

# Informačný bulletin

pomáhame zlepšovať zdravotnú starostlivosť

3/2013

## Význam vyšetrení pľúcnych funkcií

### - prínos bodypletyzmozografie k diferenciálnej diagnostike

Vyšetrenie pľúcnych funkcií má nenahraditeľné miesto v diferenciálnej diagnostike predovšetkým pľúcnych ochorení.

Funkčné vyšetrenie pľúc nemôže samo o sebe stanoviť diagnózu, vždy je nevyhnutná dokonalá anamnéza, fyzikálne vyšetrenie a zhodnotenie výsledkov ďalších vyšetrovacích metód.

Pokiaľ je naše dýchanie v poriadku a bez porúch, vôbec si ho neuvedomujeme. Nádyh a výdyh sa neustále striedajú v pravidelných intervaloch počas dňa aj noci - teda počas bdenia aj počas spánku - celý život. Iba pri fyzickej záťaži, pri postihnutí dýchacích ciest zápalom, pri zhoršení prechodu vzduchu či už nosom alebo pri zúžení či opuchu hrtana, pri opuchu sliznice priedušiek alebo stiahnutí hladkých svalov v stene priedušiek, pri zápale pľúc, či pri nádore - sa človek dostáva do stavu dychovej nedostatočnosti a dýchanie si začne uvedomovať.

Človek môže bez jedla vydržať niekoľko týždňov, bez vody niekoľko dní, ale bez vzduchu iba niekoľko minút. Jeho život je závislý od dodávky kyslíka z okolitého vzduchu do buniek celého organizmu a od uvoľňovania oxidu uhličitého z tela do okolia.

*Celý proces výmeny plynov medzi bunkami a vonkajším prostredím nazývame dýchanie alebo respirácia.*

### Respirácia prebieha v troch stupňoch:

1., *pľúcna respirácia* - výmena dýchacích plynov medzi okolím a pľúcami,

2., *cirkulácia* - prenos dýchacích plynov krvou z pľúc do tkanív,

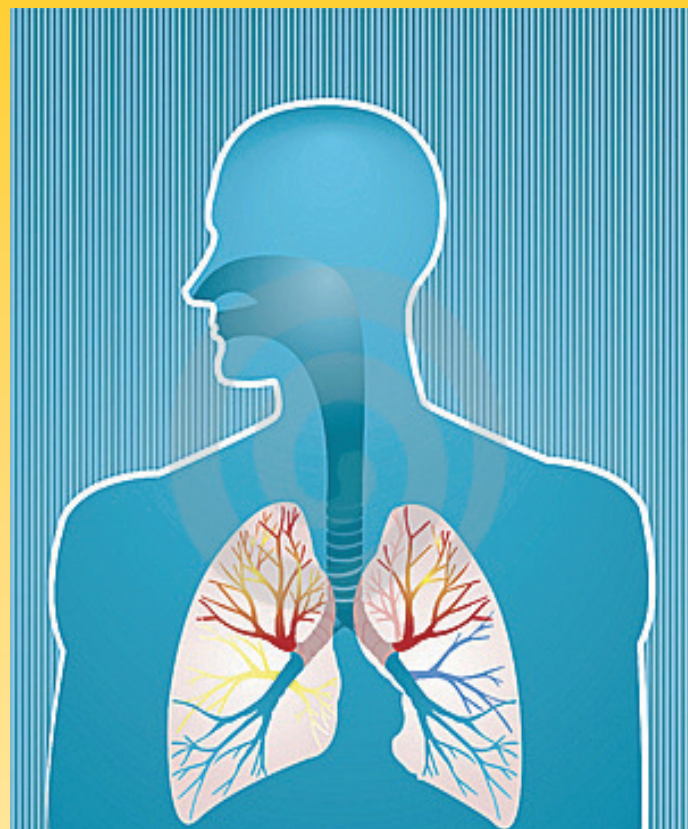
### V čísle 3/2013

1. Význam vyšetrení pľúcnych funkcií
2. Moderná diagnostika astmy

*3., tkanivová respirácia* - výmena dýchacích plynov v tkanive (využitie kyslíka, tvorba oxidu uhličitého)

*Jednotlivé pochody pľúcnej respirácie na seba nadväzujú a navzájom sa ovplyvňujú. Zlyhanie ktoréhokoľvek z nich zapríčiňuje poruchu respirácie.*

