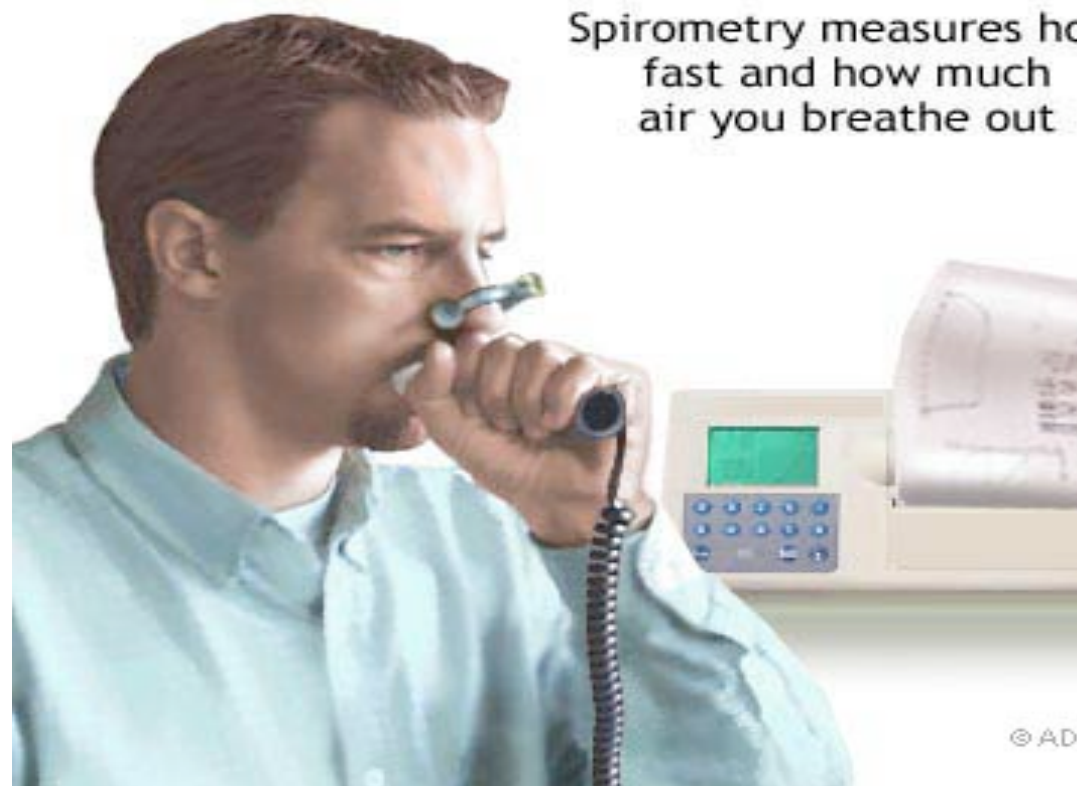


# VYŠETROVACIE METÓDY V PNEUMOLÓGII

## SPIROMETRIA A KRVNÉ PLYNY



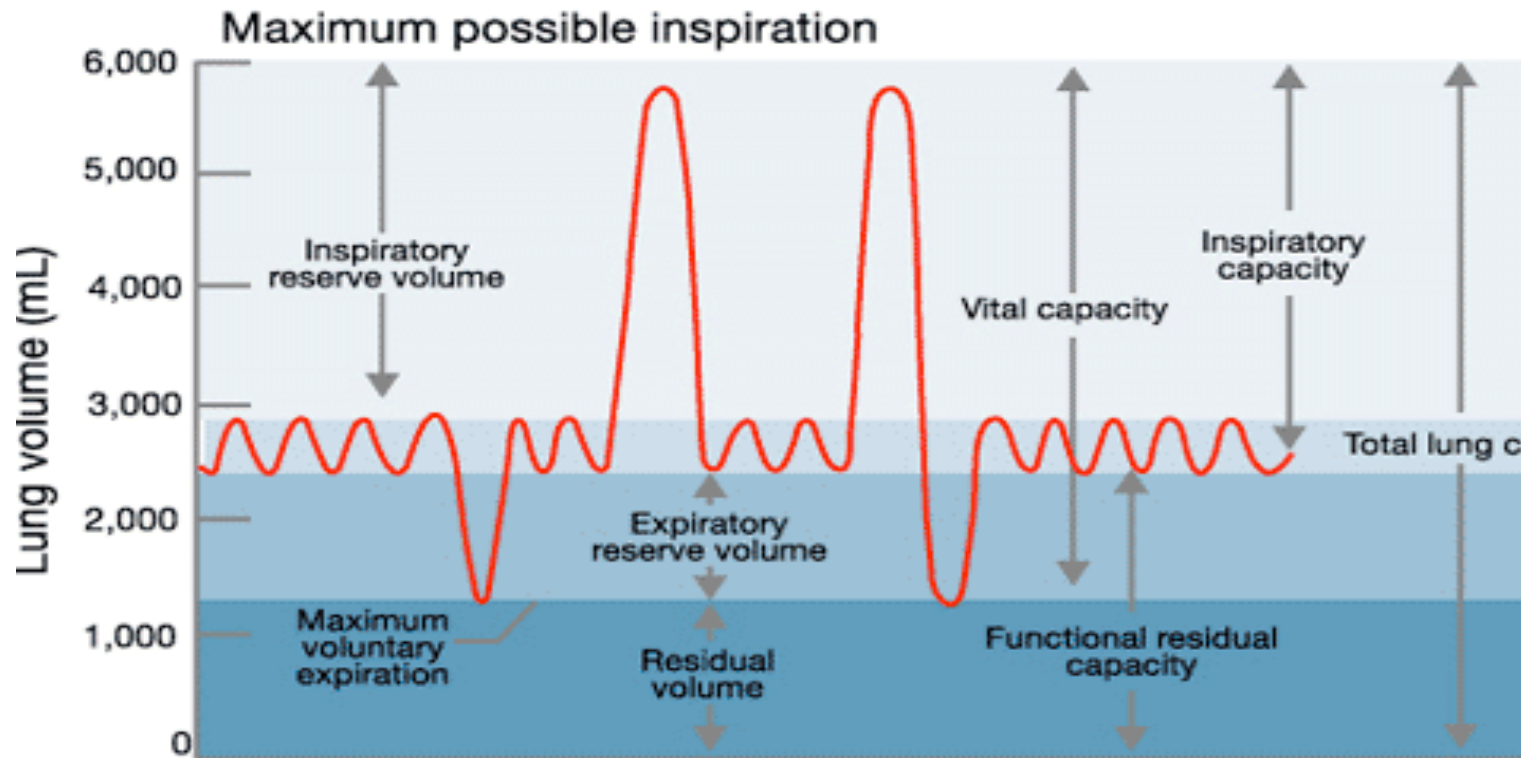
# SPIROMETRIA

- základné funkčné vyšetrenie pľúc
- - umožňuje merať pľúcne objemy a pľúcne prietoky
- - slúži na diagnostiku a posúdenie funkčného rozsahu ochorení postihujúcich respiračný systém
- - metóda vyvinutá v roku 1846 Hutchinsonom
- - klinická interpretácia vyšetrenia je kriticky závislá na technickej správnosti vyšetrenia a použití adekvátnych referenčných normálnych hodnôt

# SPIROMETRIA

## základné pľúcne objemy

### Lung Volumes and Capacities



# Základné pľúcne objemy

- VC = vitálna kapacita
  - maximálny objem vzduchu nadýchnutý alebo vydýchnutý počas úsilného manévra (FVC) alebo pomalého manévra (VC), za normálnych okolností  $VC = FVC$ , pri obštrukcii je  $VC > FVC$
- FEV1 (forced expiratory volume)
  - úsilný expiračný objem v prvej sekunde – vzduch vydýchnutý v prvej sekunde po maximálnom nádychu
- FEV1/VC alebo FEV1/FVC
  - vyjadrenie FEV1 v % z VC alebo FVC

