

Spirometrie – základní vyšetření funkce plic

Jana Kociánová

Plicní oddělení, MephaCentrum, a.s., Ostrava Poruba

Souhrn

Spirometrie patří k základním interním vyšetřovacím metodám obdobně jako např. měření krevního tlaku či záznam EKG. Slouží k odhalení, případně hodnocení míry poruchy ventilační funkce. Indikací jsou respirační příznaky či laboratorní anomálie, kouření, inhalační rizika a další. Provedení a hodnocení by mělo patřit mezi základní dovednosti pneumologů, internistů, alergologů, pediatrů, sportovních lékařů. Výsledky zásadním způsobem ovlivňují stanovení správné diagnózy a způsob léčby. Je proto nutné, aby byla prováděna za standardizovaných podmínek a hodnocení bylo přesné a jasné tak, aby bylo možno odpovědět na klinické otázky.

Klíčová slova: akceptovatelnost – hodnocení – indikace – kalibrace – kontraindikace – parametry – spirometrie – standardizace

Spirometry – basic examination of the lung function

Summary

Spirometry is one of the basic internal examination methods, similarly as e.g. blood pressure measurement or ECG recording. It is used to detect or assess the extent of ventilatory disorders. Indications include respiratory symptoms or laboratory anomalies, smoking, inhalation risks and more. Its performance and evaluation should be among the basic skills of pulmonologists, internists, allergologists, pediatricians and sports physicians. The results essentially influence the correct diagnosing and treatment method. Therefore spirometry must be performed under standardized conditions and accurately and clearly assessed to enable answering clinical questions.

Key words: acceptability – calibration – contraindication – evaluation – indication – parameters – spirometry – standardization

Úvod

Spirometrie je jednoduchá vyšetřovací metoda, která při včasné indikaci a správném provedení může odhalit poruchu ventilace a podmínit včasnou terapii. Je to fyziologický test, který měří, jak jedinec dokáže vdechnout a vydechnout objem vzduchu. Moderní spirometry umožňují rychlé a přesné vyšetření.

Indikace

Spirometrie je indikována diagnosticky jako součást vyšetření běžných respiračních příznaků (dušnost, kašel, bolesti na hrudi). Monitorování plicních funkcí v čase provádíme při změně terapie, zhoršení příznaků, určení efektu léčby plicních onemocnění, detekci nežádoucích účinků léků a chemických látek působících na plicní tkáň, ke komplexnímu pohledu na systémové choroby postihující plice (např. systémovou sklerodermii, revmatoidní artritidu, systémový lupus erythematoses). Význam má vyšetření také při posouzení efektu plicní rehabilitace a fyzioterapie. Je také prováděna k určení stupně postižení plicních funkcí v rámci obecného předoperačního vyšetření (zejména u operací hrudníku a břicha či

u všech operací kuřáků a nemocných s respiračními problémy, též osob nad 60 let). Spirometrie slouží k odhadu prognózy respiračních onemocnění. Indikací jsou také posudkové účely (pojistné a právní důvody, lázně, pracovní lékařství atd), průzkum veřejného zdraví (epidemiologické studie) a klinický výzkum [1].

Kontraindikace

Celkový těžký stav pacienta, jako je např. akutní infekce, nedávný infarkt myokardu (obvykle do 1 měsíce), hemoptoe (drobná hemoptýza nemusí být kontraindikací), bolest omezující možnost provedení manévru (ústa, hrudník, břicho), demence či nemožnost spolupráce, zabránění provedení testu. Inkontinence ovlivní výsledky usilovných manévru, u starších osob je tento fakt nutné zohlednit [2].

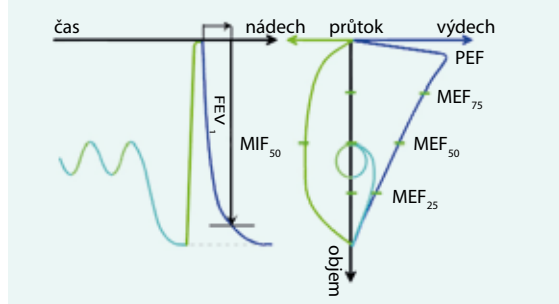
Měřené veličiny

Přesto, že je spirometrie jednoduchou vyšetřovací metodou, při správném provedení získáme celou řadu důležitých parametrů. Měří se objemy vzduchu, které může pacient nadechnout nebo vydechnout při klidovém dýchání (tzv. **statické**) nebo při usilovných manévrech (tzv.

