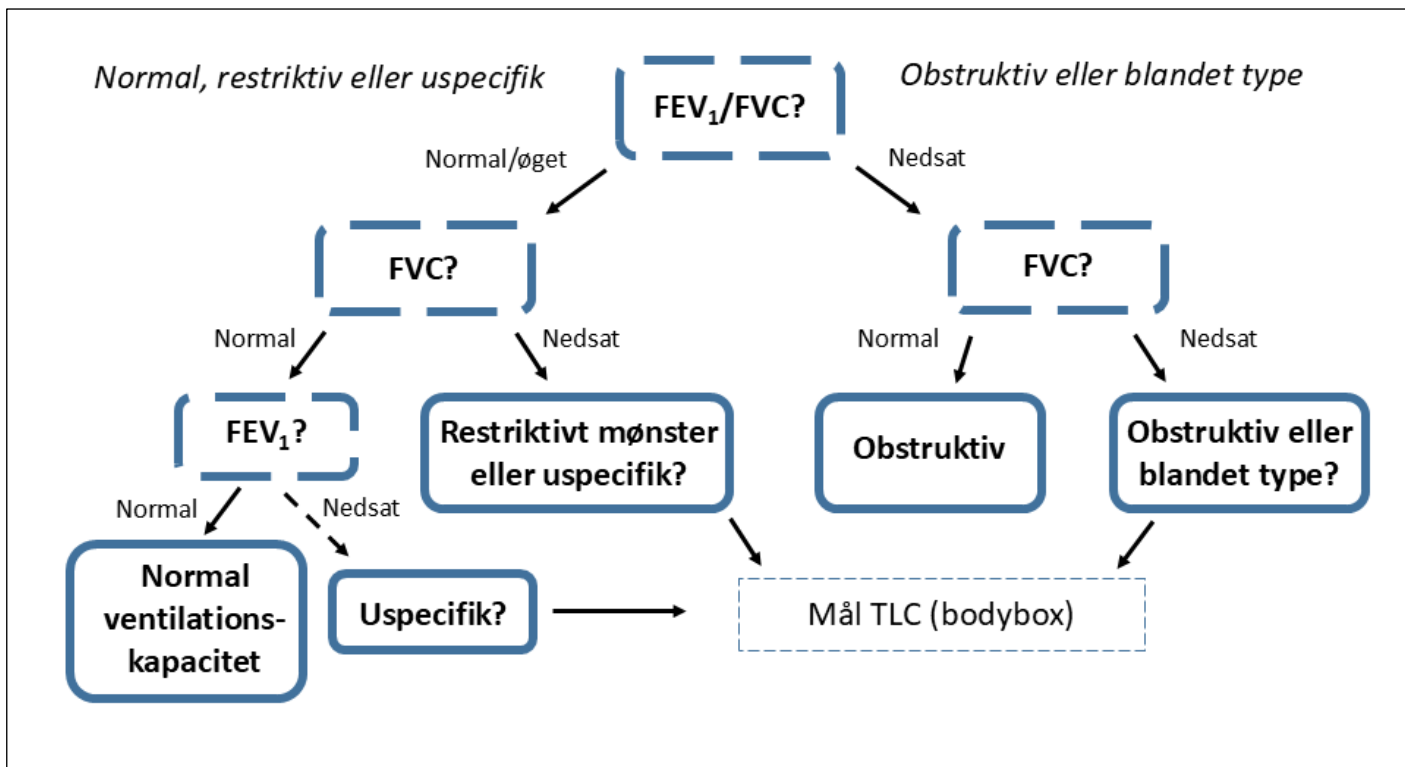
Betegnelsen 'bronkodilatorrespons' eller 'steroidrespons' anbefales fremfor 'reversibilitets-test', da disse termer præcist angiver, hvad der testes med. Termen 'reversibel' kan fejlagtigt tolkes som krav om fuld reversibilitet, selvom en proces kan være delvist reversibel [3, 23].

### Indikation (diagnostik):

Nedsat FEV<sub>1</sub>/FVC-ratio, nedsat FEV<sub>1</sub> eller FVC, VC og PEF og/eller øget RV:

- Uklart respons på tidligere bronkodilatorrespons
- Diagnostik af astma
- Diagnostik, klassifikation og reklassifikation af KOL
- Bestemme den maksimalt opnåelige FEV<sub>1</sub> og FVC

En bronkodilatorrespons kan ikke bruges til at vurdere, om en patient med KOL har gavn af bronkodilatorbehandling



Figur 2 Spirometri vurdering af ventilationsforstyrrelser. Inspireret af fig. 8 i ATS/ERS technical standards 2022 [5]

Husk pause med faste inhalations bronkodilatorer [3]  
 Testen har relativ lav reproducerbarhed og bør ved tvivl gentages.