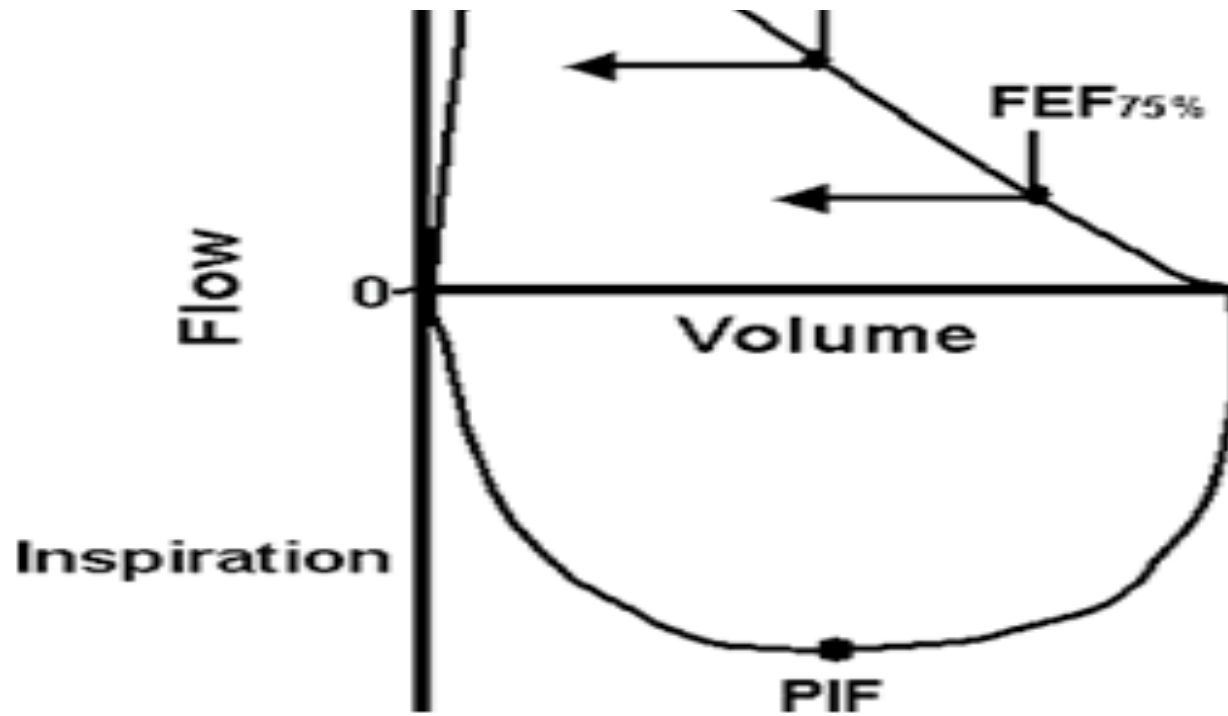
# Základné pľúcne objemy (2)

- FEF25-75% (forced expiratory flow)
  - citlivejší marker meraniaprietoku v malých dýchacích cestách, má široké rozpätie normálnych hodnôt a je horšie reprodukovateľný (najmä pri  $\uparrow$  alebo  $\downarrow$  VC alebo FVC)
- PEF (peak expiratory flow)
  - maximálny dosiahnutý expiračný prietok
- FEF50% a FEF75%
  - maximálny expiračný prietok meraný po dosiahnutí 50% (75%) FVC
- FEV6
  - úsilný expiračný objem v 6. sekunde – výhodný u starších ľudí

# Základné pľúcne objemy (3)

- FRC = funkčná reziduálna kapacita
  - množstvo vzduchu zostávajúce v pľúcach po normálnom výdychu
- ERV = expiračný rezervný objem
  - rozdiel medzi objemom vzduchu zostávajúcim v pľúcach po normálnom a úsilnom výdychu

