

# **Spirometriundersökningar inom företagshälsovården vid medicinska kontroller av arbetsmiljöskäl**

April 2008

## **Författare:**

Docent Hans Hedenström, Akademiska sjukhuset i Uppsala

Docent Maria Albin, Universitetssjukhuset i Lund

Överläkare Leif Aringer, Arbetsmiljöverket,

Företagsläkare Rune Underskog, Previa,

Överläkare Robert Wålinder Akademiska sjukhuset, Uppsala.

# Spirometriundersökningar inom företagshälsovården vid medicinska kontroller av arbetsmiljöskäl

## Förord

Docent Hans Hedenström vid avd. för klinisk fysiologi, Akademiska sjukhuset i Uppsala har tagit fram innehållet i denna skrift i samarbete med:

- docent Maria Albin, Yrkes- och miljömedicinska kliniken, Universitetssjukhuset i Lund,
- överläkare Leif Aringer, Arbetsmiljöverket,
- företagsläkare Rune Underskog, Previa, samt
- överläkare Robert Wålinder vid arbets- och miljömedicinska kliniken, Akademiska sjukhuset, Uppsala.

Innehållet, som främst riktar sig till läkare och sjuksköterskor, ska ses som en rekommendation utan juridisk status men är ett exempel på hur man kan tillämpa Arbetsmiljöverkets regelverk om medicinska kontroller i arbetslivet.

## Att genomföra medicinska kontroller inom företagshälsovården

Läkarundersökningar, laboratorieundersökningar och andra medicinska kontroller för att förebygga att någon skadas i sin arbetsmiljö ska ses som ett komplement till förebyggande arbetsmiljöåtgärder. Syftet kan t.ex. vara att upptäcka tidiga tecken på ohälsa eller att skydda personer som inte har tillräcklig fysisk arbetsförmåga i de fall arbetet genom sin natur innebär extrema påfrestningar.

För att underlätta bedömningen av symptom och andra fynd kan det vara lämpligt att genomföra medicinska kontroller innan ett nytt arbete påbörjas och sedan med vissa intervaller. Man bör också uppmana arbetstagaren att återkomma om det skulle uppträda besvär som kan misstänkas vara relaterade till arbetet.

## När är det lämpligt med spirometri?

### Vid arbeten med exponering som långsiktigt kan skada luftvägarna

- *Damm* som kan ge KOL, eller fibrotiska förändringar t.ex. asbest, kvarts, byggdamm m.m.
- *Andra lungskadande ämnen* t.ex. kväveoxider, tobaksrök, svetsrök och luftföroreningar vid sotning.
- *Luftföroreningar* som främst kan ge upphov till *överkänslighetsreaktioner* i luftvägarna som diisocyanater och vissa andra härdplaster, mjöldamm, röd ceder, latex, vissa läkemedel och parfymämnen, pollen och pälsdjur.
- *Luftföroreningar* som kan ge upphov till *alveolit* som mögeltoxiner och organiskt damm.

I dessa fall är syftet dels att upptäcka sjukdomstillstånd som gör arbete med ovanstående risker olämpligt, t.ex. astma, KOL, emfysem eller inflammatoriska systemsjukdomar i lungorna, dels att upptäcka tidiga tecken på ogynnsam påverkan på lungfunktionen.

### **Vid arbeten som innebär olycksrisker med lungskadande ämnen**

På arbetsplatser där lungtoxiska ämnen hanteras och det finns risk för accidentell exponering kan spirometri för anställda bli aktuell efter olyckshändelser med kortvariga höga exponeringar. Ämnen som kan ge sådana problem är klogas, saltsyra, svavelsyrlighet, kväveoxider och rökgaser.

### **Vid arbeten som ställer höga krav på fysisk arbetsförmåga**

I dessa fall kan ventilationsförmågan utgöra begränsande faktor. Några exempel är rökdykning, dykning i vatten, mast- och stolparbete eller annat tungt arbete.

### **Lagstadgade medicinska kontroller**

Vid följande exponeringar ställer Arbetsmiljöverkets föreskrifter krav på spirometriundersökningar: asbest, kvarts, vissa syntetiska oorganiska fibrer och härdplaster. (Ref. 1).

## **Vilken utrustning rekommenderas på FHV?**

### **Apparatur**

#### **PEF-mätare:**

PEF-mätare, där man ibland även kan mäta FEV<sub>1</sub>, är oftast enkla och därmed något mindre noggranna. De används för att få en grov uppfattning om flödes hastigheten i luftvägarna. En stor variation kan ses mellan olika PEF-mätare medan variationen för en enskild PEF-mätare är mindre. PEF-mätare passar bäst för mätning av en enskild patient som man önskar följa under ett arbetspass och i samband med ledighet för att påvisa variationer i flödes hastigheten och därmed variationer i luftvägsobstruktion orsakad av arbetssituationen.