En stigning i FEV<sub>1</sub> og/eller FVC >10 % af forventet er statistisk signifikant bronkodilatatorrespons [2, 5, 24, 25].

Dosis af bronkodilator skal være tilstrækkelig til at sikre maksimal bronkodilatation (f.eks. inh. Spray salbutamol 0,4 mg givet som 4 enkeltdoser af 0,1 mg via spacer og måling af respons efter 15-30 min).

### 11. SIMPLIFICEREDE ALGORITMER, SOM REPRÆSENTERER TYPISKE MØNSTRER FOR LUNGEFUNKTIONSAFVIGELSER OG SYGDOMME

Alle læger, der behandler patienter med respiratoriske lidelser bør være helt fortrolige med klassifikation af de ventilatoriske lidelser og funktionsnedsættelser. Har man spirometri til rådighed kan man tolke efter algoritmen for spirometri-vurdering af ventilationsforstyrrelser (Figur 2). Mere avanceret tolkning kan foretages med den udvidede tolkningsalgoritme (Figur 3). KOL og astma er de hyppigste obstruktive lidelser. KOL ses både med og uden emfysem, som viser sig ved varierende grader af nedsat diffusionskapacitet og/eller øget TLC. Ved mistanke om betydende lungeemfysem, bør patienten udredes med High Resolution CT (HRCT) for at vurdere graden og fordelingen, samt anden lungekomorbiditet. Restriktivt nedsat ventilationskapacitet defineres som nedsat TLC.

Vurder altid kurverne, kvalitetsparametrene og gradueringerne (hvis undersøgelsen er udført af personale uden spirometricertifikat). Kontroller for fejl samt supplerende oplysninger i kurverne, herunder tegn på intra- eller ekstrathorakal obstruktion. Det udførende personale bør desuden kommentere på kvaliteten af de udførte

manøvrer og eventuelle udfordringer under undersøgelsen.

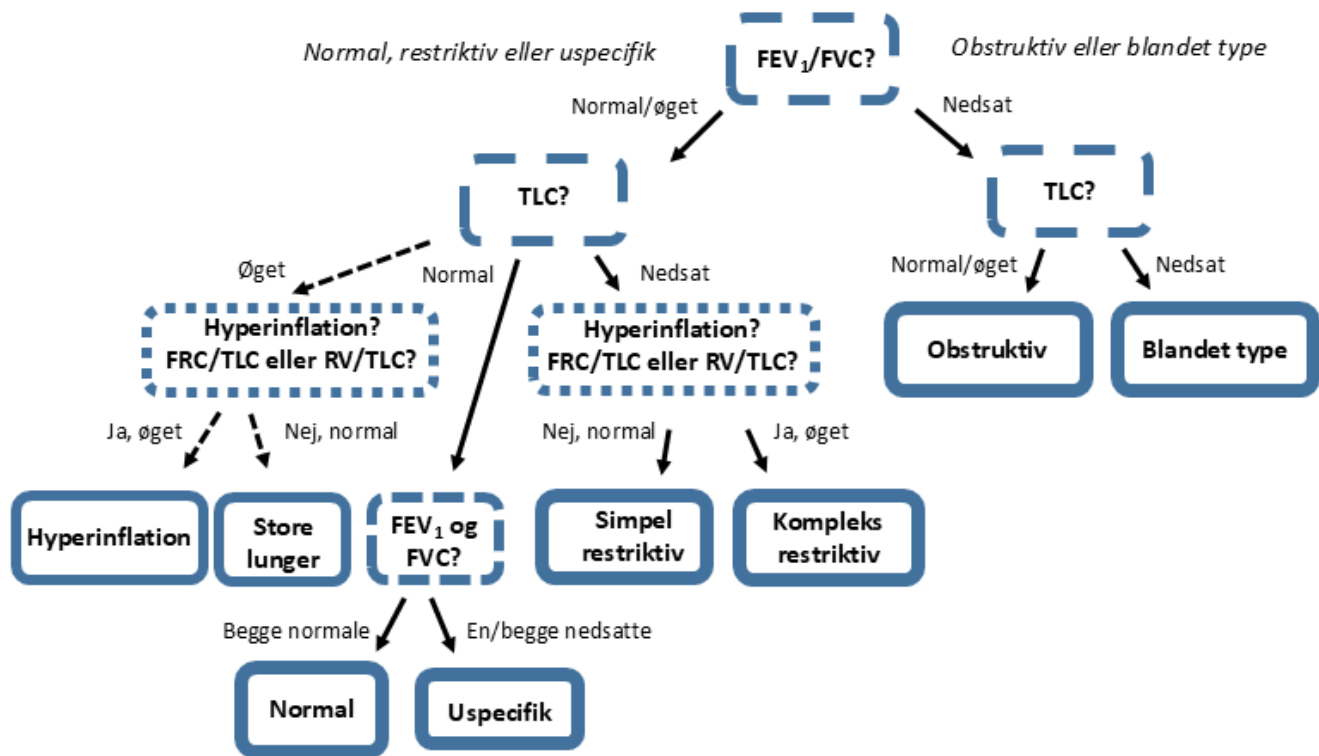
Algoritmerne kan benyttes i klinikken forudsat, at alle værdier nær grænsen mellem normal og unormal tolkes forsigtigt, fordi nogle patienter repræsenterer typiske mønstre og andre atypiske mønstre af afvigelser.

