



Spirometri

Ordet spirometri betyder andningsmätning. Metoden syftar till att diagnostisera och gradera störningar i lungans och/eller luftvägarnas funktion.

För att värdera andningsorganens funktion används framförallt tre metoder: statisk spirometri, dynamisk spirometri och diffusionskapacitet. Ibland kompletteras undersökningen med arteriell blodgas. I selekterade fall kan fortsatt utredning med kardiopulmonellt arbetsprov med andningsgasbestämning (CPET) vara indicerat för att värdera lungfunktionen under arbete och för att differentiera mellan kardiell och pulmonell begränsning.

Förutsättningar för adekvat undersökning

Den största felkällan vid spirometri är brister i patientens medverkan och teknik.

Undersökningen kräver att patienten kan ta till sig detaljerade instruktioner om andningsteknik och ha koordination nog att utföra momenten. Om inte blir informationsutbytet begränsat. Patienter med tydlig vilodyspné kan oftast inte medverka på ett korrekt sätt. Undersökningen tar ungefär 1 till 1,5 tim.

Förberedelser

Patienten bör avstå från rökning under minst tolv timmar innan undersökningen. Vid luftvägsinfektion inför planerad spirometri bör man överväga att senarelägga undersökningen eftersom provet annars kan bli missvisande. Framförallt kan metakolin/mannitolprovokation ge falskt positivt resultat. Patienter bör helst avstå astmamedicin undersökningdagen. Vid bronkprovokationstester bör även tung fysisk aktivitet avstås undersökningdagen.

Kontraindikationer

All statisk och dynamisk spirometri är kontraindicerad vid pneumothorax, oklar hemopty och vid nyligen genomgången mag-, thorax- eller intraokulär kirurgi. Reversibilitets- och provokationstester är då naturligtvis också kontraindicerade.

Reversibilitetstest:

Relativa kontraindikationer:

- 1) Avancerad hjärtsjukdom som nylig hjärtinfarkt, instabil/lättväckt angina, takyarytmier, obstruktiv HCM
- 2) Svår hypertoni
- 3) Aneurysm
- 4) Hyperthyreoidism, Feokromocytom, (svårinställd diabetes)

Mannitol/Metakolinprovokation:

Absoluta kontraindikationer:



- 1) $FEV1 < 50\%$ av förväntat eller $FEV1 < 1,0\text{ l}$
- 2) Nylig myokardinfarkt, stroke eller TIA (metakolin 3 mån, mannitol 6 mån)
- 3) Artäraneurysm (aortaaneurysm eller cerebralt aneurysm).
- 4) Blodtryck $>200/100\text{ mmHg}$
- 5) Nyligt allvarligt astmaanfall

Relativa kontraindikationer:

- 1) $FEV1 < 75\%$ ($<70\%$ för mannitol) av förväntat eller $FEV1 < 1,5\text{ l}$
- 2) Graviditet och för metakolin även amning.
- 3) Behandling mot Myastenia gravis (metakolin).
- 4) Behandlingskrävande epilepsi (metakolin)
- 5) ÖLI senaste 2 veckorna.
- 6) Oförmåga att medverka till tekniskt korrekt och reproducerbar dynamisk spirometri
- 7) Kontraindikationer till reversibilitetstest enligt ovan eftersom beta-2-stimulerare måste kunna ges efter testet.

Statisk spirometri

Mäter hur stor luftvolym som lungan innehåller. Lungvolymen bestäms efter maximal inspiration (total lungkapacitet, TLC) och efter maximal expiration (residualvolym, RV). Skillnaden mellan TLC och RV är den maximala volym patienten kan bälga in och ut ur lungan och benämns vitalkapacitet, VC. Man skiljer mellan vitalkapaciteten vid långsam utandning (SVC) från den vid forcerad utandning (FVC). VC kan mätas med dynamisk spirometri, men TLC och RV kan endast mätas genom statisk spirometri.

Förstahandsmetoden är så kallad boxmätning där patienten sitter i en lufttät glasbox och andas mot ett stängt munstycke. Vissa patienter har på grund av klaustrofobi svårt att medverka till boxmätning, I dessa fall kan vi använda så kallad gasspädningsteknik istället. Anledningen till att gasspädning är andrahandsmetod är främst att den hos signifikant obstruktiva patienter kan undervärdera TLC och RV något.

Dynamisk spirometri

Vid dynamisk spirometri mäts hur snabbt patienten maximalt kan andas ut och in genom ett munstycke som mäter luftflödet. Dessa data presenteras som en så kallad flöde-volymkurva. Kurvan kan till sin form och storlek visuellt jämföras mot ett normalmaterial (vi använder Hedenströms normalmaterial för vuxna och Knudsens normalmaterial för barn). Notera att hos patienter med hög ålder eller ovanlig kroppsbyggnad kan de beräknade normalvärdena vara missvisande.

Förutom kurvan presenteras ett antal mätvärden varav de mest intressanta är FEV1 och FEV1/SVC. FEV1 är den volym luft patienten lyckas andas ut under den första sekunden. Denna volym är egentligen ett flödesmått (liter luft/en sekund) som beskriver det genomsnittliga volymsflödet under expirationens första sekund. FEV1 kan bli nedsatt både av obstruktivitet och av restriktivitet. Vid obstruktivitet sjunker flödet mer än lungans volym varför FEV1/SVC-kvoten blir nedsatt. Vid ren restriktivitet är FEV1/SVC istället normal eller hög.

Om den dynamiska spirometrin visar obstruktivitet ges om inga kontraindikationer föreligger bronkdilatantia i nebulisator varefter ny dynamisk spirometri utförs för att värdera om, och i så fall i vilken grad obstruktiviteten är reversibel, så kallat reversibilitetstest. Observera att patienter med pågående försämring i sin astma inte alltid blir helt normaliserade

reversibilitetstest eftersom bronkdilatantia inte påverkar eventuellt luftvägsödem och slembildning.

