

# FUNKČNÉ VYŠETRENIE RESPIRAČNÉHO, KARDIOVASKULÁRNEHO A MOČOVÉHO SYSTÉMU (VYBRANÉ VYŠETRENIA)

## Funkčné vyšetrenie pľúc (FVP)

Má dôležité miesto v diferenciálnej diagnostike predovšetkým pľúcnych ochorení (poruchy funkcie dýchacích ciest a pľúc). Samo o sebe nemôže stanoviť diagnózu, vždy je nevyhnutná anamnéza, posúdenie klinických prejavov, fyzikálne vyšetrenie a posúdenie výsledkov ďalších vyšetrovacích metód.

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

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

### FVP je indikované na:

- **stanovenie diagnózy:** včasná diagnostika počínajúcej obštrukčnej ventilačnej poruchy - bez subjektívnych ťažkostí u pacienta, diferenciálna diagnostika (kašeľ, dýchavica, ťažoba/bolesť na hrudníku, cyanóza, paličkovité prsty, abnormálne dýchanie/fyzikálny nález, patologický rtg nález na pľúcach)

FVP diagnostikuje prítomnosť **ventilačnej poruchy** v zmysle obštrukcie, reštrikcie alebo v zmysle ich kombinácie.

**Obštrukčná** ventilačná porucha (podľa FEV1) znamená zhoršenú priechodnosť dolných dýchacích ciest a vyskytuje sa najmä pri prieduškovej astme, CHOCHP, obštrukčný emfyzém, tumor/cudzie teleso v DC, kompresia DC. DC sú zúžené, čo spôsobuje predĺženie času potrebného na „vyprázdnenie“ pľúc.

**Reštrikčná** ventilačná porucha (podľa VC, TLC) znamená zníženú funkciu pľúcneho parenchýmu a je prítomná najmä pri chronických pľúcnych procesoch, zápaloch, nádoroch, deformitách hrudníka a chrbtice, veľkej obezite, po operáciách pľúc. Dochádza k strate funkčného pľúcneho tkaniva, zníženiu schopnosti expandovať alebo transportovať kyslík do krvi.

**Kombinovaná** ventilačná porucha je napr. pri cystickej fibróze.

- **monitorovanie liečby**
- **stanovenie priebehu a prognózy ochorení:** sledovanie dynamiky pľúcnych funkcií je dôležitým prognostickým ukazovateľom u väčšiny pľúcnych ochorení; ako súčasť **predoperačného vyšetrenia** (predovšetkým pacienti s pľúcny ochorením pred operáciami hrudníka, ale aj pred rozsiahlymi operáciami v dutine brušnej alebo pred kardiochirurgickými výkonmi)
- **posudkové / preventívne účely**
- **výskumné účely** (vyšetrenie pľúcnych funkcií je štandardnou súčasťou klinických štúdií pri overovaní nových metód FVP a ich zavádzaní do praxe).

## FVP môžeme rozdeliť na meranie<sup>1</sup>:

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

## Metódy FVP:

- **základné - vyhl'adávacie - skríning:** meranie PEF (vrcholový výdychový prietok) a jeho variability, orientačná spirometria (FVC, FEV1, FEV1/FVC%) a pulzná oxymetria; môže ich vykonávať aj praktický lekár
- **základné - rozšírené metódy:** spirometria (krivka prietok-objem, bronchodilatačné a bronchokonstrikčné testy<sup>2</sup>); ambulantný pneumológ/alergológ
- **špecializované metódy:** napr. odpory v dýchacích cestách (celotelový pletyzmograf), difúzna pľúcna kapacita pre CO (transfer faktor), pľúcna poddajnosť, vyšetrenie funkcie dýchacích svalov, krvné plyny a acidobázická rovnováha, spiroergometria<sup>3</sup>, vyšetrenie pľúcnej cirkulácie, vyšetrenie v spánkovom laboratóriu; robia sa v laboratóriách funkčnej

---

<sup>1</sup> Ventilačné hodnoty sa delia na dynamické a statické.

### Dynamické:

**df** dychová frekvencia

**MV** minútová ventilácia

**MVV** maximálna minútová ventilácia

**FEV1** úsilný expiračný objem v prvej sekunde – objem vzduchu v litroch vydýchnutý v prvej sekunde úsilného výdychu po maximálnom nádychu

**FEV1/VC% alebo FEV1/FVC% Tiffeneauov index**, úsilný výdychový objem za 1 sekundu, ako % VC či FVC

**PEF** najväčší dosiahnutý prietok pri úsilnom výdychu z úrovne maximálneho vdychu, vyjadrený v litroch za sekundu; hodnota, ktorá nás informuje o priechodnosti DC, o sile výdychového svalstva, o námahe vynaloženej na výdych.

**MEF** maximálne výdychové prietok/rýchlosti na rôznych úrovniach FVC.

### Statické:

**TLC** celková pľúcna kapacita

**VC** vitálna kapacita (IVC, EVC) je maximálny objem vzduchu nadýchnutý alebo vydýchnutý počas úsilného manévra (FVC) alebo pomalého manévra (VC). Môže byť znížená pri úbytku pľúcneho tkaniva a pľúcnej elasticity (stavy po odstránení časti pľúc, stlačenie alebo prerastanie funkčného tkaniva nádorom, uzáver DC, zápalové procesy, výraznejšie zúženie malých DC, nadmerné prekrvenie pľúc, prítomnosť tekutiny v alveolárnych priestoroch a i); pri mimo pľúcnych príčinách je VC znížená pri obmedzení dýchacích pohybov pľúc (deformácie hrudníka a chrčtice, zlomeniny rebier, prítomnosť tekutiny v pohrudnicovej/brušnej dutine, zrážky pohrudnicových listov, obmedzenie pohybov bránice, gravidita, obrna dýchacieho svalstva a i.)