dynamické). U statických parametrů není sledován vztah k času a nerozhoduje průtok vzduchu. Měří se většinou při pomalých dechových manévrech a nezávisí na síle výdechu (např. SVC, IVC, EVC). U dynamických parametrů je sledován vztah k času (FVC, FEV₁, MEF, FEF, PEF – zkratky viz Přehled parametrů). Měření je buď objem nebo průtok (objem za časovou jednotku). Měření objemu je vyjadřováno na křivce objem/čas, měření průtoku je vyjadřováno na křivce (smyčce) průtok/objem (obr. 1).

Objemy jsou již dále nedělitelné, zatímco kapacity se skládají ze 2 či několika dílčích objemů [2,5].

Obr. 1. Křivka závislosti objemu na čase a křivka závislosti průtoku na objemu.
Upraveno podle [8]



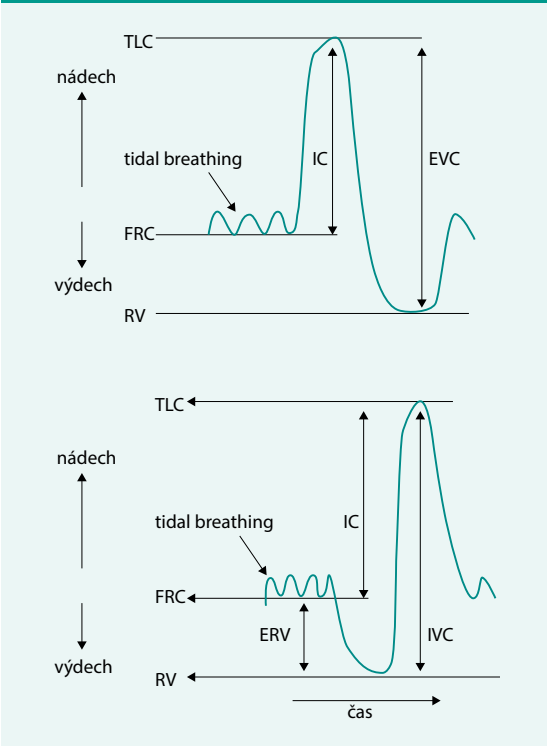
MEF – maximální výdechové průtoky na různých úrovních FVC
MIF₅₀ – střední nádechový průtok v úrovni 50 % nadechnuté FVC

Přehled parametrů

Přehled měřených parametrů přináší následující tabulka:

zkratka	parametr	anglický termín
DF	dechová frekvence klidová – počet dechů za 1 min	respiratory rate
ERV	expirační rezervní objem – množství vzduchu, které je možné vydechnout po normálním výdechu (z úrovně FRC)	expiratory reserve volume
EVC	vitální kapacita výdechu	expiratory vital capacity
FEF	usilovné výdechové průtoky na různých úrovních již vydechnuté FVC (FEF ₂₅ , FEF ₅₀ , FEF ₇₅) a vztahy jsou k expirovanému objemu (dle ATS) (graf 1)	forced expiratory flow
FET	čas trvání usilovného výdechu	forced expiratory time
FEV ₁	objem vzduchu vydechnutý s největším úsilím za 1. sekundu po maximálním nádechu standardní odchylka při opakovaných měřeních je od 60 do 270 ml, průměrně 183 ml	forced expiratory volume
FEV ₁ % SVC (VC _{max})	FEV ₁ % FVC vyjadřuje poměr FEV ₁ k nejvyšší dosažené hodnotě VC _{max} (SVC) či FVC v procentech	
FVC	usilovná vitální kapacita – maximální objem vzduchu, který lze po maximálním nádechu prudce vydechnout při maximálním usilovném výdechu	forced vital capacity
IVC	vitální kapacita nádechu	inspiratory vital capacity
IRV	inspirační rezervní objem – množství vzduchu, které je možné nadechnout po normálním klidném nádechu	inspiratory reserve volume
MEF	maximální výdechové průtoky na různých úrovních FVC, kterou je ještě třeba vydechnout, nejčastěji se určují průtoky na 75 %, 50 %, 25 % FVC (MEF ₇₅ , MEF ₅₀ , MEF ₂₅) a vztahy jsou k inspirovanému objemu (dle ECSC – European Coal and Steel Community)	maximal expiratory flow
MV	minutová ventilace – součet dechových objemů při klidném dýchání za 1 min	minute volume
MVV	maximální usilovná ventilace, maximální objem vzduchu, který může být proventilován plicemi za 1 min při maximálním úsilí (obvykle se vyšetřuje během 12 s)	maximum voluntary ventilation
PEF	vrcholový výdechový průtok – nejvyšší průtok na vrcholu usilovného výdechu měřený za 0,1 s, vysoce závislý na úsilí	peak expiratory flow
PEF	vrcholový výdechový průtok – nejvyšší průtok na vrcholu usilovného výdechu měřený za 0,1 s, vysoce závislý na úsilí	peak expiratory flow
(S)VC	vitální kapacita – maximální objem vzduchu, který lze po maximálním nádechu vydechnout (VC _{exp} , EVC) nebo po maximálním výdechu nadechnout (VC _{insp} , IVC) při pomalém, neusilovném manévru (schéma 2)	(slow) vital capacity EVC – expiratory vital capacity IVC – inspiratory vital capacity
Vt	dechový objem – objem vzduchu vdechnutý nebo vydechnutý jedním normálním vdechem nebo výdechem	tidal volume