#### **Spirometrar:**

De flesta enklare spirometrar är idag flödesmätande spirometrar där mätenheten består av en flödesmätare som mäter flödet exakt. Volymen beräknas som den integrerade flödessignalen. Äldre modeller kan vara volymsmätande dvs. man gör en exakt mätning av volymen och beräknar sedan flödet. Dessa volymsmätande spirometrar (bälgs spirometrar) är betydligt klumpigare att använda och därför har flödesmätande spirometrar blivit allt vanligare. Mätenheten kan vara av olika typ. De fyra vanligaste är:

- *Pneumotachograf* där flödet mäts som en tryckdifferens mellan två punkter i flödesriktningen och där tryckdifferensen omräknas till ett flöde.
- *Turbinmätare* som består av en propeller som sätts i rörelse av luftflödet och på så sätt genererar ett flöde.
- *Ultraljudsmätande* där man i mätenheten sänder ut en ultraljudssignal genom luftströmmen och sedan mäter den återreflekterade signalen där differensen omräknas till ett flöde.
- *Temperaturmätare*. Temperaturen mäts på två ställen i luftströmmen och differensen beräknas som ett flöde.

Samtliga dessa apparater är enkla att använda och tar liten plats. I flera förekommande spirometrar finns numera ett mät huvud som sedan kopplas till en dator och där programvaran för spirometriberäkningarna och kurvpresentationen ligger som mjukvara i datorn. Vissa av mät huvudena kan vara av engångstyp vilket underlättar rengörning speciellt vid spirometriundersökningar på olika arbetsplatser.

## Krav på spirometern

Spirometern ska kunna mäta vitalkapacitet (VC), forcerad expiratorisk volym under första utandningssekunden ( $FEV_1$ ), beräkna kvoten  $FEV_1/VC$  samt registrera minst expiratorisk flöde-volym relation och helst även inspirationen.

Spirometern ska följa kraven från ATS (American Thoracic Society) och ERS (European Respiratory Society) för noggrannhet och val av kurvor och ange värdena korrigerade till liter BTPS (korrigerade för kroppstemperatur, tryck och vattenmättnad). Temperaturen invid spirometern måste därför kunna anges (uppmätt eller direkt registrerad i spirometern).

Till spirometern ska alltid följa en "kalibreringspruta" dvs. en spruta på 1-3 liter med känd och kontrollerad volym som ska användas för att kalibrera och/eller kontrollera spirometern. Kalibrering bör göras efter varje förflyttning och varje dag innan undersökningarna påbörjas. Uppmätta värden får inte skilja mer än  $\pm 3\%$  eller  $\pm 0,050$  L mellan högsta och lägsta värdet. Kalibrering/kontroll ska även utföras veckovis med tre olika flöden - ett snabbt, ett medelflöde och ett långsamt flöde (Ref. 2).

## Kompetens hos personalen

Personalen behöver vara väl förtrogen med apparaturen och dess skötsel (kalibrering och rengörning) samt hur undersökningen ska utföras. Flera kurser på 1-3 dagar finns för att ta "körkort" i spirometri. Det kommer att rekommenderas för att köra spirometri inom öppenvården och bör även omfatta spirometriansvariga inom företagshälsovården för att säkra en god kvalitet på spirometriundersökningarna. Det är också viktigt att fortsättningsvis gå uppföljningsutbildningar för att uppdatera sina kunskaper.

När spirometrin ingår i en lagstadgad medicinsk kontroll med tjänstbarhetsbedömning gäller fr.o.m. 2008-01-01 särskilda kompetenskrav för den läkare som ansvarar för tjänstbarhetsbedömningen (8 § i Medicinska kontroller i arbetslivet, AFS 2005:6, Ref. 1).

## Hur undersökningen ska genomföras

### Förberedelser

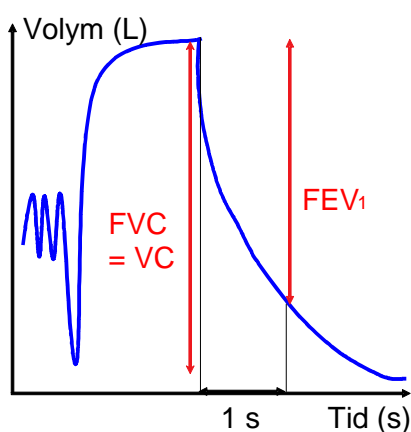
Gå igenom och kontrollera utrustningen dagligen de dagar undersökning utförs. Patienten ska vara informerad om hur undersökningen går till. Om reversibilitetstest ska utföras bör långverkande  $\beta_2$ -stimulerare och långverkande antikolinergika (Spiriva) samt antileukotriener (Singulair) vara utsatt minst 24 timmar innan och kortverkande  $\beta_2$ -stimulerare samt kortverkande antikolinergika (Atrovent) vara utsatt minst 8 timmar innan spirometriundersökningen. Inhalationssteroider kan tas som vanligt. Patienten bör vara rökfri minst 4 timmar innan undersökningen.