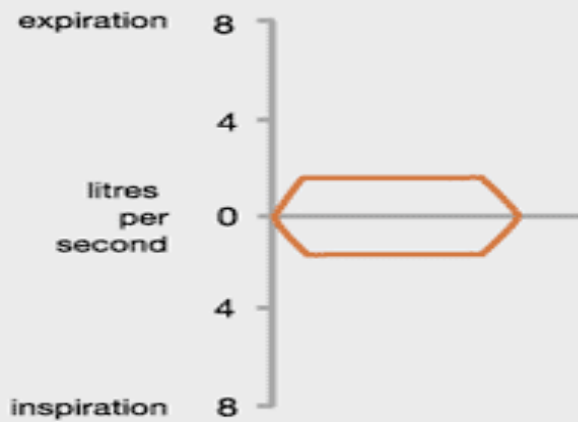
# Normálna spirometrická krivka



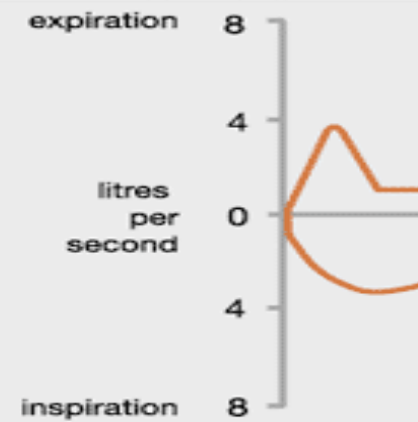
# Základné patologické krivky

Flow - volume loops in various pathologies

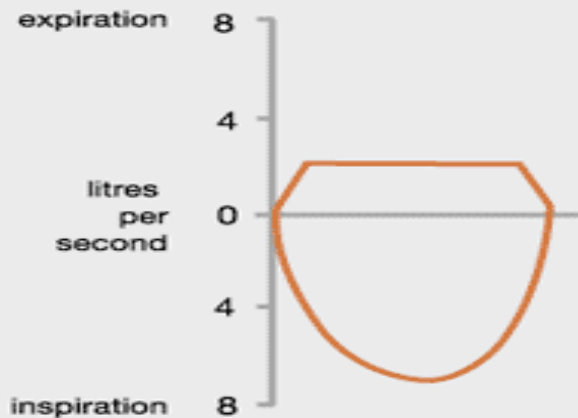
Fixed upper airway obstruction



Intrapulmonary obstruction  
e.g emphysema



Intrathoracic bronchial obstruction

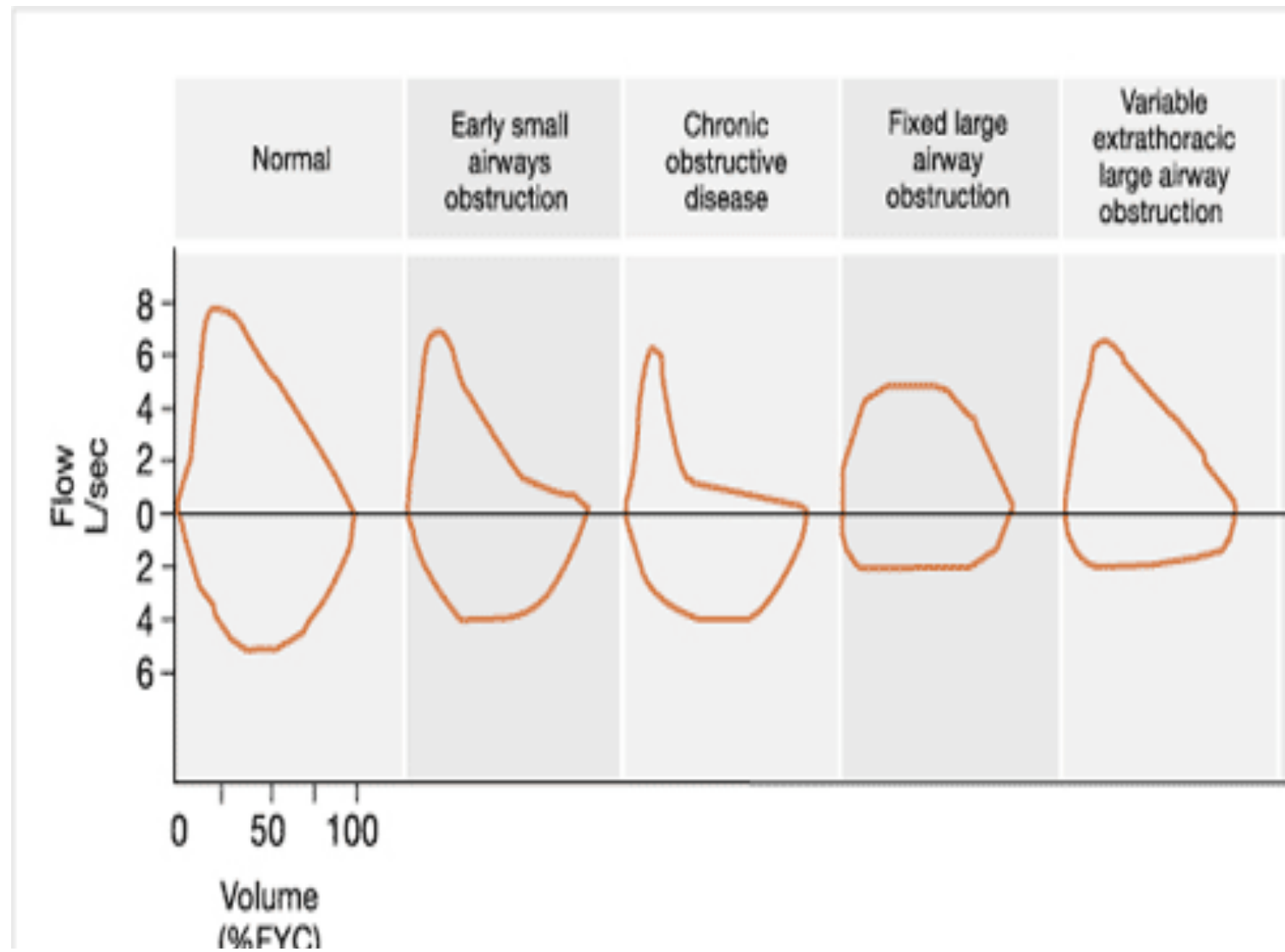


Extrathoracic bronchial obstruction





# Základné patologické krivky



# Indikácie na vyšetrenie

- Diagnostika potiaží s respiráciou
- Diagnostika špecifických pľúcnych ochorení ako je AB alebo CHOCHP
- Vyšetrenie pľúcnych funkcií pred operáciou
- Monitorovanie pľúcnych funkcií u ľudí vystavených látkam poškodzujúcim pľúca (azbest)
- Monitorovanie efektívnosti liečby

# Spirometria - prevedenie

- Pred vyšetrením vynechať bronchodilatanciá a sedatíva (minimálne 4 hodiny), informovať lekára o alergickej anamnéze
- Nefajčiť a necvičiť 6 hodín pred vyšetrením
- Konzumovať len ľahké jedlo, nepiť nápoje s kofeínom
- Obliecť si oblečenie nezvierajúce hrudník
- Klip na nose
- Po maximálne hlbokom nádychu nasleduje rýchly a čo najúsilnejší výdych
- Vyšetrenie sa môže opakovať po aplikácii bronchodilatancia (bronchodilatačný test)