Obr. 2. Znázornění manévru klidové expirační a inspirační vitální kapacity



ERV – expirační rezervní objem EVC – expirační vitální kapacita FRC – funkční reziduální kapacita IVC – inspirační vitální kapacita RV – reziduální objem TLC – totální plicní kapacita

Kvantitativní posouzení parametrů určí stupeň obstrukční poruchy a podezření na poruchu restrikční.

Při zjištění ventilační poruchy je vhodné provést bronchodilatační test a případně došetřit nepřímo měřitelné objemy k upřesnění typu patologického nálezu bodypletyzmozograficky.

Spirometricky totiž nezjistíme velikost nepřímo měřitelných objemů.

Nepřímo měřitelné objemy a kapacity, které spirometrem nezjistíme (obr. 4):

RV – reziduální objem – objem vzduchu, který zbývá v plicích po maximálním výdechu

FRC – funkční reziduální kapacita – množství vzduchu v litrech (l), které po normálním výdechu zůstává v plicích; je to součet expiračního rezervního objemu (ERV) viz níže a RV

TLC – totální plicní kapacita – celkový objem vzduchu v hrudníku po maximálním nádechu

Standardizace spirometrie

Odpovídající přístrojové vybavení dle doporučení Americké hrudní společnosti a Evropské respirační společnosti (ATS – American thoracic society/ERS – European respiratory society) je vždy plně v odpovědnosti konkrétní funkční laboratoře.

K měření lze použít pouze spirometr splňující kritéria ATS/ERS: schopnost měřit výdech déle než 15 s a objem > 8 l s přesností $\pm 3\%$ nebo $\pm 0,05$ l v rozmezí průtoku 0–14 l/s. Celkový odpor proudění vzduchu při průtoku 14 l/s musí být < 1,5 cm H₂O/l/s (0,15 kPa/l/s).

Přístroje (jejich hardwarová i softwarová výbava, včetně ev. aktualizace) musí být pravidelně kontrolovány, záznamy o všech kalibracích je třeba zapisovat do provozní knihy přístroje (tzv. logbook).

Ke spirometrii potřebujeme rovněž nosní klipy, náustky nebo antibakteriální filtry, váhu a výškoměr, teploměr okolní teploty, barometr a vlhkoměr, 3litrovou kalibrační pumpu.