Poruchami dýchania trpia vo svete milióny ľudí v akútnej, krátkodobej podobe alebo častejšie ako opakujúce sa chronické choroby. A tak ako si meriame krvný tlak, krvný cukor, cholesterol, môžeme si zmerať aj naše dýchanie, funkcie pľúc. Meranie funkcie pľúc môžeme previesť v klúde, pri alebo po fyzickej záťaži. Môžeme sa presvedčiť, ako človek reaguje v práci na telesnú záťaž, ako reaguje na



záťaž športovec alebo napríklad astmatik či človek s CHOCHP. Zníženie množstva vydychovaného vzduchu prezradí, že niečo nie je s našim dychom v poriadku. Zadýchavanie sa po behu alebo pri stúpaní do schodov, môže mať príčinu v poruche nášho srdcového systému alebo nám niektorá zo základných metód funkčného vyšetrenia, či niektorá zo špecializovaných funkčných metód ukážu, že je spôsobené zúžením dýchacích ciest.

## Vyšetrenie pľúcnych funkcií je indikované z nasledujúcich dôvodov:

- **stanovenie diagnózy** (včasná diagnostika počínajúcej obštrukčnej ventilačnej poruchy - bez subjektívnych ťažkostí u pacienta, pri postihnutí pľúcneho interstícia odchýlky vo funkčnom vyšetrení často predchádzajú zmenám na skiagrame hrudníka, sú indikované pri diferenciálnej diagnostike kašľa, dýchavice, ťažoby na hrudníku, abnormálnom posluchovom, či rtg náleze)

- **monitorovanie liečby**

- **stanovenie priebehu a prognózy ochorení** (sledovanie dynamiky pľúcnych funkcií je dôležitým prognostickým ukazovateľom u väčšiny pľúcnych ochorení)

- **predoperačné vyšetrenia** (predovšetkým pacienti s pľúcny ochorením pred operáciami hrudníka, ale aj pred rozsiahlymi operáciami v dutine brušnej alebo pred kardiochirurgickými výkonmi)

- **posudkové účely**

- **preventívne účely**

- **výskumné účely** (vyšetrenie pľúcnych funkcií je štandardnou súčasťou klinických štúdií pri overovaní nových metód funkčného vyšetrenia pľúc a ich zavádzaní do praxe).

### Funkčné vyšetrenie pľúc môžeme zhruba rozdeliť

- na meranie hodnôt pľúcnych objemov a kapacít,
- mechaniky dýchania,
- ventilácie, distribúcie,
- difúzie, perfúzie
- na vyšetrenie krvných plynov s acidobázickou rovnováhou.

Pľúcne objemy delíme na statické a dynamické. Pri statických pľúcnych objemoch nie je na rozdiel od dynamických objemov sledovaný vzťah k času. Dynamické objemy sú merané v priebehu úsilného alebo rýchleho dýchania.



## Metódy funkčného vyšetrenia pľúc.

Poznáme niekoľko skupín metód funkčného vyšetrenia pľúc:

### - základné - vyhl'adávacie - screeningové metódy:

meranie PEF (vrcholový výdychový prietok) a jeho variability, orientačná spirometria (FVC, FEV1, FEV1/FVC %) a pulzná oxymetria. Pokiaľ je pri uvedených vyšetreniach zistená patológia je indikované podrobnejšie vyšetrenie

### - základné - rozšírené metódy:

spirometria - krivka prietok objem, rhinomanometria, bronchodilatačné a bronchokonstrikčné testy, 6-MWT

### - špecializované metódy:

odpory v dýchacích cestách (*celotelový pletyzmograf*, uzáverová alebo oscilačná metóda), *nepriamo merateľné statické ventilačné parametre (pletyzmograficky*, dilučná a vyplavovacia metóda), difúzna pľúcna kapacita pre CO (transfer faktor), pľúcna poddajnosť, vyšetrenie funkcie dýchacích svalov, krvné plyny a acidobázická rovnováha, spiroergometria, vyšetrenie pľúcnej cirkulácie, vyšetrenie v spánkovom laboratóriu.