- Vyšetrenie môže byť doplnené o vyšetrenie krvných plynov z artérie
- Vyšetrenie trvá 5 - 30 minút
- Hodnotenie – nutné korelovať na vek, pohlavie, hmotnosť a výšku

# Spirometria – obštrukčná porucha

- Dýchacie cesty sú zúžené, čo spôsobuje predĺženie času potrebného na „vyprázdnenie“ pľúc
  - **Obštrukčné ventilačné poruchy sa vyskytujú pri:**
    - Pľúcnom emfyzéme
    - Bronchitíde
    - Infekciách
    - Bronchiálnej astme
- FVC normálna alebo znížená
  - FEV1 znížená
  - pomer FEV1/FVC znížený
  - FEF25-75 znížené
  - FRV zvýšený
  - ERV normálny alebo znížený
- FEV1 sa môže u reverzibilnej obštrukcie (astma) po použití bronchodilatátora zvýšiť

# Spirometria – reštrikčná porucha

- Dochádza k strate funkčného pľúcneho tkaniva, zníženiu schopnosti expandovať alebo zníženiu schopnosti transportovať O<sub>2</sub> do krvi

## **Vyskytuje sa pri:**

- Pneumóniách
- Nádoroch pľúc
- Sklerodermii
- Pľúcnej fibróze, sarkoidóze
- Veľkej obezite, tehotenstve, po operáciách pľúc

- FVC znížená
- FEV<sub>1</sub> normálna alebo znížená
- pomer FEV<sub>1</sub>/FVC normálny alebo zvýšený
- FEF<sub>25-75</sub> normálna alebo znížená
- FRV normálny alebo znížený
- ERV normálny alebo znížený