**VT** dychový objem vzduchu, ktorý vyšetřovaná osoba vdýchne alebo vydýchne pri pokojnom dýchaní

**IRV** inspiračný rezervný objem je objem vzduchu, ktorý ešte môže vyšetřovaná osoba vdýchnuť od konca pokojného vdychu; súčet VT a IRV sa nazýva inspiračná kapacita (IC)

**ERV** expiračný rezervný objem, množstvo vzduchu, ktoré môžeme po normálnom výdychu ešte vydýchnuť maximálnym výdychom

**RV** reziduálny objem, množstvo vzduchu, ktoré ostane v pľúcach po maximálnom výdychu

**FVC** forsírovaná vitálna kapacita pľúc, čiže celkový vydýchnutý objem

**FRC** funkčná reziduálna kapacita (RV + ERV), množstvo vzduchu zostávajúce v pľúcach po normálnom výdychu

**TGV** vnútrohrudný objem plynov

<sup>2</sup> Bronchiálna hyperreaktivita (BHR) znamená zvýšenú citlivosť DC reagovať na rôzne podnety z vonku. Je prítomná hlavne pri prieduškovej astme, chronickom zápale priedušiek, u časti pacientov s alergickou nádchou, prechodne po prekonaní vírusových alebo bakteriálnych infekcií DC a iných ochoreniach. Na zistenie prítomnosti BHR sa robia **bronchoprovokačné testy** (BPT) - farmakologické podnety (metacholín, acetylcholín, histamín); studený/vlhký vzduch; izotonický roztok; beh/ergometria; pomocou nich sa monitoruje stupeň dráždivosti hlavne dolných DC.

<sup>3</sup> Umožňuje komplexné posúdenie súhry respiračného a kardiovaskulárneho systému, ich odpoveď na fyzickú záťaž z dôvodu odlišenia medzi dýchavicou kardiálnou a pľúcnou.

diagnostiky na lôžkových oddeleniach pľúcnej kliniky alebo samostatných oddeleniach funkčnej diagnostiky.

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**.

**SPIROMETRIA:** základné FVP, neinvazívna vyšetrovacia metóda v pneumológii, má zásadný význam v diagnostike pľúcnych ochorení.



#### **Príprava pacienta:**

Pred vyšetrením vynechať inhalovanie bronchodilancií a sedatíva (minimálne 4 hodiny), informovať lekára o alergickej anamnéze.

Nefajčiť, nepiť kávu (nápoje s kofeínom), necvičiť 2 hodiny pred vyšetrením.

Konzumovať len ľahké jedlo.

Oblieť si oblečenie nezvierajúce hrudník.

Bezprostredne pred vyšetrením byť 15 minút v kľude.

Naložiť klip na nos, do úst vložiť jednorazový náustok, obopnúť perami.

Pacient najprv pomaly a pokojne dýcha. Najskôr urobí 6-8 nádychov a výdychov, potom vydýchne všetok vzduch, urobí maximálny nádych.

Po maximálne hlbokom nádychu nasleduje rýchly a čo najúsilnejší výdych.

Vyšetrenie sa môže opakovať po aplikácii bronchodilancia (bronchodilatačný test).

Vyšetrenie môže byť doplnené o vyšetrenie arteriálnych krvných plynov.

Vyšetrenie trvá 5-30 minút.

Hodnotenie – nutné korelovať na vek, pohlavie, hmotnosť a výšku.

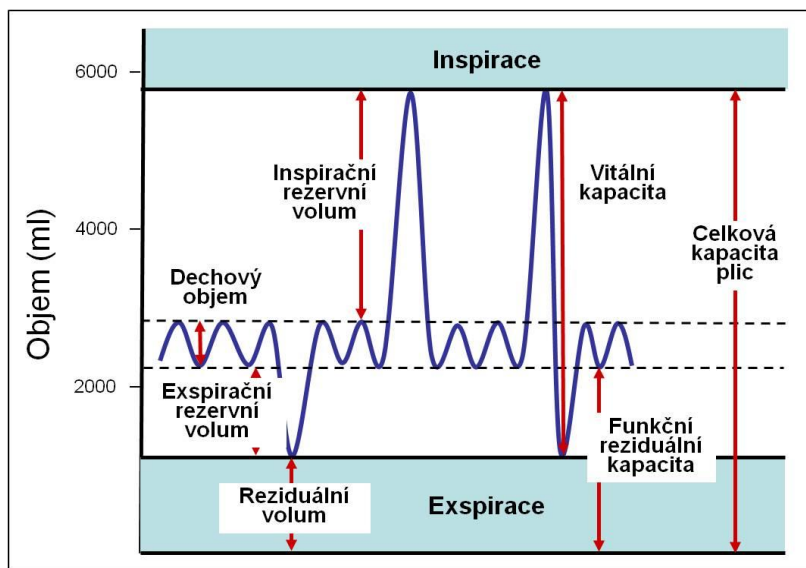
Meranie sa opakuje 2-3x, vyberie sa najlepšie z meraní.

### Základná metodika: meranie pľúcnych objemov a prietokov.

**Krivka objem-čas:** pacient sedí vo vzpriamenej polohe, jednorazový náustok sa vkladá medzi zuby a je držaný perami, nutný je klip na nos. Vyšetrenie sa robí opakovane, za validné hodnoty sa považujú najlepšie z 3 technicky dobrých manévrov. Namerané parametre sú zaznamenané do spirometrickej krivky/spirogramu, ktorá vyjadruje závislosť zmeny objemu v čase. Zo spirogramu sa stanovuje VT, IRV a ERV, VC, inspiračná kapacita, event. dychová frekvencia, maximálna minútová ventilácia či dychová rezerva.

**Krivka prietok-objem:** metodika je podobná ako pri krivke objem-čas, ale manévry sa robia s použitím maximálneho úsilia. Grafické znázornenie vyjadruje vzťah medzi prietokom vzduchu dýchacími cestami a objemom usilovne vydýchnutého a nadýchnutého vzduchu. Zisťujeme základné dynamické ventilačné parametre a hodnoty výdychových prietokov. Hodnotíme úsilnú VC (FVC), úsilný vydýchnutý objem za prvú sekundu (FEV1), vrcholový výdychový prietok (PEF), maximálne výdychové prietoky (rýchlosti) na rôznych úrovniach FVC, maximálny prietok dosiahnutý na vrchole nádychu (PIF), stredný nádychový prietok na úrovni 50% nadýchnutej FVC.