Beslutningen om, hvor langt en algoritme skal følges, er klinisk og afhænger af hvilke spørgsmål, der søges afklaret og af den kliniske information, der allerede er til rådighed. Algoritmerne er ikke egnede til afklaring af ekstratorakale obstruktioner.

Når resultaterne af lungefunktionsundersøgelserne falder nær grænsen mellem normal og unormal kræves en kompetence i tolkningen svarende til speciallægeuddannelsen i lungemedicin og/eller klinisk fysiologi og nuklearmedicin. Ved manglende kompetence henvises til specialafdeling. En liste over hyppige brugte forkortelser inden for lungefysiologiske undersøgelser kan ses i Tabel 4.

### 12. REFERENCER

1. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. Eur Respir J. 2005;26:319-38.
2. Bhakta NR, McGowan A, Ramsey KA et al. European Respiratory Society/American Thoracic Society technical statement: standardisation of the measurement of lung volumes, 2023 update. Eur Respir J. 2023;62. doi: 10.1183/13993003.01519-2022.



**Figur 3 Udvidet tolkning af spirometri og statiske volumina. Inspireret af fig. 10 i ATS/ERS technical standards 2022 [5])**

3. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2019 Oct 15;200. doi: 10.1164/rccm.201908-1590ST.

4. Graham BL, Brusasco V, Burgos F et al. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur Respir J. 2017;49. doi: 10.1183/13993003.00016-2016.

5. Stanojevic S, Kaminsky DA, Miller MR et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. European Respiratory Journal. 2022;60:2101499. doi: 10.1183/13993003.01499-2021.

6. 4011 J. Demonstration af Spirometri på Rigshospitalet. YouTube2023 [updated 2023-03-15]; <https://youtu.be/z6Kd2dRSEzw>. Available from: <https://youtu.be/z6Kd2dRSEzw>.

7. Dansk lungefunktionsstandard. 2023 (<https://lungemedicin.dk/wp-content/uploads/2023/03/DLS-Samlet-160323.pdf>).

8. Kano S, Burton DL, Lanteri CJ et al. Determination of peak expiratory flow. Eur Respir J. 1993;6:1347-52.

9. Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I et al. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. Eur Respir J Suppl. 1997;24:2S-8S.

10. Munkholm M, Marott JL, Bjerre-Kristensen L et al. Reference equations for pulmonary diffusing capacity of carbon monoxide and nitric oxide in adult Caucasians. European Respiratory Journal. 2018;52. doi: 10.1183/13993003.00677-2015.

11. Phillips C, Simmul R, Smith A et al. The effect of nitrous oxide on the measurement of single-breath transfer factor. European Respiratory Journal. 1997-01-01;10. doi: 10.1183/09031936.97.10010200.

12. Culver BH, Graham BL, Coates AL et al. Recommendations for a Standardized Pulmonary Function Report. An Official American Thoracic Society Technical Statement. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2017;196:1463-72. doi: 10.1164/rccm.201710-1981ST.

13. 4011 J. Demonstration af Diffusion på Rigshospitalet. YouTube2023 [updated 2023-03-13]; Available from: <https://youtu.be/m2bHZJDdRj0>

14. Olsen HJB, Mortensen J. Comparison of lung volumes measured with computed tomography and whole-body plethysmography - a systematic review. Eur Clin Respir J. 2024;11:2381898. doi: 10.1080/20018525.2024.2381898.