## Utförande

Undersökningen bör starta med minst två långsamma vitalkapacitetsmanövrar dvs. en långsam maximal inandning följt av en långsam maximal utandning och därefter en långsam maximal utandning följt av en långsam maximal inandning. Därefter fortsätter man med minst tre acceptabla forcerade expirationer där varje forcerad expiration om möjligt bör följas av en forcerad inspiration. Dessa registreringar sker antingen som volym mot tid, som flöde mot volym eller på bägge sätten samtidigt. Registrering av volym-tid kurva respektive flöde-volym kurva med de variabler som man vanligen får, presenteras i figur 1 och 2.

En acceptabel registrering ska alltid ha en peak och utblåsningen ska pågå minst 6 sekunder. Värdena (VC, FVC och FEV<sub>1</sub>) får inte skilja mer än 150 mL mellan bästa och näst bästa kurvan. I flöde-volym kurvan är det lättast att se om man har fått en acceptabel peak och i volym-tid kurvan är det lättast att kontrollera om 6 sekundersregeln har uppfyllts och att kurvan får en plåtå under slutet av utandningen.

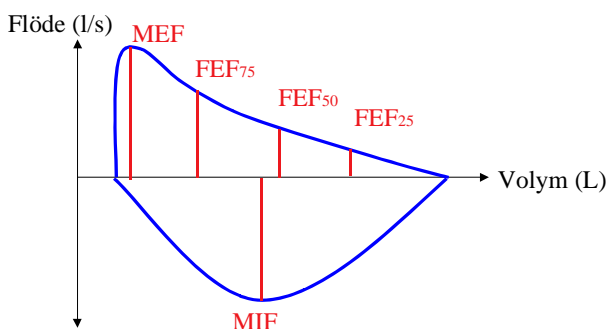
**Figur 1.** Registrering av volym mot tid.



### Variabler:

VC	Vitalkapacitet
FVC	Forcerad Vitalkapacitet
FEV <sub>1</sub>	Forcerad expiratorisk volym under första sekunden.
FEV <sub>1</sub> /VC	Högst FEV <sub>1</sub> dividerat med högst av VC eller FVC

**Figur 2.** Registrering av flöde mot volym.



### Variabler:

MEF	Maximalt expiratoriskt flöde
FEF <sub>75</sub>	Forcerat expiratoriskt flöde när 75 % av FVC återstår
FEF <sub>50</sub>	Forcerat expiratoriskt flöde när 50 % av FVC återstår.
FEF <sub>25</sub>	Forcerat expiratoriskt flöde när 25 % av FVC återstår
MIF	Maximalt inspiratoriskt flöde

## Variabelanalys

Från dessa tre acceptabla kurvor tas största FVC, FEV<sub>1</sub> och MEF medan flödesmåttan FEF<sub>75</sub>, FEF<sub>50</sub> och FEF<sub>25</sub> tas från "bästa kurvan" dvs. den kurva med högst summa FVC+FEV<sub>1</sub>. Vanligtvis sker detta med automatik, men bör kontrolleras.

Högst FEV<sub>1</sub> och högst VC antingen från den lugna vitalkapacitetsmanövern eller den force-rade kurvan (FVC) används vid beräkningen av FEV<sub>1</sub> / VC.

## Reversibilitetstest

Vid obstruktivitet (sänkt FEV<sub>1</sub> / VC och sänkta flöden) bör man komplettera med en reversibilitetstest. Vanligen används β<sub>2</sub>-stimulerare, men även antikolinergika kan användas. Reversibiliteten beräknas som den procentuella skillnaden mellan FEV<sub>1</sub> före och efter bronkdilatation i förhållande till initialvärdet. Formeln för beräkning av reversibilitet är:

$$100 \times \frac{(FEV_{1\text{efter}} - FEV_{1\text{före}})}{FEV_{1\text{före}}}$$

En signifikant reversibilitet fås om FEV<sub>1</sub> ökar med 12 % och minst 200 ml.

## Förslag på doser

*β<sub>2</sub>-stimulerare:*

- Salbutamol (Ventoline): 5 mg från nebulisator eller 0,8 mg från Diskus.
- Terbutalin (Bricanyl): 10 mg från nebulisator eller 1 mg från Turbuhaler.

*Antikolinergika:*

- Ipratropiumbromid (Atrovent): 0,5 mg från nebulisator eller 80 µg från pulverinhalator.

Vid test med β<sub>2</sub>-stimulerare kan reversibilitetstest göras tidigast 10 minuter efter inhalation och vid test med antikolinergika bör man vänta minst 30 min innan ny test.