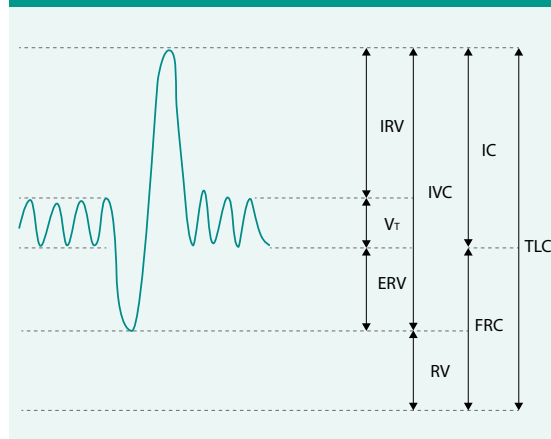
Kalibrace přístroje

Kalibrace je prováděna v doporučených intervalech: objemovou kalibrací 3litrovou pumpou 1krát denně (a vždy po výměně pneumotachografu), kontrola průtokové linearity 1krát týdně (určí přesnost naměřených objemů na různých úrovních průtoku), zkouška těsnosti (3 cm H₂O po dobu 1 min) – podle doporučení výrobce, kontrola objemové linearity čtvrtletně, kontrola časové přesnosti obvykle dle doporučení výrobce. Kalibrovat je třeba také kalibrační pumpu, a to 1krát ročně. Jednou ročně je nutné provést kontrolu přístroje servisním technikem.

Teplotu okolního vzduchu, barometrický tlak a vlhkost (neměří-li přístroj automaticky) je nutné zadat minimálně 1krát denně (a vždy při změně okolních podmínek, např. oteplení v místnosti během dne).

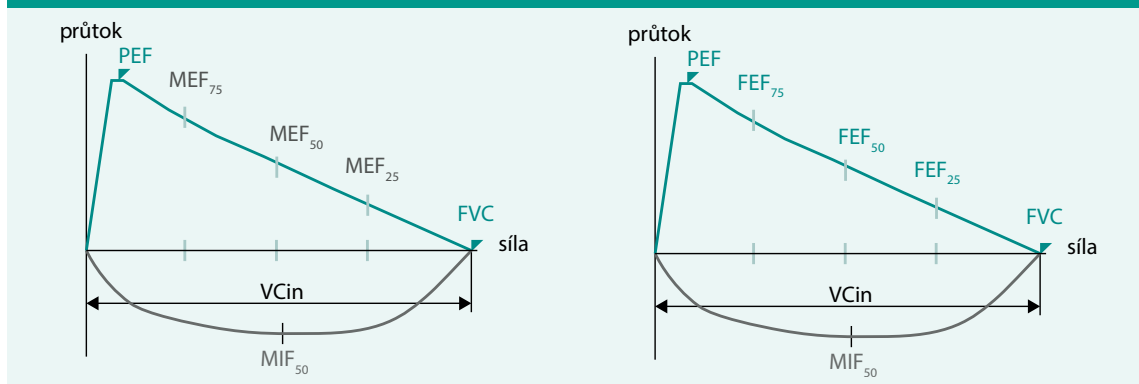
Obr. 4. Plicní objemy a kapacity se znázorněním nepřímo měřitelných objemů.

Upraveno podle [7]



ERV – expirační rezervní objem FRC – funkční reziduální kapacita
IRV – inspirační rezervní objem IVC – inspirační vitální kapacita
RV – reziduální objem TLC – totální plicní kapacita Vt – dechový objem

Obr. 3. Znázornění usilovných výdechových průtoků dle ECCS a ATS. Upraveno podle [8]



A_{ex} – plocha pod výdechovou částí křivky průtok-objem FVC – usilovná vitální kapacita FEF₂₅₋₇₅ – usilovný výdechový průtok MEF₂₅₋₇₅ – maximální výdechový průtok MIF₅₀ – střední nádechový průtok v úrovni 50 % nadechnuté FVC PIF – maximální průtok dosažený na vrcholu usilovného nádechu VCin – nádechová vitální kapacita

Dezinfekce

Všechny části spirometru, které přicházejí do kontaktu s vydechaným vzduchem vyšetřovaného, dezinfikujeme podle doporučení Sekce patofyziologie dýchání České pneumologické a ftizeologické společnosti České lékařské společnosti J. E. Purkyně (www.pneumologie.cz), případně podle doporučení výrobce. Dezinfekční režimy stanovují podmínky pro různá měření v závislosti na použitém typu pneumotachografu (jednorázový nebo pro opakované použití), případně bakteriálního filtru.