Obr. 1 Spirometrické objemy a kapacity



|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Dychový objem (tidal volume VT) | 0,5 l   |
| Inspiračný rezervný objem (IRV) | 2,5-3,0 l   |
| Expiračný rezervný objem (ERV)  | 1,5 l   |
| Reziduálny objem (RV)           | 1,2 l (kolapsový vzduch 0,4 l+minimálny vzduch 0,8 l) |

**Inspiračná kapacita (IC)** – množstvo vzduchu, ktoré je možné maximálne nadýchnuť (VT + IRV)

**Funkčná reziduálna kapacita (FRC)** – množstvo vzduchu, ktoré ostáva v pľúcach po normálnom výdychu (ERV + RV)

**Vitálna kapacita (VC)** – množstvo vzduchu, ktoré môžeme z pľúc vypudiť po maximálnom vdychu (VT + IRV + ERV)

**Celková kapacita (TLC)** – množstvo vzduchu, ktoré je v pľúcach na konci maximálneho výdychu (VT+IRV+ERV+RV)

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

### Spracované podľa:

*Ako sme na tom s dychom?* [online]. Dostupné na:

[http://www.zasr.sk/images/brozura\\_ASTMA\\_nahlad.pdf](http://www.zasr.sk/images/brozura_ASTMA_nahlad.pdf) [cit. 16-04-2018].

DUŠÍKOVÁ, D., ROUBEC, J. *Funkční vyšetření plic*. [online]. Dostupné na:

[http://www.fno.cz/documents/2006\\_03\\_28\\_004.pdf](http://www.fno.cz/documents/2006_03_28_004.pdf) [cit. 16-04-2018].

*Kľudová spirometria*. [online]. Dostupné na: <http://kompava-metflex.sk/diagnostika/kludova-spirometria/> [cit. 23-04-2018].

KUŽMOVÁ, A. a kol. Význam vyšetrení pľúcnych funkcií. [online]. In *Informačný bulletin*, 2013, č. 3, s. 1-8. Dostupné na: [http://www.adla.sk/files/content/bulletiny/buletin\\_3\\_2013.pdf](http://www.adla.sk/files/content/bulletiny/buletin_3_2013.pdf) [cit. 12-04-2018].

PALATKA, K. *Funkční vyšetření plic a jeho klinický význam* [online]. Dostupné na:

<http://zdravi.e15.cz/clanek/priloha-lekarske-listy/funkcni-vysetreni-plic-a-jeho-klinicky-vyznam-173677> [cit. 12-04-2018].

*Meranie vrcholového výdychového prietoku (peak expiratory flow, PEF) osobným prietokomerom*. [online]. Dostupné na: [https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/ustav-fyziologie/8SK-Meranie\\_PEF.pdf](https://www.jfmed.uniba.sk/fileadmin/jlf/Pracoviska/ustav-fyziologie/8SK-Meranie_PEF.pdf) [cit. 23-04-2018].

*Spirometria*. [online]. Dostupné na: <http://www.ciaa.sk/vysetrovacie-metody/spirometria> [cit. 16-04-2018].

*Vyšetrovacie metódy v pneumológii - spirometria a krvné plyny* [online]. Dostupné na:

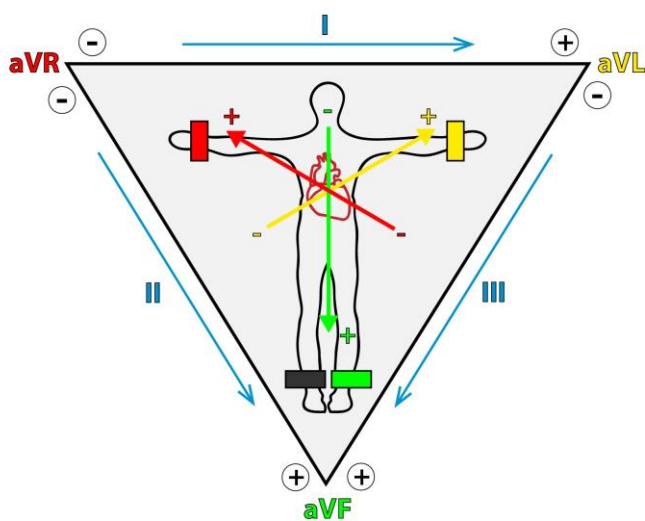
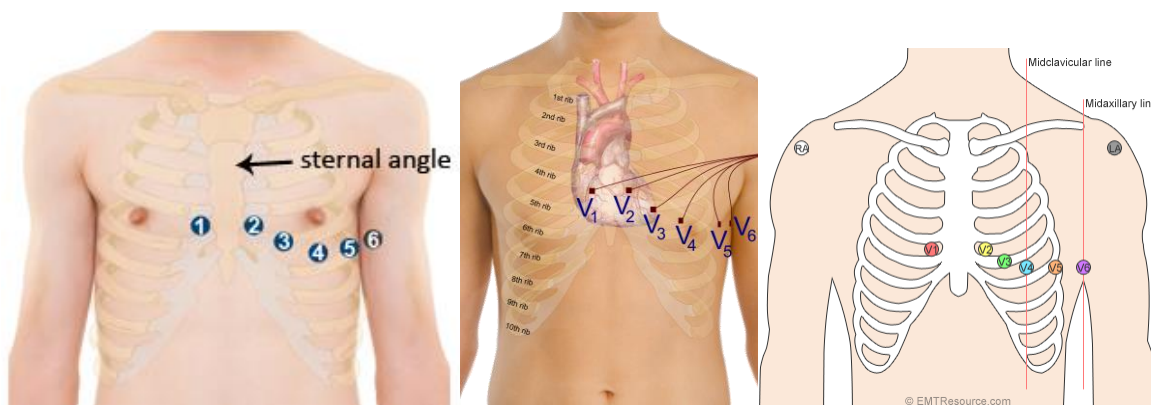
[https://zona.fmed.uniba.sk/uploads/media/Spirometria\\_a\\_Krvne\\_plyny.pdf](https://zona.fmed.uniba.sk/uploads/media/Spirometria_a_Krvne_plyny.pdf) [cit. 16-04-2018].