## Tolkning av resultaten

### PEF-mätning:

PEF-värdet återspeglar det snabba initiala expiratoriska flödet och ger främst besked om ev. obstruktivitet i centrala luftvägar. Den viktigaste informationen från PEF-mätningen är variabiliteten. Denna beräknas som högsta PEF-värdet minus lägsta PEF-värdet dividerat med medelvärdet under ett dygn. En variabilitet på mer än 20 % räknas som patologisk och beror på en bronkiell hyperreaktivitet som vid astma.

### Volym-tid registrering:

FEV<sub>1</sub>/VC är normalt 65-80 % och sänkt vid ökat luftvägsmotstånd. Detta mått är mindre beroende av ålder och kropps-konstitution. Genomsnittligt andas en frisk ung individ ut 80 % och en äldre person kring 65 år 65 % av sin vitalkapacitet under den första sekunden.

## Flöde–volym registrering:

Det maximala flödet (MEF) återspeglar främst luftflödet i centrala luftvägar och är till viss del även beroende av muskelstyrkan. De slutexpiratoriska flödena ( $FEF_{50}$  och  $FEF_{25}$ ) återspeglar mer av det perifera luftflödet. Ett ökat luftvägsmotstånd i de perifera luftvägarna visar sig som sänkta slutrespiratoriska flöden. En begynnande obstruktivitet brukar alltså först visa sig som en sänkning av  $FEF_{50}$  och  $FEF_{25}$ . Höga (extrathorakala) andningshinder brukar i första hand visa sig som en inspiratorisk begränsning (sänkt MIF) men kan i uttalade fall även begränsa det maximala expiratoriska flödet (MEF) medan de slutexpiratoriska flödena då brukar vara normala.

## Obstruktivitet:

Med en obstruktiv begränsning menas ett förhöjt luftvägsmotstånd och minskat lumen i luftvägarna. Detta medför sänkta flöden och minskad  $FEV_1$ . Ofta ses även en minskad VC men  $FEV_1$  är ännu lägre vilket ger en minskad  $FEV_1/VC$ . De obstruktiva lungsjukdomarna brukar indelas i astma som uppvisar en variation i obstruktiviteten med normala perioder emellan och kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL) där obstruktiviteten aldrig försvinner.

Den astmatiska reaktionen kännetecknas av ökat luftvägsmotstånd och minskade flödeshastigheter samt fullständig eller partiell reversibilitet i  $FEV_1$ , flöden och volymer. En patient med KOL har mindre bronkmuskelkontraktion och där beror obstruktiviteten främst av ökad slem- och sekretbildning. Patienter med KOL med mer eller mindre inslag av lungemfysem får också en förlust av elastisk lungvävnad. Detta ger ett ökat luftvägsmotstånd framförallt under utandningen (dynamisk kompression). Inandningen brukar gå bättre. KOL-diagnos sätts efter de nationella riktlinjer som finns för KOL ([www.slmf.se/KOL](http://www.slmf.se/KOL)) som i första hand utgår från  $FEV_1/VC$  och sedan stadiindelade efter  $FEV_1$  i % av referensvärdet. En fulligare beskrivning av lungfysiologiska förändringar vid lungsjukdom finns i Ref. 3.

## Restriktivitet:

Med en restriktiv begränsning menas minskade lungvolymer överlag (TLC, VC, RV – se figur 5) medan förhållandet mellan dessa lungvolymer brukar vara normalt. Oftast beror restriktiviteten på en generell lungpåverkan med fibrotisering och bindvävsomvandling av lungparenkymet. Restriktiva lungförändringar orsakade av arbetsmiljön kan t.ex. ses vid exponering för större mängder kvartsdamm eller asbestfibrer. För att fastställa en restriktiv begränsning krävs mätning av samtliga lungvolymer (se Mätning av statiska lungvolymer). Ofta innebär en restriktiv begränsning att lungorna blir styvare och får en ökad återfjädring vilket kan leda till en snabbare utblåsning än förväntat. En indikation på restriktivitet från den dynamiska spirometrin är supernormalt  $FEV_1/VC$  och supernormala flöden samt låg VC och FVC. Vid spiometriska fynd som tyder på restriktivitet bör fortsatt kontroll göras med lungröntgen och utvidgad statisk spirometri.

## Referensvärden:

Det är viktigt att man använder referensvärden som passar in med de personer man önskar undersöka. I det svenska referensmaterialet som rekommenderas i det nationella vårdprogrammet (Ref. 4 och 5) är värdena korrelerade till ålder, längd och vikt samt i förekommande fall även rökning. Normalt tas inte hänsyn till rökningen vid beräkning av referensvärden då frågeställningen vanligen är frisk eller sjuk. Vid yrkesmässig exponering för olika lungskadande ämnen och frågeställning om ev. lungfunktionsnedsättning kan referensvärden efter hänsyn även till rökningens intensitet och duration användas för att försöka bestämma det exponerade ämnets skadliga inverkan oberoende om personen röker eller inte.