Příprava pacienta

Před vyšetřením je pacient v klidu (alespoň 15 min), bez expozice cigaretovému kouři, chladu, agresivním pachům či vůním (1 hod). Neměl by být po náročném jídle nebo v těsném oblečení. Vlastní spirometrie se provádí vsedě, jiná poloha (ve stoje, v leže) musí být uvedena v poznámce u výsledku. Před provedením spirometrie je nutné vždy změřit výšku a hmotnost, zkontrolovat věk a pohlaví (občasné chyby v zadávaných datech). Není-li možné měřit výšku (např. pacienti na vozíku), měříme rozpětí paží. Užívá-li pacient léky ovlivňující dýchání, je vhodné je uvést a podle cíle testu pak buď ponechat či v dostatečném odstupu vysadit (poučení před vyšetřením).

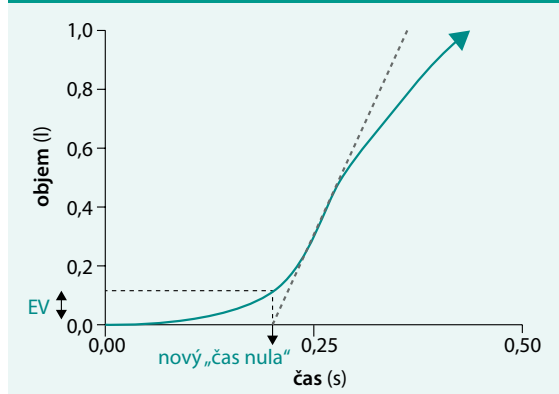
Pacient musí být před testem poučen o prováděných manévrech, musí sedět pohodlně s podloženými horními končetinami, nosním klipem a dobře těsnícím náustkem či filtrem s náustkem. Umělý chrup obvykle neodstraňujeme.

Akceptovatelnost vyšetření

Akceptovatelnost provedeného vyšetření je pak hodnocena podle následujících parametrů:

Obr. 5. Zvětšená část počáteční fáze grafu objem/čas na spirogramu představuje zpětnou extrapolaci nejprudší části křivky, průtok je PEF, k určení nového „času nula“.

FVC = 4,291 l, zpětně extrapolovaný objem (EV) = 0,123 l (2,9 %), linie zpětné extrapolace znázorněna čárkovaně



- zpětně extrapolovaný objem (EV) musí být $< 5\%$ FVC nebo < 150 ml (podle toho, které vyjádření parametru je větší), **obr. 5**
- PEF musí být dosaženo do 120 ms od zahájení usilovného výdechu
- provedení manévru musí být s dobrým úsilím, křivka bez artefaktů
- čas výdechu (FET) musí být alespoň 6 s (dětí do 10 let 3 s, mladé ženy mohou mít někdy čas výdechu kratší než 6 s, pacienti s obstrukcí naopak delší 10 a více s), případně je minimální doba výdechu určena změnou objemu menší než 25 ml po dobu delší než 1 s (tj. když vyšetřovaný není již schopen pokračovat ve výdechu)

Usilovné dechové manévry se provádějí alespoň 3krát. Při špatném provedení či velkém rozdílu mezi nejlepšími hodnotami FVC či FEV_1 provádíme manévry vícekrát (maximální přípustná variabilita každého z obou parametrů je 150 ml, při FVC < 1 litru 100 ml). Minimálně 2 manévry musí splnit uvedené kritéria). Doporučeno je provedení maximálně 8 dechových manévru, přičemž interval mezi jednotlivými manévry by měl být alespoň 1 min, optimálně 2 min. Ukončit vyšetření lze při neschopnosti vyšetřovaného provést další test.

Vyšetření přímo měřitelných statických manévru (SVC, IC, IVC, EC, EVC) je lépe provádět samostatným měřením klidových manévru. V praxi, pro urychlení, je často po několika klidných deších proveden manévru klidové EVC těsně před usilovným manévrem sestávajícím z maximálního usilovného nádechu a maximálního usilovného výdechu FVC. K relevantnímu hodnocení IVC či EVC je nutné, aby manévru předcházelo alespoň 5 klidových dechových cyklů se stabilní polohou klidného výdechu a s minimální variabilitou V_T .

Není-li pacient schopen reprodukovatelných výsledků vyšetření, je nutné poznamenat důvod do protokolu a indikovat doplňující vyšetření (např. bronchodilatační test, impulzní oscilometrii, bodypletyzmografii) k upřesnění typu a tíže ventilační poruchy [5].