Najrozšírenejším vyšetrením funkcie pľúc - pre pomerne nenáročnú metodiku a použitie relatívne jednoduchých tzv. polouzavretých prístrojov, ktoré merajú len zmeny objemu pri výdychu - je **meranie hodnôt úsilného výdychu**. Objem úsilného výdychu za prvú sekundu (FEV1) je objem vzduchu v litroch, ktorý vyšetovaná osoba vydýchne za prvú sekundu úsilného výdychu po maximálnom vdychu. Vyšetrený výdychový objem sa vyjadruje často ako percento z vyšetrenej vitálnej kapacity (FEV1/FVC%) a nazýva sa **Tiffaunov index**.

**Vitálna kapacita (VC)** je zmena objemu vzduchu v pľúcach, ktorú meriame medzi úrovňou maximálneho vdychu a maximálneho výdychu. Rozlišujeme inspiračnú vitálnu kapacitu (IVC) a expiračnú vitálnu kapacitu (EVC).

**Maximálny prietok v strednej časti výdychu (FME, MME, FEF 25-75)** je priemerný výdychový prietok v litroch za sekundu, vyšetrený v rozmedzí 25% až 75% úsilnej vitálnej kapacity. *Hodnoty získané pri meraní úsilného výdychu nám pomáhajú aj pri základnom orientačnom rozlíšení obštrukčného a reštrikčného typu ventilačnej poruchy.*

**Meraním vrcholového výdychového prietoku (PEF)** = najväčší dosiahnutý prietok pri úsilnom výdychu z úrovne maximálneho vdychu, vyjadrený v litroch za sekundu, získame hodnotu, ktorá nás informuje *o priechodnosti dýchacích ciest, o sile výdychového svalstva, o námahe vynaloženej na výdych.*

**Vyšetrenie pľúcnych objemov a kapacít** poskytuje informáciu o "rozmeroch" pľúc a systéme pľúca – hrudník. *Niektoré z pľúcnych objemov a kapacít môžeme vyšetriť a zaznamenať priamo pri dýchaní do prístroja* (dychový objem, rezervné objemy, vitálna kapacita).

Priame merania objemov a kapacít robíme najčastejšie na spirometri.

*O ďalších hodnotách* (reziduálny objem, funkčná reziduálna kapacita, celková pľúcna kapacita) **sa informujeme nepriamym spôsobom - zriedením plynov so známou koncentráciou (dusíková a héliová metóda) alebo vyšetrením celkového množstva stlačiteľného plynu v hrudníku (pletyzmografická metóda).**

Všetky objemy a kapacity vyjadrujeme v litroch za štandardných podmienok (BTPS).

## Priame merania:

**Dychový objem** - je objem vzduchu, ktorý vyšetovaná osoba vdýchne alebo vydýchne pri pokojnom dýchaní.

**Inspiračný rezervný objem (IRV)** je objem vzduchu, ktorý ešte môže vyšetovaná osoba vdýchnuť od konca pokojného vdychu. Súčet dychového objemu a inspiračného rezervného objemu sa nazýva inspiračná kapacita (IC)

**Expiračný rezervný objem (ERV)** je objem vzduchu, ktorý môže vyšetovaná osoba vydýchnuť od konca pokojného výdychu.

**Vitálna kapacita (VC)** - z objemov a kapacít získaných priamo pri registrácii má najväčší význam vitálna kapacita.

Táto môže byť znížená pri v dôsledku viacerých faktorov. Vo viacerých prípadoch je hlavnou príčinou jej zníženia úbytok pľúcneho tkaniva a pľúcnej elasticity (stavy po odstránení časti pľúc, stlačenie alebo prerastanie funkčného tkaniva nádorom, uzáver dýchacích ciest, zápalové procesy, výraznejšie zúženie malých dýchacích ciest, nadmerné prekrvenie pľúc, prítomnosť tekutiny v alveolárnych

priestoroch a iné). Zo zriedkavejších mimoplúcnych príčin zaznamenávame zníženie VC pri obmedzení dýchacích pohybov pľúc (deformácie hrudníka a chrbtice, zlomeniny rebier, prítomnosť tekutiny v pohrudnicovej dutine, zrasty pohrudnicových listov, obmedzenie pohybov bránice, gravidita, prítomnosť tekutiny v brušnej dutine, obrna dýchacieho svalstva a iné.)