Trots en god korrelation till ovanstående variabler får man ändå en viss spridning i normalvärdena. Man brukar ofta räkna med att normalzonen varierar  $\pm 20\%$  kring normalvärdet. För vissa variabler kan detta bli ändå större. Vid bedömning av de slutexpiratoriska värdena från flöde-volym registrering (FEF<sub>50</sub> och FEF<sub>25</sub>) måste man acceptera en spridning på  $\pm 50\%$  av normalvärdet.

Personer med annan etnisk bakgrund bör om möjligt jämföras med referensvärden från den etniska grupp patienten härrör ifrån. Jämförelser mellan svenska normalvärden och asiatiska samt afrikanska referensvärden visar att dessa ligger 5-10 % lägre än de svenska.

Personer som avviker mycket i kroppsbyggnad från "normalindividen" t.ex. kraftigt överviktiga måste accepteras få ha en större variation från referensvärdet eftersom detta är framtaget som en extrapolering utifrån det befintliga referensmaterialet.

Bedömningen av resultaten kan underlättas om den undersökte kan vara sin egen kontroll, dvs. man har följt personen med en serie mätningar under en längre tidsperiod, se nedan.

## Relevans för arbetsmiljön

### Spirometri före arbete som kan skada luftvägarna

Arbetsmiljöverkets föreskrifter om Medicinska kontroller i arbetslivet (Ref. 1) ger vägledning om vilka medicinska tillstånd som kan innebära hinder för arbete.

### Att följa personer med arbeten som kan skada luftvägarna

Det är en fördel om FEV<sub>1</sub> respektive VC kan analyseras longitudinellt. Det innebär att man utgår från en första undersökning före exponering i arbetsmiljön eller omgivningen. Vid den undersökningen jämförs det uppmätta resultatet med ett referensmaterial och resultatet redovisas i procent av förväntat värde. Vid återkommande undersökningar ska hos en frisk individ detta värde i princip vara oförändrat, jämfört med referensmaterialet, oberoende av tidsintervallet mellan undersökningarna. Finner man en 15 procentig sänkning från utgångsvärdet kan det räknas som patologiskt (Ref. 6).

Longitudinellt nedre normalgränsvärde = Utgångsvärde i % av förväntat värde  $\times 0,85$ . Det gäller både vid bestämning av VC och FEV<sub>1</sub>.

*Exempel:* Kvinna undersökt vid 30 års ålder har VC = 4,39 L (109 % av förväntat) och vid undersökning vid 50 års ålder är VC = 3,17 L (84 % av förväntat). Nedre gräns för den sänkning som kan accepteras är då:  $109 \times 0,85 = 93\%$ . Kvinnans vitalkapacitet har alltså sjunkit mer och orsaken behöver utredas vidare.

Detta gäller om personen man följer har startat över 100 % av referensvärdet. Om personen redan från början har en sänkt lungfunktion bör man räkna på absolutvärdena. Ytterligare information finns i Ref. 7.

### Yrkesastma

Det finns flera olika typer av reaktionsmönster vid yrkesastma (Ref. 8). Ofta debuterar astmasjukdomen utan att ha föregåtts av en period med besvär från de övre luftvägarna. Symptomen kan komma omedelbart efter exponeringen och/eller först efter några timmar eller på kvällen efter arbetet. Isocyanater är kända för att ge symptom under natten. Även



faktorer som ger en ospecifik retningseffekt på slemhinnorna och utlöser en hyperreaktivitet behöver beaktas. Dessa faktorer kan finnas utanför arbetsmiljön. Patienter med reversibel obstruktivitet kan behöva genomgå spirometri dels i anslutning till den misstänkta exponeringen och dels efter arbetsfri helg eller längre ledighet. I svårbedömda fall kan man behöva göra PEF-kurvor under arbetet och i hemmet.