15. 4011 J. Demonstration af Bodyboks på Rigshospitalet. YouTube2023 [updated 2023-03-13]; Available from: <https://youtu.be/HyB8PvS9Hw>
16. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease 2025 report. 2025 [cited 2025 25-02-2025]; Available from: <https://goldcopd.org/2025-gold-report/>.
17. Stanojevic S, Quanjer P, Miller MR et al. The Global Lung Function Initiative: dispelling some myths of lung function test interpretation. *Breathe*. 2013;9:462-74. doi: 10.1183/20734735.012113.
18. Løkke A, Marott JL, Mortensen J et al. New Danish reference values for spirometry. *Clin Respir J*. 2013;7:153-67. doi: 10.1111/j.1752-699X.2012.00297.x.
19. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*. 2012;40:1324-43. doi: 10.1183/09031936.00080312.
20. Stanojevic S, Graham BL, Cooper BG et al. Official ERS technical standards: Global Lung Function Initiative reference values for the carbon monoxide transfer factor for Caucasians. *Eur Respir J*. 2017;50. doi: 10.1183/13993003.00010-2017.
21. Hall GL, Filipow N, Ruppel G et al. Official ERS technical standard: Global Lung Function Initiative reference values for static lung volumes in individuals of European ancestry. *Eur Respir J*. 2021;57. doi: 10.1183/13993003.00289-2020.
22. Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE et al. Lung volumes and forced ventilatory flows 1993 update. *Eur Respir J*. 1993;6 suppl16:5-40.
23. Global Strategy for Asthma Management and Prevention (update 2024). Global Initiative for Asthma (GINA); 2024 [cited 2025 26-02-2025]; Available from: <https://ginasthma.org/2024-report/>.
24. Tan WC, Vollmer WM, Lamprecht B et al. Worldwide patterns of bronchodilator responsiveness: results from the Burden of Obstructive Lung Disease study. *Thorax*. 2012;67:718-26.
25. Quanjer PH, Ruppel GL, Langhammer A et al. Bronchodilator Response in FVC Is Larger and More Relevant Than in FEV1 in Severe Airflow Obstruction. *Chest*. 2017;151:1088-98. doi: 10.1016/j.chest.2016.12.017.

**Tabel 4 Liste over hyppige brugte forkortelser inden for lungefysiologiske undersøgelser**

D <sub>LCO</sub>	Lungernes diffusionskapacitet for kulilte. Beregnes som $K_{CO} \times V_A$
D <sub>LCOc</sub>	Lungernes diffusionskapacitet for kulilte korrigeret for hæmoglobin
D <sub>LNO</sub>	Lungernes diffusionskapacitet for nitrogenoxid
EOFE	Slutkriteriet for den forcerede eksspiration dvs. 3 fase
FET	Forceret eksspirationstid
FEV <sub>1</sub>	Det maksimale forcerede ekspiratoriske volumen i det første sekund efter en maksimal inspiration
FRC	Funktionel residualkapacitet. Det volumen, der er tilbage i lungerne efter en normal tidal eksspiration. $FRC = RV + ERV = TLC - IC$
FVC	Forceret vitalkapacitet. Det maksimale volumen, der kan ekspireres fra TLC under en forceret eksspiration
HRCT	High Resolution CT
IC	Inspiratorisk kapacitet. Det volumen, der maksimalt kan inspireres efter en normal tidal eksspiration. $IC = IRV + V_T$
IVC	Inspiratorisk vitalkapacitet. Det maksimale volumen, der kan inspireres fra RV. Se VC
NNG	Nedre normal grænse eller nedre referencegrænse afhængigt af kontekst (engelsk: LLN, lower limit of normal)
PEF	Peak-ekspiratorisk flow, undertiden også kaldet peakflow
RV	Residualvolumen. Det volumen, der er tilbage i lungerne efter en maksimal eksspiration. $RV = TLC - VC$
t <sub>BH</sub>	Breath-hold-tid= inspirationstiden + okklusionstiden + eksspirationstiden
t <sub>e</sub>	Eksspirationstid
t <sub>i</sub>	Inspirationstid
TLC	Total lungekapacitet. $TLC = RV + VC = RV + ERV + V_T + IRV = FRC + IC$
V <sub>A</sub>	Alveolært volumen
V <sub>BE</sub>	Bagudekstrapoleret volumen. Synonym BEV
V <sub>i</sub>	Inspiratorisk vitalkapacitet ved D <sub>LCO</sub> manøvren. Se VC
VC	Vitalkapacitet. Det maksimale volumen der kan ekspireres fra TLC eller inspireres fra RV. $VC = TLC - RV$