*Význam vyšetrení pľúcnych funkcií*. [online]. Dostupné na: <http://www.adla.sk/funkcne-vysetrenie-pluc.html> [cit. 12-04-2018].

## Funkčné vyšetrenie kardiovaskulárneho systému

- Štandardné 12-zvodové (pokojové) EKG

EKG je súčasťou každého interného vyšetrenia a vykonávajú ho aj lekári prvého kontaktu. Pomocou EKG sa najčastejšie diagnostikujú bolesti na hrudníku, dýchavica, závraty a pocity búšenia srdca. Záznam elektrickej aktivity srdca ukáže prípadné odchýlky od pravidelného srdcového rytmu a prípadné poruchy, upozorní na nedostatočné okysličovanie jednotlivých častí srdca (ischémiu) a odhalí aj staršie poškodenie srdcového svalu (infarkt myokardu). Umožňuje lokalizovať postihnutie a určiť rozsah postihnutia srdca. EKG je nebolestivé, jednoduché vyšetrenie, ktoré je možné vykonať pomocou špeciálneho prístroja – elektrokardiografu, ktorý sa skladá z elektród (umiestňujú sa na povrch tela vyšetřovaného a zachytávajú elektrické prúdy). Najčastejšie sa používa 12-elektrodové EKG, ktoré zapisuje šesť zvodov z končatín a šesť zvodov z hrudníka. Každý zvod je samostatne zapisovaný na priebežne sa posunujúci špeciálny záznamový papier, prípadne zobrazuje hodnoty na monitore. Pod elektródy zvodov sa na zvýšenie vodivosti a citlivosti elektród používa gél alebo vodný roztok.



Umiestnenie elektród a označenie zvodov EKG:

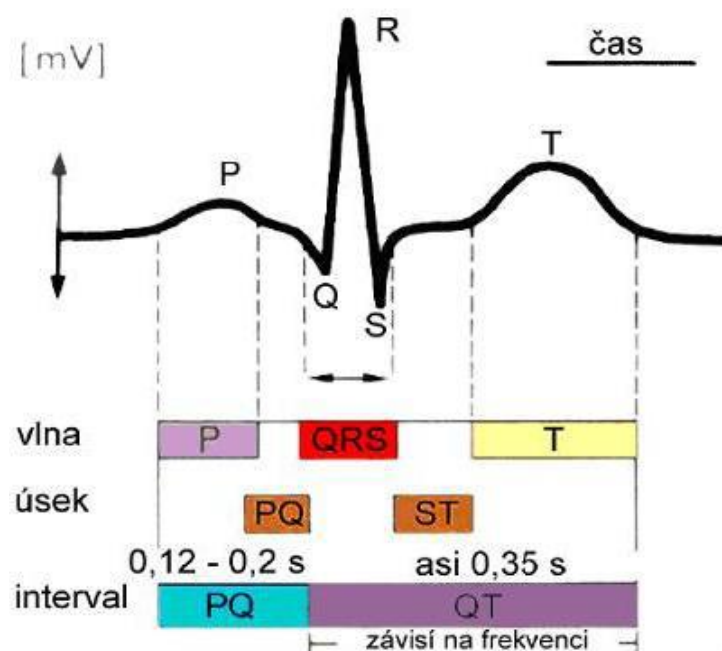
[https://zona.fmed.uniba.sk/uploads/media/EKG\\_zvody.pdf](https://zona.fmed.uniba.sk/uploads/media/EKG_zvody.pdf)



**Príprava pacienta:** samotné vyšetrenie nepotrebuje žiadnu prípravu, ale je vhodné, aby pacient uviedol vyšetrujúcemu všetky lieky, ktoré užíva. Niektoré z liekov môžu pôsobiť na srdce a ovplyvniť výsledok vyšetrenia.

Pred vyšetrením je potrebné zblížiť sa do pol tela, vyhrnúť si ponožky a povytiahnuť nohavice tak, aby sa odhalili členky a uložiť sa na vyšetrovacie lôžko. Na zápästie, členky a na hrudník sestra naniesie vodivý gél alebo vlažnú vodu, čím zaistí lepšiu vodivosť medzi telom a elektródami. Následne umiestni elektródy na ruky a nohy (končatinové elektródy), pomocou prísaviek umiestni na hrudník elektródy (hrudníkové elektródy). Nasleduje samotné vyšetrenie EKG, počas ktorého je potrebné, aby vyšetrovaný ostal v kľude, nehýbal sa a nehovoril, pretože tieto aktivity môžu ovplyvniť výsledok vyšetrenia. Počas vyšetrenia z prístroja EKG začne vychádzať záznamový papier, na ktorom je v podobe kriviek zachytená elektrická aktivita a činnosť srdca. Vyšetrenie trvá len niekoľko sekúnd, počas ktorých môže vyšetrujúci požiadať pacienta, aby zadržal dych, prípadne aby zhlboka dýchal. Po ukončení sa odstránia elektródy a pacient môže odísť. Záznam z EKG je k dispozícii okamžite, odborné posúdenie záznamu EKG musí vykonať lekár.