### Nepriame merania:

pri ktorých využívame najčastejšie celotelovú pletyzmografiu (bodypletyzmografiu). Táto dovoľuje určenie vnútrohrudného objemu plynu, rovnako ako aj odhad odporu kladeného prúdiacemu vzduchu v dýchacích cestách. Princíp merania pletyzmografickou metódou je založený na Boylovom - Mariottovom zákone, ktorý hovorí, že za izotermických podmienok (stála teplota) je vzťah medzi zmenami tlaku (P) a objemu (V) konštantný. Vyšetrenie sa prevádza v bodypletyzmografickej kabíne (prakticky vzduchotesná kabína).

### Merané parametre :

- **reziduálny objem (RV)** = objem vzduchu, ktorý zostáva v pľúcach na konci maximálneho výdychu. RV získame obyčajne odčítaním expiračného rezervného objemu od funkčnej reziduálnej kapacity (FRC-ERV)

- **funkčná reziduálna kapacita (FRC)** je objem vzduchu v pľúcach na konci pokojného výdychu. Je súčtom reziduálneho objemu a expiračného rezervného objemu (RV+ERV).E

- **celková pľúcna kapacita (TLC)** – objem plynu v pľúcach na vrchole maximálneho nádychu ( $TLC=RV+IVC$ ,  $TLC=FRV+IC$ ), je určená bodom, v ktorom sa tlak vytvorený inspiračným svalstvom úplne spotrebuje na prekonanie elastickej retrakčnej sily respiračného systému. Pri CHOCHP nebýva zväčšenie TLC veľké, pretože zo zväčšujúcim sa objemom klesá sila inspiračného svalstva

- **inspiračná vitálna kapacita (IVC)** - maxi-



málny objem vzduchu, ktorý možno po maximálnom výdychu nadýchnuť.

S ňou úzko súvisí aj **inspiračná kapacita (IC)** - objem vzduchu, ktorý možno vdýchnuť po normálnom výdychu ( $IC = IRV + V_t$ ,  $IC = TLC - FRC$ ). IC je jediným parametrom získaným pri spirometrickom vyšetrení metódou slučky prietok - objem, z ktorého možno usudzovať na prítomnosť pľúcnej hyperinflácie. Pri hyperinflácii dochádza k zníženiu IC a zároveň recipročnému zvýšeniu FRC, čo sa klinicky prejaví dýchavicou a znížením tolerance záťaže. Naopak zníženie hyperinflácie zvyšuje IC, znižuje FRC a tým sa znižuje citlivosť - vnímanie námahovej dýchavice a zvyšuje sa tolerancia fyzickej záťaže. Zmena IC tiež dobre koreluje s toleranciou fyzickej záťaže.

Rovnako pri bronchodilatačných testoch je u pacienta s už dokázanou chronickou obštrukčnou chorobou pľúc (CHOCHP) hodnota IC, resp. jej postbronchodilatačné zlepšenie vhodnejším parametrom než samotná hodnota FEV1 odrážajúca hodnotu obštrukcie. Význam IC pri postihnutí pľúc zodpovedá významu ejekčnej frakcie ľavej komory pri postihnutí srdca.

**TGV** – objem plynu v hrudníku v akomkoľvek čase a na akomkoľvek stupni hrudnej kompresie meraný celotelovou pletyzmografiou.