Hodnocení

Při odečítání hodnot dynamických ventilačních parametrů jsou hodnoceny nejvyšší hodnoty FVC a FEV_1 . Ostatní parametry se odečítají z pokusu, v němž bylo dosaženo nejvyššího součtu hodnot FVC a FEV_1 . Z klidových ventilačních parametrů se používá vyšší z alespoň 2 reprodukovatelných hodnot VC a IC. Hodnocení musí zahrnovat grafické záznamy měření. Na grafu nesmí být artefakty (**obr. 6 a 7**).

Parametrem, který významným způsobem určuje typ ventilační poruchy, je poměr FEV_1/SVC (VC_{max}). I při vyšetření zdravého jedince měříme SVC o několik ml větší než FVC. Tento rozdíl se zvyšuje s tíží obstrukční ventilační poruchy, při níž usilovný manévru vyvolá kolaps periferních dýchacích cest a FVC je pak výrazně nižší než SVC. Z uvedeného vyplývá, že použití poměru FEV_1/FVC podhodnocuje tíži obstrukční ventilační poruchy (nižší celkový vydechnutý objem při usilovném

manévru, a tudíž vyšší poměr) i když v literatuře je FEV_1/FVC často používán.

Je také třeba si uvědomit, že samotný parametr FEV_1/FVC o tíži obstrukce nevypovídá přesně. Pro příklad: bude-li FVC 1 litr, FEV_1 0,5 litru a FEV_1/FVC 50 %, po dilataci získáme FVC 2 litry, FEV_1 0,9 litrů a poměr FEV_1/FVC bude 45 %. V tomto případě i přes výrazné zlepšení obou měřených parametrů dojde k poklesu jejich poměru. Je tedy vhodné pohlížet na parametry a tvar křivky komplexně (tab. 1).

U rovnoměrného poklesu FEV_1 a VC_{max} (SVC) lze konstatovat pouze pokles vitální kapacity a doporučit stanovení přítomnosti restriktivní ventilační poruchy měřením nepřímo měřitelných statických parametrů (TLC, FRC, RV) bodypletyzmozograficky – viz výše.

Pokles $FEV_1/SVC < 80$ % NH (náležitých hodnot) či pod LLN (low limit of normal) – viz níže, obvykle značí obstrukční ventilační poruchu, jednoznačně pak při současném poklesu $FEV_1 < 80$ % NH či < LLN. Hodnocení tíže obstrukční

ventilační poruchy určí nižší z aktuálních hodnot FEV_1 nebo FEV_1/SVC .

Při hodnocení obstrukční ventilační poruchy je žádoucí uvést aktuální hodnotu SVC (VC_{max}). Obstrukci na úrovni periferních dýchacích cest popisujeme při poklesu parametrů MEF_{50} a MEF_{75} či FEF_{50} a FEF_{75} (< 80 % NH či < LLN), takové hodnocení je možné pouze v případě, pokud je $FEV_1 > 80$ % NH či > LLN.

Při opakovaném měření u pacientů s hodnotami FEV_1 a/nebo SVC (VC_{max}) nad hranicí 80 % NH či nad LLN (s nebo bez poměru FEV_1/SVC pod 80 % NH či pod LLN) je klinicky přínosnější srovnání aktuálních hodnot s nej-

Tab. 1. Hodnocení tíže obstrukční ventilační poruchy podle FEV_1 a FEV_1/SVC

lehká	FEV_1 80–60 % NH nebo < LLN a/nebo FEV_1/SVC 80–60 % nebo < LLN
středně těžká	FEV_1 59–45 % NH a/nebo $FEV_1/SVC < 60$ %
těžká	$FEV_1 < 45$ % a/nebo $FEV_1/SVC < 45$ %