### Spirometri vid arbeten som ställer höga krav på fysisk arbetsförmåga

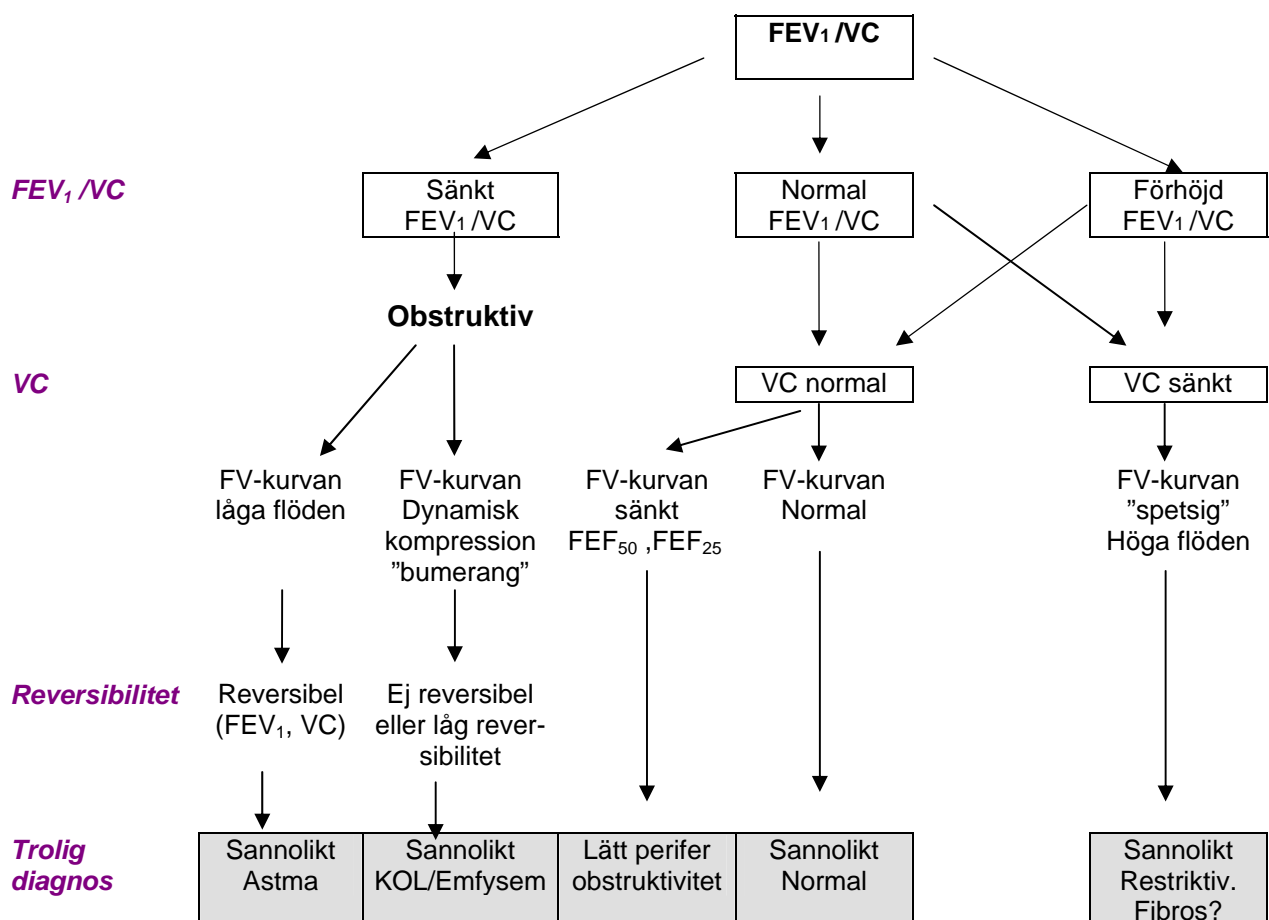
Spirometriundersökningen ingår i en helhetsbedömning av patientens arbetsförmåga. Finns det tecken på nedsatt andningsfunktion som hämmar den undersöktes arbetskapacitet? Spirometrin kan kombineras med bestämning av fysisk arbetsförmåga. Med undantag för arbete som rökdykare ställer arbetsmiljölagen inga särskilda krav på arbetsförmågan för ett visst arbete.

### Exponering för akut lungskadande ämne

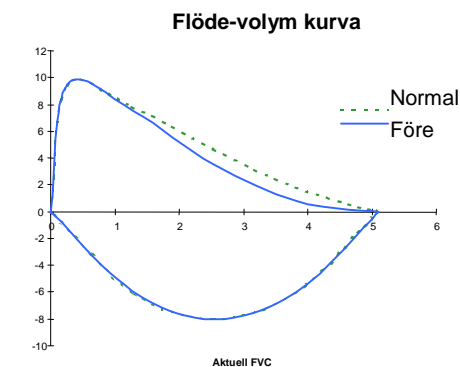
Akut exponering innebär ofta sjukhusvård. Det kan i extremfallet finnas risk för toxiskt lungödem som uppträder först efter en latenstid på upp till 24 timmar. Uppföljning av lungfunktionsnedsättning efter skada är ofta värdefullt liksom en spirometri vid nyanställning som utgångsvärde.

En fylligare sammanställning av skador vid yrkesexponering finns i Referens 8 och 9.

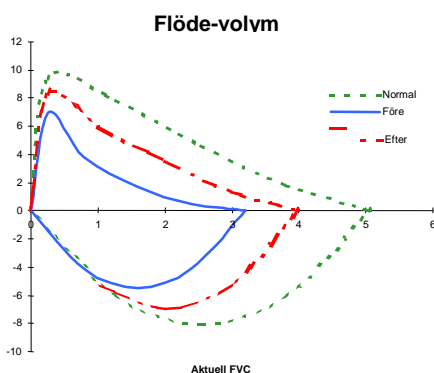
**Figur 3.** Förslag till tolkningsschema vid dynamisk spirometri.