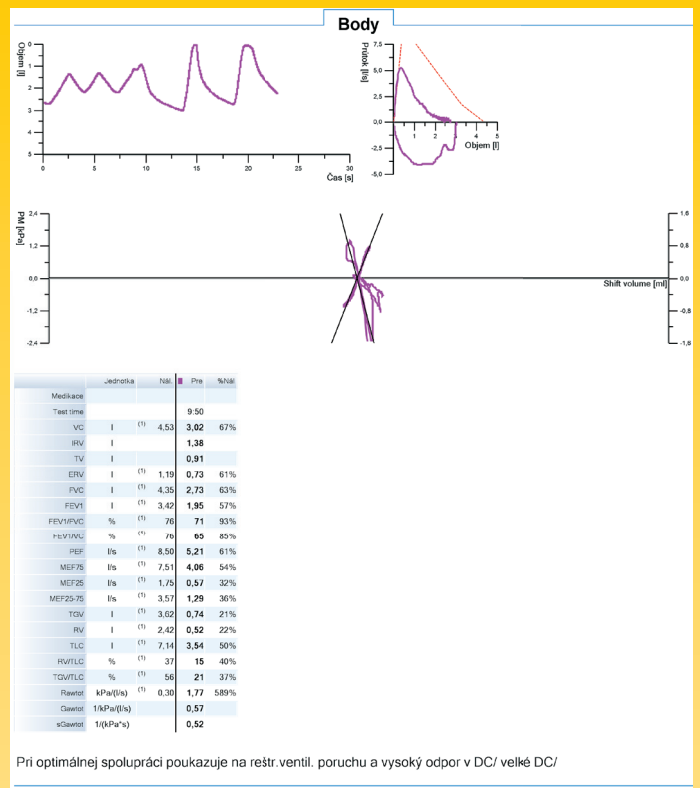
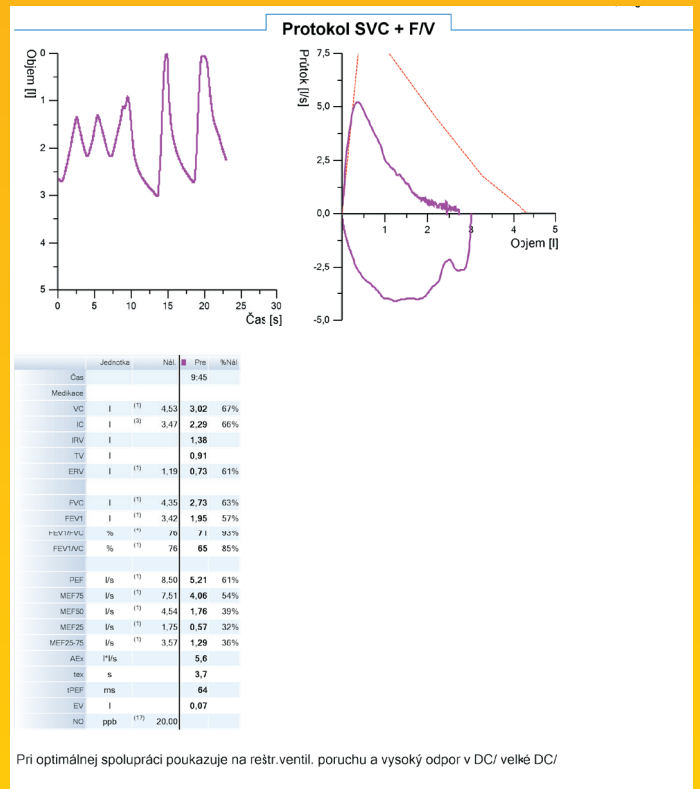
## Význam nepriamych meraní a získaných parametrov.

**Pomer inspiračnej kapacity k celkovej pľúcnej kapacite (IC/TLC) (%)** - je nezávislým prediktívnym faktorom mortality pacientov s CHOCHP. Pacienti s  $IC/TLC < 25$  majú významne väčšie a pacienti s  $IC/TLC > 25$  významne menšie riziko celkovej i respiračnej mortality.

**Zníženie TLC** je najobjektívnejším ukazovateľom reštrikčnej ventilačnej poruchy.

**Zvýšenie RV a FRC, resp. TGV** poukazuje na hyperinfláciu pľúc.

Podľa smernice na hodnotenie funkčného vyšetrenia, hovoríme o pľúcnej hyperinflácii vtedy, ak je zvýšená absolútna hodnota RV nad horný limit normy (alebo nad 150% RH) pri normálnej alebo zvýšenej absolútnej hodnote TLC (nad 80% n. h.) a pri hodnote  $RV/TLC$  % zväčšenej nad hornú hranicu normy. Termín pľúcna hyperinflácia (čiže zmena dychovej



polohy smerom inspiračným) nemôžeme zamieňať s pojmom emfyzém. Sama pľúcna hyperinflácia sa nevyskytuje iba pri emfyzéme, ale aj u pacientov s prieduškovou astmou, pri chronickom zápale priedušiek, ale aj pri ďalších ochoreniach spojených s istým stupňom obštrukčnej poruchy.

V niektorých prípadoch zistíme hyperinfláciu skôr ako obštrukčnú ventilačnú poruchu.

Zvýšenie FRC (TGV) a RV môžeme pokladať za jeden z prvých príznakov obštrukcie v dýchacích cestách.

**Celotelový pletyzmograf (bodypletyzmograf)** využívame aj pri **meraniach odporu dýchacích ciest (Raw)**. Odpor dýchacích ciest vzniká vzájomným trením molekúl prúdiaceho vzduchu a trením molekúl vzduchu o steny dýchacích ciest. Odpor dýchacích ciest je daný pomerom tlakového spádu medzi alveolami a ústami k prietoku vzduchu dýchacími cestami.