### Fyziologická krivka EKG:



vlny (oblé): P, T, U

kmity (ostré): Q, R, S (hranaté a úzke výchylky)

segmenty (úseky): PR, ST (úseky od konca jednej vlny po začiatok nasledujúcej vlny)

intervaly: PR, QRS, QT (vodorovné úseky krivky od začiatku jednej po začiatok nasledujúcej)

- **24-48 hodinové sledovanie EKG (dynamické EKG) – Holter EKG**

Vyšetrenie umožňuje sledovať elektrickú aktivitu srdca pomocou 2 (alebo viac zvodov) kontinuálne po celý deň a noc, najmä v priebehu obvyklých denných aktivít. Tým stúpa pravdepodobnosť zaznamenania občasných nepravidelností rytmu alebo námahových ischémií myokardu. Je nevyhnutné pre vyhľadávanie nepravidelností srdcovej činnosti (arytmie), aj pre hodnotenie úspešnosti ich liečby, aj pre vyhľadávanie pacientov s ochorením koronárnych tepien (podobne ako ergometria). Indikuje sa aj občasnom búšení srdca alebo náhlej strate vedomia.

Pri Holter EKG má pacient nalepené elektródy (najčastejšie dve), od nich vedú káble k prenosnému EKG prístroji. Ten zosilňuje nepatrné zmeny napätia snímané elektródami z povrchu tela a ukladá ich do pamäti. Prenosný EKG prístroj je pod veľmi malým prúdom, jeho nosenie je bezpečné aj pre pacientov s kardiostimulátorom.

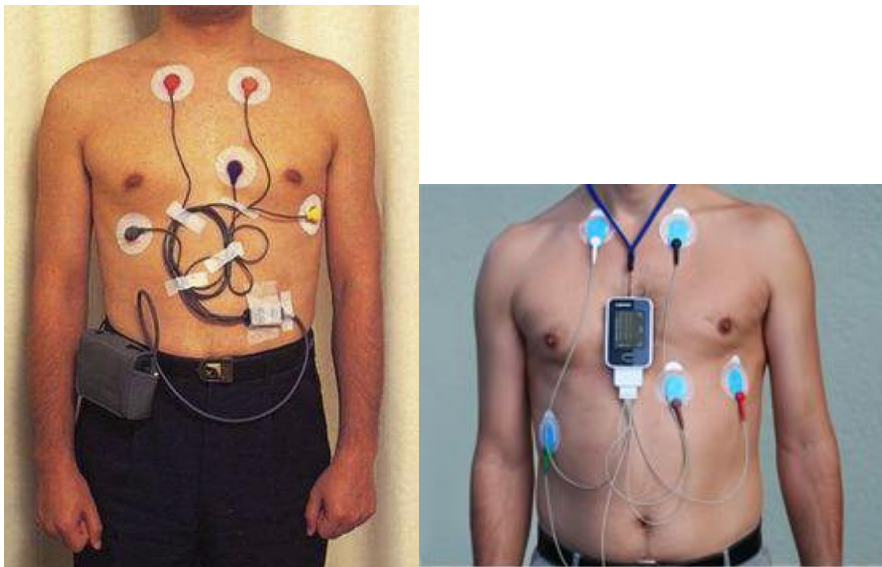
Žiadna zvláštna príprava na vyšetrenie nie je nutná, je to bezpečné a nebolestivé. Informujte lekára o všetkých liekoch, ktoré užívate, niektoré (beta-blokátory, digoxin, tricyklická antidepresívna...) môžu ovplyvňovať prácu srdca a pre správnu interpretáciu výsledkov je nutné, aby o nich lekár vedel.

Na obnažený hrudník (ak je príliš ochlpený, zvážiť oholenie) sa nalepia elektródy a pripoja na kábel a EKG snímač, po naprogramovaní sa prístroj vloží puzdra, ktoré sa uchyti na opasok alebo zavesí na krk, pacient sa opatrne oblečie. Po spustení prístroja a kontrole záznamu môže ísť s prístrojom domov; ak je hospitalizovaný, vráti sa na oddelenie. Je poučený, čo robiť v prípade odlepenia elektród (potenie ...), alebo keď sa kábel vedúci k prístroju vysunie (na podobné problémy prístroj obvykle upozorní pípaním).

Dávať pozor, aby sa ku prístroju nedostala voda (nekúpať sa, nesprchovať sa). Nevykonávať činnosti s prudkými pohybmi tela, pri ktorých by mohlo dôjsť k uvoľneniu niektorej elektródy. Nezdržiavať sa v blízkosti silného magnetického poľa (práca s ručnými elektrickými nástrojmi). Zapisovať si do denníka činnosti, ktoré počas dňa pacient vykonáva a tiež nepríjemné pocity, ťažkosti, búšenie srdca, slabosť, dýchavica a pod. V čase nosenia prístroja je vhodné aj fyzické zaťaženie organizmu po konzultácii s lekárom, ale nevykonávajú činnosti, ktoré bežne nerobíte.

Po uplynutí 24-48 hodín pacient príde do internej ambulancie, prinesie denník, do ktorého si zapisoval svoje aktivity a ťažkosti, prístroj sa mu odpojí, pripojí k PC a v určený deň si príde po výsledok.





- **24 hodinové sledovanie TK – tlakový Holter** (ABPM, Ambulatory Blood Pressure Monitoring)

Ambulantné 24 hodinové sledovanie TK je jednoduché, neinvazívne vyšetrenie, často sa indikuje pri diagnostikovaní hypertenzie. Eliminuje chyby a nedostatky náhodného a jednorazového merania, nepresnosti domáceho selfmonitoringu. TK sa počas dňa mení, reaguje na vnútorné zmeny i vonkajšie vplyvy, na pôsobenie užívaných liekov. Sníma hodnoty TK v reálnom, prirodzenom a domácom prostredí pri bežných každodenných činnostiach a v spánku.

Vyšetrenie vylučuje rušivé vplyvy prítomnosti lekára či sestry, prostredie zdravotníckeho zariadenia a iné rušivé faktory. Umožňuje jednoznačne stanoviť, či je TK vysoký (hypertenzia), normálny, či nízky (hypotenzia), umožňuje presne klasifikovať stupeň závažnosti hypertenzie a jej rizikovosť pre srdcové ochorenie, mozgovú príhodu, cievne, očné a obličkové komplikácie, umožňuje vylúčiť epizódy nebezpečne nízkeho TK ako príčiny závrate alebo synkopy.