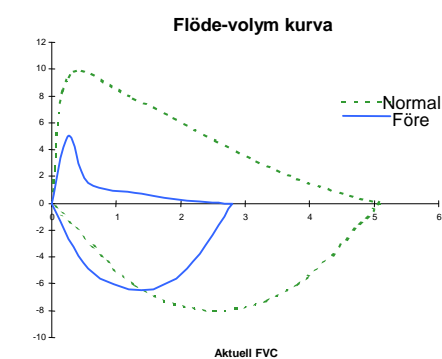
**Figur 4.** Exempel på flöde-volym kurvor vid olika lungsjukdomar



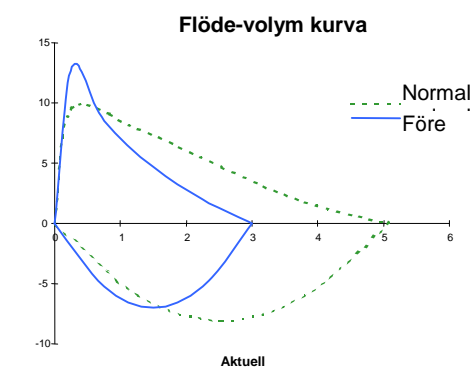
Patient med lätt obstruktivitet och flödesnedsättning i de perifera luftvägarna som ses som ett minskat flöde under slutet av utandningen. Tidig skada med svullnad i de små perifera luftvägarna som ses t.ex. några år efter rökdebut som tecken på tidig perifer luftvägsskada.



Patient med astma och minskade flöden under hela den forcerade expirationen. Beror på bronkmuskelkonstriktion. Med bronkdilaterare (luftvägsvidgare-vanligen  $\beta_2$ -stimulerare som Bricanyl och Ventoline) kan astmatikern blåsa "bättre" såväl ökade flöden som ökad volym (reversibilitet). Reversibel om  $FEV_1$  ökar minst 12 % och 200 ml.



Patient med KOL med emfysem. Förlust av elasticitet i lungvävnaden ger ett lågt återfjädringstryck och hög compliance vilket medför kompression av luftvägarna och mycket låg flödeshastighet under utandningen med en "bomerang"-formad kurva (dynamisk kompression). Lättare att andas in. Ingen (eller liten) effekt av bronkdilaterare.



Patient med fibros (små, stela lungor) Kan blåsa ut snabbt men svårare att andas in. Stelheten (ökat återfjädringstryck och låg compliance) medför ett ökat andningsarbete främst vid inandningen.

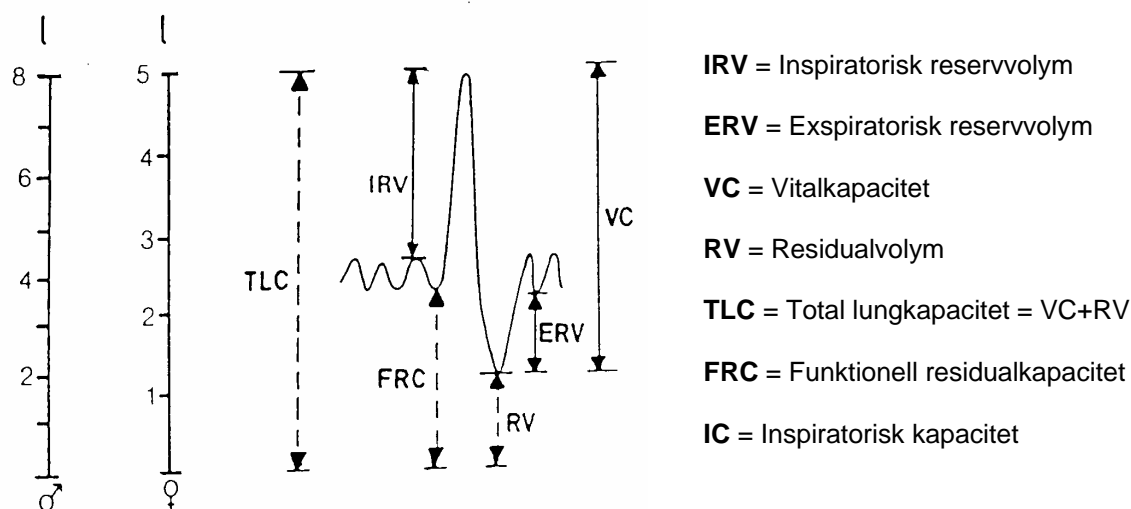
## Fortsatt utredning med utvidgad lungfunktionsundersökning

Vid vissa typer av arbeten som kan ge restriktiva förändringar i lungorna med risk för fibrosutveckling och alveolär skada räcker det inte med enkla spirometriundersökningar på företagshälsovården utan man måste då komplettera med undersökningar av främst statiska lungvolymerna och diffusionskapacitet. Detta gäller även vid kombinationer av obstruktiva och restriktiva förändringar. Mätning av statiska lungvolymerna brukar göras på kliniskt fysiologiskt laboratorium eller välutrustade lungkliniker. Patienter med misstänkt fibros bör utredas av specialist.