Obr. 6. Příčiny artefaktů na křivce průtok objem

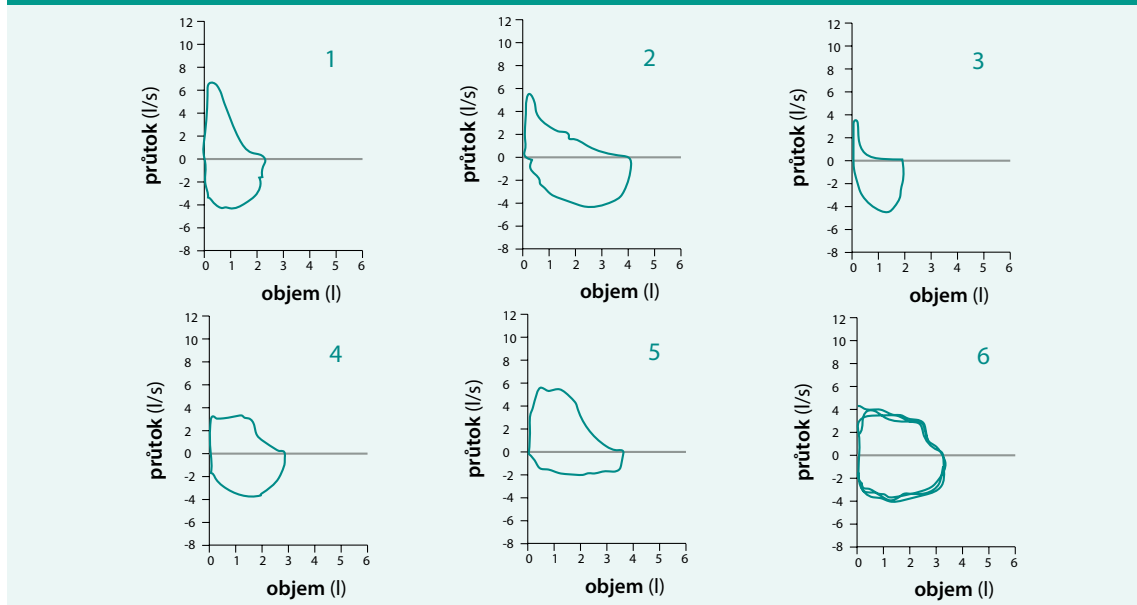


- 1 – přijatelné úsilí 2 – předčasné ukončení manévru či uzavěr glottis
3 – nedostatečné úsilí 4 – kašel 5 – pomalý start výdechu 6 – nedostatečný nádech 7 – uzavěr náustku jazykem

Tab. 2. Hodnocení tíže restriktivní ventilační poruchy podle SVC (VC_{max}) při známé TLC

lehká	SVC (TLC) 80–60 % NH nebo < LLN
středně těžká	SVC (TLC) 60–45 % NH
těžká	SVC (TLC) < 45 % NH

Obr. 7. Příklady tvarů křivek průtok-objem. Upraveno podle [6]



- 1 – normální křivka průtok objem s terminálním prohnutím expirační části, které může být způsobeno věkem 2 – obstrukční tvar křivky, který může být u pacienta s astma bronchiale (AB) 3 – těžké omezení výdechového průtoku se sníženým vydechnutým objemem (nejspíše při hyperinflaci), často u pacientů s chronickou obstrukční plicní nemocí (CHOPN) 4 – variabilní intratorakální obstrukce v horních dýchacích cestách (např. polyp) 5 – variabilní extratorakální obstrukce v horních dýchacích cestách (např. paréza hlasivky) 6 – fixovaná obstrukce v horních dýchacích cestách potvrzena 3 stejnými manévry (např. tumor laryngu)

lepšími osobními hodnotami pacienta než s populační normou. Osobní nejlepší hodnoty mohou být získány opakovaným vyšetřením v čase, po bronchodilatačním testu inhalačním β_2 -mimetikem či anticholinergikem či 2týdenním nárazu systémovými kortikosteroidy (prednison 20 mg/den nebo ekvivalentu), **tab. 2, [1,5,6]**.

Nové referenční hodnoty některých spirometrických parametrů stanovených GLI (Global Lung Initiative), vzniklé pod patronací ERS, a stanovení nových hranic mezi normálním a abnormálním výsledkem testu nahrazují původní ESCS (European Coal and Seel Community) normy a jsou obvykle součástí aktualizace softwarového vybavení novějších spirometrů. Díky těmto hodnotám dochází k aktualizaci normálních hodnot (NH) podle měnících se antropometrických parametrů obyvatel, včetně zastoupení různých ras. Přínosem jsou také normy kontinuální od dětského do seniorského věku (nechybí normy pro adolescenty). Zabráňují tedy záměně normálních hodnot za abnormální pouhým překročením hranice dospělosti jedince.