**Hodnota Raw vyšetrená celotelovým pletyzmografom umožňuje posúdiť obštrukciu dýchacích ciest pri pokojnom dýchaní.**

Nevyžaduje nijakú „spoluprácu“ s vyšetřovanou osobou, takže táto nemôže vyšetřované hodnoty významnejšie ovplyvniť. Vhodná je na posudkové účely.

Zvýšenie Raw môžu zapríčiniť viaceré funkčné poruchy pľúc, z ktorých najdôležitejšie sú:

- zhoršenie priechodnosti dýchacích ciest (hlien, cudzie teleso, stiahnutie svalstva priedušiek,

tlak z okolia dýchacích ciest ap.)

- zníženie retrakčnej sily pľúc (zhoršenie elastických vlastností pľúc)

- zvýšenie poddajnosti priedušiek (zvýšená pohotovosť ku kolapsom DC)

- zmenšenie objemu dýchacích ciest

Kvantitatívne vyjadrenie všetkých v úvode spomenutých procesov pľúcnej respirácie vyžaduje širokú škálu funkčných vyšetření pľúc. Niektoré sú jednoduché, iné vyžadujú drahé prístroje a veľké technické skúsenosti.

Pomerne veľká časť funkčných testov je podmienená aktívnou spoluprácou vyšetřovanej osoby, existujú však aj také, ktoré nie sú náročné na spoluprácu a sústredenie vyšetřovanej osoby. Ich použitie je výhodnejšie predovšetkým u osôb nervovo labilnejších a duševne zaostalých alebo u osôb, ktoré sa usilujú z rôznych príčin chorobu predstierať.

Funkčné vyšetřenia pľúc nemôžu v nijakom prípade nahradiť ostatné diagnostické vyšetřenia. Môžeme nimi len dokázať to, že určité ochorenie spôsobilo poruchu pľúcnej funkcie.

**Vyšetřenie pľúcnych funkcií zabezpečujú naše pneumologické ambulancie na Kováčskej 15 v Prešove /MUDr. Šofranko, MUDr. Kapišinská/.**

## Moderná diagnostika astmy

Vyšetřovanie podielu oxidu dusnatého vo vydychovanom vzduchu (fractional exhaled nitric oxide, FENO) sa stalo v posledných rokoch neoddeliteľnou súčasťou diagnostiky a liečby prieduškovvej astmy.

Metóda stanovenia FENO bola vyvinutá v 90-tych rokoch na švédskom inštitúte Karolinska v Štokholme. Lars Gustafsson a Kjell Alving ako prví popísali prítomnosť oxidu dusnatého (NO) vo vydychovanom vzduchu a vyšetřovali súvis jeho výskytu u pacientov so zápalovým ochorením dýchacích ciest.

Následne v roku 1997 založili firmu Aerocrine na výrobu prístroja NIOX, slúžiaceho na meranie

NO v bežnej klinickej praxi.

Ľudský organizmus syntetizuje NO z L-arginínu prostredníctvom enzýmu NO-syntetázy. Je mediátorom mnohých metabolických dejov v organizme - v neurónoch zabezpečuje prenos informácie, v leukocytoch sa uplatňuje ako antimikrobiálny toxín, v cievach pôsobí vazodilatačne.

Do dýchacích ciest je uvoľňovaný aj za fyziologických podmienok, no v prípade zápalového procesu sa zvyšuje aktivita indukčnej NO-syntetázy a tým aj tvorba NO. Preto množstvo vydýchnutého NO veľmi dobre koreluje so stupňom eozinofilného



zápalu typického pre astmu. Práve kvantifikácia zápalu je najväčšou devízou metódy FENO, pretože doteraz bola možná len invazívnymi postupmi, akými sú biopsia bronchiálneho stromu alebo bronchoalveolárna laváž.

Štandardná diagnostika astmy bola donedávna založená na rozpoznaní klinických symptómov a na vyšetrení ventilačných parametrov pomocou spirometrie. Meranie FENO však umožňuje vyšetovať skutočný patofyziologický korelát astmy – prebiehajúci eozinofilný zápal, a to už v skorom štádiu choroby, pred poruchou ventilačných parametrov a pred objavením sa klinických príznakov. Využíva sa teda pri stanovení diagnózy, predpovedá citlivosť na inhalačné kortikosteroidy (ICS), slúži na monitorovanie účinnosti liečby, ako aj adherencie pacienta k liečbe.