### Mätning av statiska lungvolymerna

Lungvolymsmätningen görs då vanligtvis i en kroppspletysmograf för att få information om storleken av residualvolymen (RV) dvs. den volym som återstår i lungorna efter en maximal utandning av vitalkapaciteten. Tillsammans bildar RV + VC den totala lungkapaciteten (TLC). Här ses även tecken till hyperinflation med förhöjt andningsmedelläge (FRC). För ytterligare information om de olika statiska lungvolymerna se figur 5 nedan.

Figur 5. Definition av lungvolymerna.



Hos den typiskt restriktive patienten ses en nedsättning av samtliga lungvolymerna och oftast är nedsättningen lika för samtliga volymer (TLC, VC, RV och FRC). Hos den typiskt obstruktive patienten ses minskad VC och ökad RV samt ökad FRC. Hos KOL-patienten med betydande emfysem ses en ännu större RV och FRC samt förhöjd TLC dvs. patienterna har då en hyperinflation med kraftigt ökad lungvolym som är svår att tömma.

Vid kombinerad restriktiv/obstruktiv begränsning kan RV se normal ut men om relationen till TLC (RV i % av TLC) är förhöjd så är detta ett obstruktivt tecken. Likaså är en relativt förhöjd FRC (FRC i % av TLC) ett tecken på hyperinflation och obstruktivitet. Vid mätning i kroppspletysmografen får man även en upplysning om luftvägsmotståndet. Om detta är förhöjt vid en i övrigt typiskt restriktiv bild så finns troligen även ett obstruktivt inslag.

## Mätning av diffusionskapacitet

Diffusionskapacitetsmätning av kolmonoxid (DLCO) är enkel att genomföra men kräver avancerad teknik där såväl kolmonoxid som helium ska kunna analyseras. Diffusionskapacitetsmätningen ger dock en god vägledning i förklaring av nedsatt arbetsförmåga hos de personer där den orsakas av försämrat gasutbyte.

Vid yrkesmedicinska bedömningar är nedsatt DLCO ett negativt prognostiskt tecken och kan förebåda en kommande respiratorisk insufficiens. Vanligtvis ses nedsatt DLCO hos fibrospatients, patienter med alveolit samt hos KOL-patienter med inslag av emfysem. Rena astmatiker brukar dock inte ha säkert sänkt DLCO. (Även hjärtsvikt och anemi kan ligga bakom en nedsatt diffusionskapacitet).

## Övriga lungfunktionsundersökningar

Då orsaken till den sänkta diffusionskapaciteten inte är känd, eller då påverkan på gasutbytet behöver kvantifieras närmre, kan vidare utredning med exempelvis ergospirometri med artärblodgaser samt lungmekanik i vila och arbete vara av värde.

## Referenser och litteratur

- 1) Arbetsmiljöverkets föreskrifter, AFS 2005:6, *Medicinska kontroller i arbetslivet*. ([http://www.av.se/lagochratt/afs/afs2005\\_06.aspx](http://www.av.se/lagochratt/afs/afs2005_06.aspx))
- 2) Miller, Hankison, Brusasco et al: *Standardisation of spirometry in ATS/ERS task force*: Eur. Respir. J. 2005; 26: 319-338.
- 3) Bäcklund, Hedenstierna, Hedenström. *Lungfysiologi och diagnostik vid lungsjukdom*. Studentlitteratur. Lund 2000.
- 4) Hedenström, H., Malmberg, P., and Fridriksson, H.V. *Reference values for lung function tests in men: regression equations with smoking variables*. Ups.J.Med.Sci. 91(3): 299-310, 1986.
- 5) Hedenström, H., Malmberg, P., and Agarwal, K. *Reference values for lung function tests in females. Regression equations with smoking variables*. Bull.Eur.Physiopathol.Respir. 21(6): 551-557, 1985.
- 6) *Evaluating pulmonary function change over time. Evidence Based Statements*. American College of Occupational and Environmental Medicine 2004-02-02 (<http://www.acoem.org/guidelines.aspx?id=756>)
- 7) Hnizdo et al: *Limits of longitudinal decline for the interpretation of annual changes in FEV<sub>1</sub> in individuals*. Occup. Environ. Med. 2007; 64:701-707
- 8) Brisman J, Nordman N, Thiringer G, Torén K, Tornling G. *Yrkesastma*. Glaxo Wellcome AB, Mölndal 1997.
- 9) Edling, Nordberg, Nordberg. *Arbets- och miljömedicin – en lärobok om hälsa och miljö*. Studentlitteratur. Lund 2003.