Pacient má naloženú manžetu, ktorá sa v nastavených intervaloch pravidelne nafukuje. Intervaly merania sú naprogramované, počas dňa 15-30 minút, v noci 30-60 minút; jedno meranie trvá približne 30 sekúnd. Výsledky merania sa ukladajú do pamäte a pomocou PC je možné výsledky presne graficky zdokumentovať. Manžeta sa sníma po 24 hodinách. Konečné výsledky sú hodnotené lekárom špecialistom. Ten ich porovná s údajmi pacienta o denných aktivitách a zistí, či je TK vo dne i v noci normálny alebo zvýšený. Ak už bola pre vysoký TK začatá liečba, možno zistiť, či je primeraná.



- **Zátťažové vyšetrenie na bicykli – ergometria** (sledovanie EKG a TK počas záťaž)

Nadväzuje na základné EKG vyšetrenie. Umožní sledovať prácu srdca (posúdenie ischémie, výkonnosti) pri nastavenej záťaži a tiež reakciu TK na záťaž. Ergometrické vyšetrenie sa vykonáva hlavne v prípadoch, kedy je nutné zistiť rezervy srdca, ako sa srdce dokáže vyrovnáť so záťažou, kde sú jeho hranice a ako pri tom funguje krvný obeh a celý obehový systém. Najčastejšie sa používa na určenie maximálnej výkonnosti srdca a krvného obehu pri námahových bolestiach na hrudi (angina pectoris) alebo po infarkte myokardu, po kardiochirurgických zákrokoch alebo ako súčasť ďalších kardiologických vyšetrení. Keďže niektoré zmeny v činnosti srdca a krvného obehu sa neprejavujú v pokoji, ale až pri určitej námahe (rozčúlenie, chôdza po schodoch a pod.) – najčastejšie bolesťami na hrudi, búšením srdca, rýchlou únavou, ťažkým dýchaním. V takomto prípade je možné očakávať, že srdce dostatočne nepracuje, objavujú sa zmeny na EKG a na TK. Vyšetrenie teda ukáže, akú veľkú rezervu má srdce vyšetřovaného pacienta, ako veľmi môže zvýšiť svoj výkon a zrýchliť pulz - ukáže sa maximálna únosná záťaž.

Na simuláciu záťaže sa používa prístroj nazývaný bicyklový ergometer, ktorý je doplnený o rotoped (stacionárny bicykel) s regulovateľným odporom, ale používajú sa aj špeciálne pohyblivé pásy na behanie (treadmill). Aktivitu srdca snímajú elektródy, ktoré sú nalepené na tele a sú spojené s elektrokardiografom – EKG. TK je sledovaný pomocou nafukovacej manžety a tonometra.

Novšie prístroje už vytvárajú komplet, ktorý je napojený na počítač, ktorý zaznamenáva všetky sledované funkcie a sleduje ich priebežné zmeny. V priebehu vyšetření lekár sleduje pocity pacienta, pulzovú frekvenciu, EKG krivku a TK pri rôznych stupňoch záťaže. Rovnako ako u pokojového EKG snímame elektrické potenciály zo srdca a získané informácie EKG prístroj po zosilnení spracováva a zapisuje v podobe krivky na obrazovku a na papier. Na zázname sa pátra po zmenách, ktoré na EKG urobenom v pokoji nie sú viditeľné. Skúsený lekár môže pri hodnotení celého vyšetřenia odhaliť skryté ochorenie srdca a určiť jeho príčinu, najmä ak ide o chorobu koronárnych tepien.

Ergometrické vyšetřenie dokáže rozlíšiť pôvod ťažkostí – bolesť na hrudníku, ktorá vznikla počas záťaže nasvedčuje, že dochádza k obmedzovaniu prietoku krvi v koronárnych tepnách. Bolesť na hrudníku, ktorá sa pri záťaži objavila a nevyvoláva zmeny na EKG, má svoj pôvod pravdepodobne niekde inde. Vyšetřenie dokáže overiť aj úspešnosť liečby, absolvujú ho aj pacienti po operáciách srdca a katetrizačných zákrokoch.

### Príprava pacienta:

Deň pred vyšetrením pacient nesmie vykonávať ťažšiu **fyzickú prácu**. V deň vyšetrenia sa nepovoľuje ani malé fyzické zaťaženie.

Pred vyšetrením informujte vyšetrujúceho lekára o všetkých **liekoch**, ktoré užívate, aj o tých zdanlivo nepodstatných. Je to dôležité preto, že počas vyšetrenia môže dôjsť k bolestiam na hrudníku, ktoré sa odstránia podaním nitroglycerínu v spreji a práve účinky nitroglycerínu s niektorými liekmi môžu byť aj životu nebezpečné.

Vysadiť nitráty 24 hodín pred vyšetrením u pacientov s ľahkou formou anginy pectoris (tlmia klinickú reakciu na záťaž, môžu zvyšovať toleranciu záťaže). Vysadiť beta-blokátory 2-3 dni pred vyšetrením.

Pokiaľ vyšetrujúci lekár neurčí inak, pacient užije svoje lieky podľa predpisu.

Vyšetrujúceho lekára je potrebné upozorniť aj na prípadné postihnutie kĺbov alebo **iné ochorenia**, ktoré by mohlo obmedziť schopnosť podrobiť sa ergometrickému vyšetreniu.

Minimálne **2 hodiny pred** vyšetrením nejest', nefajčiť a nepiť alkoholické nápoje, ani kávu, čaj a energetické nápoje.

Na vyšetrenie sa **oblečte** pohodlne (športový odev) a obujte si vhodnú obuv, žiadna časť obuvi alebo odevu nesmie škrtiť alebo inak obmedzovať. Muži sú zoblečení do pol tela, ženy v podprsenke alebo v ľahkom oblečení.

Vysvetliť princíp vyšetrenia a postup pri ergometrii (podľa možnosti skôr, ako v deň vyšetrenia). Treba odstrániť rušivé vplyvy prostredia (hluk, zbytočný pohyb v miestnosti). Pri vyšetrení má byť čo najmenší počet osôb.