Stanovenie FENO sa stalo všeobecne uznávanou a schválenou diagnostickou metódou amerických aj európskych respirologických spoločností. Hodnota FENO sa vyjadruje v jednotkách ppb (parts per billion, t.j.  $1/10^9$ ). Výsledok je ovplyvnený pohlavím, výškou, fajčením, súbežnou alergickou rinitídou či

respiračnou infekciou, preto sa horná hranica normy uvádza v relácii vyššie uvedených faktorov.

Falošne pozitívne výsledky môže spôsobiť recentná vírusová respiračná infekcia, alergická rinitída a konzumácia stravy bohatej na dusičnany.



Naopak falošná negativita hrozí pri vyšetrovaní po opakovanej spirometrii, po väčšej fyzickej námahe, po fajčení alebo pri bronchokonstrikcii z iných príčin.

Výhodami prístroja NIOX je jednoduchosť, rýchlosť a dobrá reprodukovateľnosť vyšetrenia. Nenáročnú techniku prevedenia zvládnu aj malé deti a výsledok je známy v priebehu niekoľkých sekúnd. Špeciálna príprava pacienta nie je nutná, treba dodržať len nasledujúce pokyny: 2 hodiny pred vyšetrením nejesť a nepiť, neužívať žuvačku ani cukríky, nefajčiť a necvičiť, 24 až 48 hodín pred vyšetrením neužívať

protizápalové lieky, predovšetkým ICS.

Kontraindikáciou vyšetrenia je zlý klinický stav pacienta a neschopnosť spolupráce.

Keďže toho času stanovenie FENO nie je hrazené zmluvnými zdravotnými poisťovňami v SR, hradí ho pacient, jeho aktuálna cena je 15 Eur.

**Vyšetovanie podielu oxidu dusnatého vo vydychovanom vzduchu zabezpečujú naše imunoalergologické ambulancie na Vajanského 1 v Prešove.**

1 Fajčili ste pravidelne v ostatných 4. týždňoch?	Nefajčiar								
	Bez infekcie		Infekcia						
	Bez alergie	Alergia	Bez alergie	Alergia					
2 Infekcia dých. ciest v ostatných 4. týždňoch?									
3 Známa alergická rinitída?									
4 Výška	155 cm	15	22	18	28				
	160 cm	16	18	24	28	19	23	29	34
	165 cm	17	20	25	29	21	24	31	36
	170 cm	18	21	26	31	22	25	32	38
	175 cm	19	22	28	32	23	27	34	40
	180 cm	20	23	29	34	24		36	42
	185 cm	21	24	31	36	25	30	38	45
	190 cm	22	25	32	38	27	31	40	47
	195 cm		27	40		33		50	

**ŽENA**

**MUŽ**

1 Fajčili ste pravidelne v ostatných 4. týždňoch?	Fajčiar								
	Bez infekcie		Infekcia						
	Bez alergie	Alergia	Bez alergie	Alergia					
2 Infekcia dých. ciest v ostatných 4. týždňoch?									
3 Známa alergická rinitída?									
4 Výška	155 cm	9	14	12	17				
	160 cm	10	12	15	17	12	14	18	21
	165 cm	10	12	16	18	13	15	19	23
	170 cm	11	13	16	19	14	16	20	24
	175 cm	12	14	17	20	14	17	21	25
	180 cm	12	14	18	21	15	18	23	26
	185 cm	13	15	19	23	16	19	24	28
	190 cm	14	16	20	24	17	20	25	29
	195 cm		17	25		21		31	

**ŽENA**

**MUŽ**

## Informačný bulletin 3/2013

**Editor:**

Do čísla prispeli:

**Vydal:**

**Grafické spracovanie a tlač:**

**Náklad:**

November 2013

Nepredajné.

RNDr. Anikó Kužmová

MUDr. Martin Šofranko, MUDr. Peter Kovács, MUDr. Tomáš Kužma

Analyticko-diagnostické laboratórium a ambulancie, s.r.o.,

Vajanského 1, 080 01 Prešov

Grafotlač PREŠOV s.r.o.

500 výtlačkov