Diffusionskapacitet: Metoden syftar till att mäta lungans förmåga att utväxla andningsgaser mellan alveolarluften och blodet. Patienten får efter en maximal utandning andas in en gasblandning med en känd mängd kolmonoxid (CO) och hålla andan i tio sekunder. Under den efterföljande utandningen mäts mängden CO i utandningsluften. Eftersom CO binder irreversibelt till blodets hemoglobin är mängden CO som diffunderat in i blodet lika med skillnaden mellan den inandade och den utandade mängden. Mätvärdet kallas DLCO och enheten är mmol/(min x kPa). DLCO kan vara nedsatt vid ett flertal tillstånd:

- 1) Nedsatt gastransport ned till det respiratoriska epitelet. Denna kan vara nedsatt vid framförallt svår obstruktivitet/emfysem eller andningsmuskelsvaghet.
- 2) Nedsatt alveolarmembranarea. Denna kan minska vid både emfysem och fibros.
- 3) Förlängd diffusionsväg mellan alveolarluft och blod. Denna förlängs vid bland annat alveolit, fibros, vaskulit och lungödem.
- 4) Nedsatt gastransport via blodet vilket oftast ses vid anemi, men även kan ses vid nedsatt cardiac output.

På grund av ovanstående presenteras vid behov justerade värden på DLCO. Om vi har tillgång till aktuellt Hb justerar vi för detta och anger detta värde som DL Adj. Maskinen kan också skatta patientens alveolarvolym (VA) och justera DLCO för detta vilket presenteras som DLCO/VA. Om vi justerat både för Hb och VA presenteras detta som DLCO/VA Adj.

Arteriell blodgas

Vid mycket nedsatt ventilation eller diffusionskapacitet, framförallt om patienten anger nylig symtomförsämring kompletterar vi provet med arteriell blodgas. Blodgas kan också utföras för att värdera ett oväntat fynd av betydande diffusionskapacitets-nedsättning och kan då samtidigt utesluta anemi som orsak.

Huvudtyper av patologi vid spirometri

Principiellt finns två huvudtyper av nedsättning av den vid spirometri uppmätta lung/luftvägsfunktionen: obstruktivitet och restriktivitet.

Obstruktivitet innebär ett ökat flödesmotstånd i luftvägarna vilket begränsar förmågan till maximal forcerad utandning varvid FEV1/SVC och ofta även FEV1 blir nedsatta. Flödevolymkurvan visar en uppåt konkav form. Obstruktivitet måste bedömas i förhållande till patientens ålder eftersom även det normala åldrandet medför viss grad av obstruktivitet. Vid ren astma beror obstruktiviteten på inflammation i luftvägen och därpå följande ödem, slembildning och ökad glattmuskeltonus vilka alla bidrar till obstruktionen. Den del av det ökade flödesmotståndet som orsakas av eventuell glattmuskelkontraktion kan behandlas med beta-2-stimulerare varefter ny dynamisk spirometri utförs för att fastställa om skillnaden är signifikant eller inte (reversibilitetstest).

Vid klinisk misstanke om astma/bronkiell hyperreaktivitet är dynamisk spirometri i de allra flesta fall otillräcklig för att påvisa diagnosen eftersom de flesta astmapatienter inte har pågående astma undersökningsdagen, varvid testet utfaller normalt. Hos dessa patienter kan diagnosen fastställas antingen genom PEF-kurvor utförda i hemmet vilket administreras i primärvården (se Läkemedelsboken), eller genom remiss till oss för bronkprovokation med mannitol (vilket hos oss är förstahandspreparat) eller metakolin.

Vid kronisk obstruktiv lungsjukdom, KOL, ses oftast en kombination av kronisk luftvägsinflammation (kronisk bronkit) och emfysembildning. Det senare ökar tendensen hos de små, ej broskförstärkta luftvägarna att falla samman under utandningen. Bedömning av om kronisk obstruktivitet föreligger kan bara göras efter reversibilitetstest och kan i oklara fall kräva upprepad spirometri efter steroidkur för att utesluta underbehandlad astma som orsak. Även vänstersvikt kan ge en obstruktiv bild som inte helt reverseras av bronkdilatantia.

Restriktivitet karaktäriseras av att hela eller delar av lungan vid maximal inandning inte fylls med normal mängd luft. I de flesta fall är därför den totala lungkapaciteten (TLC) nedsatt. FEV1/SVC är normal eller hög vid isolerad restriktivitet. De vanligaste orsakerna till restriktivitet vid spirometri är extrapulmonella:

- 1) Strukturer som tar plats från det intrathorakala rummet (till exempel pleuravätska, kraftigt förstörade förmak vid förmaksflimmer etc),
- 2) Förhindrad expansion av det intrathorakala rummet vid inandning (till exempel bukfetma, graviditet, kyfos, pleuraförtjockning, muskelsvaghet etc),

Vid pulmonell restriktivitet är TLC nedsatt på grund av att lungan blivit stel och gör ökat motstånd mot inandning. Detta kan bero på primär sjukdom i lungparenkymet som vid lungfibros/alveolit eller ibland vara sekundärt till exempelvis vänsterkammarsvikt med interstitiellt lungödem. Vid avancerad lungfibros ses oftast relativt bevarad FEV1 eftersom den stela lungan återfjädrar kraftfullt, vilket i kombination med kraftigt nedsatt SVC ger en onormalt hög FEV1/SVC-kvot. Dessutom ses också nedsatt diffusionskapacitet.