Pacient má pred vyšetrením aspoň 10 minút pokojne sedieť alebo ležať.

Teplota miestnosti má byť 18-22 °C, nesmie klesnúť pod +16°C, resp. stúpnuť nad +24°C. Relatívna vlhkosť vzduchu má byť 30-60%.

Telo má byť odkryté, aby sa zlepšilo odvádzanie tepla. Pri vyšetrení má pacient obutú športovú obuv s gumovou podrážkou.

Na **vyšetrenie** sa pacient zoblečie do pol tela, vyšetrujúci mu na telo umiestni elektródy, ktoré sú spojené s prístrojom. Na rameno je umiestnená manžeta tonometra, ktorá sa počas vyšetrenia bude pravidelne plniť a vypúšťať (priebežne meria TK). Tesne pred vyšetrením sa zmeria TK, naložia sa EKG elektródy a urobí sa pokojový EKG záznam. Pacient nasadne na rotoped, prípadne sa postaví na bežiaci pás a počká na pokyn, že môže začať so šliapaním (behaním). Záťažové vyšetrenie prebieha v niekoľkých etapách - cykloch, kde každá etapa trvá približne 3 minúty (na bicyklovom ergometri sa záťaž zvyšuje každé 3 minúty, pri vyšetrení na bežiacom páse každú minútu). Vyšetrovaný oznámi lekárovi počas záťaže, ale i v pokoji akékoľvek subjektívne ťažkosti (bolesť na hrudníku, ťažší dych, búšenie srdca, slabosť, únavu, závrat). Po uplynutí každej etapy sa meria TK, natočí EKG a následne sa zvyšuje záťaž. Vyšetrenie pokračuje dovtedy, pokiaľ pacient nedosiahne maximálnu srdcovú frekvenciu (vypočítaná podľa veku) alebo ak sa náhle ukončí vyšetrenie z dôvodu vyčerpanosti (nástup ťažkej dýchavice, bolesti v hrudi, neprekonateľná únava), z dôvodu prejavu známok ischemie myokardu na EKG, pri zmene srdcového rytmu alebo poklesu TK. Odporúča sa, aby si pacient po ukončení vyšetrenia ľahol a 5-10 minút odpočíval, prístroje však naďalej monitorujú aktivity srdca a jeho TK. Následne sa odstránia z tela elektródy, odpoja prístroje a pacient sa môže obliecť. Celé vyšetrenie trvá asi 30 minút a výsledok je ihneď k dispozícii. Pri hodnotení a popise musí lekár zvažovať všetky okolnosti, vrátane rizikových faktorov pre vznik ochorenia tepien, skutočnosť, či pacient pociťuje sám nejaké problémy a podobne. Za normálny výsledok vyšetrenia sa považuje stav, keď pacient dosiahol aj po

absolvovaní záťaže, rovnaké hodnoty maximálnej srdcovej frekvencie, je schopný bez väčších problémov pokračovať v záťaži, nemá žiadne zmeny na EKG a nedošlo ani k výraznejším zmenám TK. Vyšetrenie pacienta nijako neobmedzuje, po skončení vyšetrenia sa môže venovať ľubovoľnej činnosti (s ohľadom na svoj liečebný režim). Námaha je počas vyšetrenia len krátkodobá, nemala by viesť k výraznejšiemu vyčerpaniu. Neodporúča sa najmenej 1 hodinu po absolvovaní vyšetrenia, aby sa pacient kúpал v horúcej vode (ani vo vani), pretože príliš teplá voda môže prehĺbiť pocit únavy a vyvolať svalovú slabosť.

**Komplikácie,** ktoré sa môžu počas záťažového testu vyskytnúť:

pokles alebo vzostup TK

srdcové zlyhanie, akútny infarkt myokardu, malígna arytmia

bolesti na hrudníku, v dolných končatinách

sťažené dýchanie

slabosť, závrate, pocit na odpadnutie, únava.

Zaznamenať dátum a hodina vyšetrenia. Pri kontrole sa vyšetruje v rovnakú hodinu ako po prvý raz. Umožňuje to dobrú porovnateľnosť výsledkov, posúdenie dynamiky ochorenia a úspechu terapeutických opatrení. Ergometre, ako aj ostatné prístroje musia byť pravidelne kalibrované.



**Spracované podľa:**

*Holterovo ambulantní monitorování EKG.* [online]. Dostupné na: <http://vysetreni.vitalion.cz/holter-ekg/> [cit. 23-04-2018].

*Holter tlakový.* [online]. Dostupné na: [https://www.fnol.cz/i--interni-klinika---kardiologicka-vysetrovaci-metody-sekce\\_478.html](https://www.fnol.cz/i--interni-klinika---kardiologicka-vysetrovaci-metody-sekce_478.html) [cit. 23-04-2018].

*Kardioklub SK. O vyšetreniach.* [online]. Dostupné na: <http://www.kardioklub.biznisweb.sk/info/o-vysetreniach/elektrokardiograficke-vysetrenie/>; <http://www.kardioklub.biznisweb.sk/info/o-vysetreniach/holterove-monitorovanie/> [cit. 17-04-2018].

LUNERTO VÁ, J. *Spolupráca sestry a pacienta pri ergometrickom vyšetrení.* [online]. Dostupné na:

[http://www.vpl.sk/files/file/XXXIII%20prezentacie%20pdf/sala%20hoepfner/sestricky/4\\_LUNTEROVA%20Spolupraca%20timu%20pri%20ergometrickom%20vysetreni.pdf](http://www.vpl.sk/files/file/XXXIII%20prezentacie%20pdf/sala%20hoepfner/sestricky/4_LUNTEROVA%20Spolupraca%20timu%20pri%20ergometrickom%20vysetreni.pdf) [cit. 23-04-2018].

## **Funkčné vyšetrenie obličiek**

- **Klírens endogénneho kreatinínu (GFR), glomerulárna filtrácia, clearance kreatinínu**

Materiál: sérum alebo plazma (Heparín alebo EDTA plazma) + zberový moč.