Změnou je také způsob určování hranice mezi normálními a abnormálními výsledky vyšetření plicních funkcí. Dosud stále používané limity pro normální hodnoty (NH) 80–120 % referenčních hodnot neberou v úvahu přirozenou variabilitu parametrů v populaci, ve které se referenční hodnoty stanovují. Limity 80–120 % jsou určeny arbitrárně, neodráží skutečné rozmezí normálních hodnot a měly by být v budoucnu opuštěny. Parametry plicních funkcí odpovídají ve zdravé populaci Gaussovu normálnímu rozložení, přičemž tvar (šířka) Gaussovy křivky odpovídá právě variabilitě příslušného parametru. Odchyly od referenční hodnoty se vyjadřují počtem směrodatných odchylek (SD – standard deviation). Počet směrodatných odchylek, o které se výsledek testu liší od referenční hodnoty, se nejčastěji označuje jako z-skóre. Pro dosažení optimální senzitivity a specifity testu byla zvolena hranice, kterou splňuje 90 % zdravé populace. Tato hranice odpovídá rozmezí -1,65 až +1,65 SD. Většina parametrů plicních funkcí je abnormální pouze jedním směrem (snížení hodnoty), a proto ve skutečnosti tento limit zahrnuje 95 % jedinců zdravé populace (**obr. 8**) [4].

Stanovení limitů normy (dolní – low limit normy – LLN, horní – upper limit normy – ULN) je tedy jako způsob roz-

lišení normálního výsledku od abnormálního upřednostňováno. Dosud však nepanuje shoda v tom, zda se má počtem směrodatných odchylek hodnotit i tíže poruchy. Po přechodné období bychom měli používat hodnocení tíže poruchy oběma způsoby. Je zjevné, že tyto dva způsoby spolu často nebudou korespondovat. Původní limity rozdělují 3 úrovně tíže poruchy oddělené hranicemi 80 %, 60 %, 45 % (resp. 40 %) a označené jako lehká, středně těžká, těžká porucha. Použití počtu SD jako hranic pro hodnocení tíže jednotlivých stupňů poruchy je možné doplnit o slovní vyjádření tíže od velmi lehké poruchy až po těžkou.

Závěr

Spirometrie je základním funkčním testem plic. Je užívána k diagnostice ventilační poruchy, její reverzibilitě, reakci na terapii, posouzení vývoje plicní funkce v průběhu choroby a k farmakodynamickým testům. Spolehlivě identifikuje obstrukční poruchu a případné snížení plicních objemů a kapacit s podezřením na obstrukční poruchu či hyperinflaci. Správné provedení je závislé na osobním nasazení erudované sestry či technika, kteří vyšetření provádějí, a poučeném spolupracujícím pacientovi. Správné hodnocení, interpretace a vyvození léčebných konsekvencí je pak na zodpovědném lékaři.

Literatura

1. Chlumský J, Fišerová J, Kociánová J et al. Doporučený postup pro interpretaci základních vyšetření plicních funkcí, aktualizace 2016. Sekce patofyziologie dýchání ČPFS. Dostupné z WWW: <www.pneumologie.cz>.
2. Fišerová J, Chlumský J, Satinská J (eds). Funkční vyšetření plic. 2. ed. GEUM: Praha 2004. ISBN 80–86256–38–3.
3. Křišťůfek P, Matula B. Funkcia dýchania v klinickej praxi. 3.ed. Herba: Bratislava 2015. ISBN 978–80–89631–41–4.
4. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ et al. [ERS Global Lung Function Initiative]. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95 yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J* 2012; 40(6): 1324–1343. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00080312>.
5. Miller M, Hankinson J, Brusasco V et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26(2): 319–338.
6. Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V et al. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J* 2005; 26(5): 948–968.
7. Wanger J, Clausen JL, Diate A et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J* 2005; 26(3): 511–522.
8. CareFusion (Viasys) Appl_Note #4 MEF and FEF, Update: 21.07.04-HE

prim. MUDr. Jana Kociánová

✉ satinskajana@seznam.cz

Plicní oddělení, MephaCentrum, a.s., Ostrava Poruba

www.mephacentrum.cz

Doručeno do redakce 20. 8. 2017

Přijato po recenzi 26. 9. 2017

Obr. 8. Vztah Z-skóre a percentilů