Odber materiálu: odber krvi za štandardných podmienok, moč sa zbiera bez konzervačných prísad a skladuje sa na chladnom a tmavom mieste.

Klírens predstavuje dobrú charakteristiku filtračnej kapacity obličiek. Nízka alebo znížená hodnota dobre koreluje s chronickým ochorením obličiek. Základným ukazovateľom GF je klírens endogénneho kreatinínu. Slúži na monitorovanie progresie renálnej insuficiencie. Znížená GF znamená, že ide o ochorenie obličiek s postihnutím glomerulov. Vyšetrenie klírens v klinickej praxi pomáha aj pri správnom dávkovaní liečiv, ktoré sú vylučované obličkami a umožňuje tak vyhnúť sa potenciálnej liekovej intoxikácii.

Klírens určitej látky sa definuje ako objem krvi kompletne očistenej od tejto substancie za jednotku času. Na stanovenie klírensu kreatinínu sa zbiera 24 hodinový moč, po ktorom sa odoberie krv na stanovenie kreatinémie. Hladina sérového kreatinínu dobre odzrkadľuje funkčný stav obličiek a značne závisí od GF. Pri rýchlom znížení GF klesá vylučovanie kreatinínu obličkami, kým jeho produkcia zostáva nezmenená. Pri perzistujúcej oligúrii hladina kreatinémie progresívne stúpa.

**Záporný vplyv na výsledok má:** nedodržanie diéty (nízkobielkovinová), nedodržanie zákazu fyzickej aktivity, hyperkatabolizmus, nesprávny zber moču.

- **Koncentračný pokus**

Zisťuje schopnosť obličiek tvoriť koncentrovaný moč. Koncentračný pokus je rutinne robený počas hospitalizácie na internom oddelení.

Kontraindikácia: u pacientov dehydratovaných, s retenciou tekutín / rozvratom vnútorného prostredia, s akútnym ochorením, pri insuficiencii obličiek.

Funkcie obličiek: v glomeruloch sa prefiltrovaním krvi tvorí primárny moč (170 l/deň, je to vlastne krvná plazma bez bielkovín). Primárny moč tečie z glomerulov do tubulov. V nich je väčšina vody a v nej rozpustených látok vstrebávaná späť do tela, iné látky (amoniak) sú naopak až v tubuloch pridávané do moče. Úplne na konci v zberových kanálikoch, do procesu tvorby moču zasahuje antidiuretický hormón (ADH), ktorý má vplyv na vstrebávanie vody (zo 170 l primárneho moču zostane asi 1,5 litru moču sekundárneho).

**Klasický koncentračný pokus (smädový test):** nutné je 24-36 hodín nepiť a nejesť potraviny s vysokým obsahom vody (ovocie, zelenina). Po 12, 18, 24, 28 a 32 hodinách pacient odovzdá moč, zmeria sa jeho objem a osmolalita. Pri zistení dostatočnej koncentračnej schopnosti obličiek môže byť test predčasne ukončený. Po ukončení testu sa odoberie krv na osmolalitu séra.

**Adiuretinový test (DDAVP test):** je kratší a pre pacienta pohodlnejší. Nie je nutné byť dlho smädny a čakať, až stúpne osmolalita plazmy, aby sme sa dočkali vzostupu osmolality moču. Adiuretin (desmopresin, 1-desamino-8-D-arginin-vazopresin, DDAVP) je umelo vytvorená látka



podobná ľudskému ADH (analóg vazopresinu). Podáva sa vo forme nosných kvapiek a spôsobí to, čo ľudský ADH.

Riziko: vedľajším účinkom adiuretinu je zvyšovanie TK, čo môže byť závažné zvlášť pacientov s hypertenziou. Preto je nutné TK opakovane merať po celou dobu účinku adiuretinu (cca 8.00-12.00).

Príprava a postup: večer pred vyšetrením sa pacient naposledy naje v 18.00 hod., iba suché jedlo, nezapíjať! (až do 11.00 hod. nasledujúceho dňa musí vydržať bez vody). Lekár môže odporúčať vysadiť po dobu testu lieky, ktoré pravidelne užíva. Pokiaľ má pacient nádchu, upchatý nos, treba upozorniť lekára. Adiuretin je obvykle aplikovaný vo forme nosných kvapiek, preto musí byť nos priechodný. Na druhý deň ráno o 6.00 hod. pacient odovzdá vzorku prvého ranného moču, odmeria sa MH. Sestra nakvapká do obidvoch nosných dierok po 2 kvapky adiuretinu (intranazálne). Pacient nepije a v hodinových intervaloch odovzdáva moč (8.00, 9.00, 10.00 a v 11.00 hod.). Vzorky sa ihneď posielajú do laboratória na stanovení osmolality. Ak dosiahne tabuľkové hodnoty pre vek pacienta, môže byť test predčasne ukončený. Najneskôr o 11.00 hod. test končí odberom krvi.

#### **Spracované podľa:**

MARTINISKOVÁ, L. *Vyšetrovacie metódy v nefrológii*. [online]. Dostupné na:

[http://www.logman.sk/buxus/docs//content/2008/Martiniskova\\_2008.pdf](http://www.logman.sk/buxus/docs//content/2008/Martiniskova_2008.pdf) [cit. 23-04-2018].

*Klírens endogénneho kreatinínu (GFR)*. [online]. Dostupné na:

<http://www.adla.sk/images/upload/KLRENS%20ENDOGENNEHO%20KREATINNU%20%28GFR%29.pdf> [cit. 23-04-2018].

*Koncentračný pokus*. [online]. Dostupné na: <http://vysetreni.vitalion.cz/koncentracni-pokus/> [cit. 23-04-2018].

*Zber moču – pokyny pre pacientov*. [online]. Dostupné na: [http://www.nspbr.sk/doc/nastiahnutie/okb/pokyny-pre-zber-mocu\\_2010-02-15.pdf](http://www.nspbr.sk/doc/nastiahnutie/okb/pokyny-pre-zber-mocu_2010-02-15.pdf) [cit. 23-04-2018].