# Bronchodilatačný a bronchokonstričný test

- Podanie beta-2-mimetika vedie k **bronchodilatácii**
- **Signifikantná odpoveď** = zvýšenie FEV1 o 12% alebo 200 ml v absolútnych číslach
- Po inhalácii histamínu alebo metacholínu sa demaskuje bronchiálna hyperreaktivita – prejaví sa známkami obštrukčnej ventilačnej poruchy

# Arteriálne krvné plyny

- Bazálne vyšetrenie na posúdenie stavu oxygenácie a acidobázickej rovnováhy
- Meraním pH, hladiny O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> v arteriálnej krvi sa posudzuje schopnosť pľúc vymieňať dýchacie plyny
- Vyšetrenie sa prevádza z arteriálnej krvi (predtým ako sa krv dostane ku tkanivám)

## ZÁKLADNÉ PARAMETRE

- **Parciálny tlak kyslíka pO<sub>2</sub>** – tlak kyslíka rozpusteného v arteriálnej krvi
- **Parciálny tlak oxidu uhličitého pCO<sub>2</sub>** – množstvo rozpusteného CO<sub>2</sub> v krvi
- **pH** – množstvo H<sup>+</sup> iónov v krvi, čím viac H<sup>+</sup> iónov, tým nižšie pH
- **Bikarbonát HCO<sub>3</sub>** – slúži na udržiavanie pH v správnom rozmedzí
- **Saturácia O<sub>2</sub>** – množstvo hemoglobínu v erytrocytoch nesúcich O<sub>2</sub>

# Krvné plyny sú ovplyvnené ...

## Respiračný systém

- Reguluje vnútorné prostredie zmenou ventilácie – zvýšením alebo znížením frekvencie a hĺbky dýchania
- Aktivácia pľúcnych kompenzačných mechanizmov nastáva asi po 1-3 minútach od vzniku nerovnováhy
- CO<sub>2</sub> sa dostáva do pľúc, tam jeho nadbytok reaguje s H<sub>2</sub>O za vzniku H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ktorá mení pH krvi, zmena pH je spúšťačom respiračných zmien

## Obličky

- Obličky sa zapájajú zadržiavaním alebo vylučovaním HCO<sub>3</sub> – pri znížení pH sa HCO<sub>3</sub> v obličkách retinuje, a naopak
- Systém vyrovná nerovnováhu až po hodinách až dňoch



# Indikácie na vyšetrenie krvných plynov

- Pľúcne ochorenia ako astma, cystická fibróza, CHOCHP
- Posúdenie efektivity liečby pľúcnych ochorení a posúdenie efektivity oxygenoterapie
- Posúdenie indikácie na umelú pľúcnu ventiláciu
- Hodnotenie acidobázických pomerov u pacientov so zlyhaním srdca, obličiek, diabetes mellitus, poruchami spánku, závažnými infekciami, predávkovaním drogami

# Prevedenie vyšetrenia

- 20 minút dýchať len **normálny** vzduch, **bez substitúcie O<sub>2</sub>** (ak je to možné)
- **Odber** z art. radialis, art. brachialis alebo art. femoralis
- Odber sa nerobí z HK, cez ktorú sa pacient dialyzuje, v mieste odberu nesmie byť na koži infekcia
- Po punkcii artérie sa miesto vpichu tlačí 5-10 minút

## **NORMA:**

- pH  $7,4 \pm 0,04$
- PO<sub>2</sub> 9,9 – 13,2 kPa
- PCO<sub>2</sub> 4,6 – 5,9 kPa
- HCO<sub>3</sub> 20 – 29 mmol/l
- SatO<sub>2</sub> 95 - 100%

# Ochorenia s abnormálnymi nálezmi ABR

- Diabetes mellitus
- Predávkovanie alkoholom alebo drogami
- Zlyhanie obličiek
- Pľúcne ochorenia
- Závažná dehydratácia, popáleniny, vracanie, hnačka, abúzus diuretík
- Závažné infekcie (sepsa)

# Respiračná acidóza

- pH menej ako 7,35 a pCO<sub>2</sub> viac ako 5,9 kPa
- Spôsobená je **akumuláciou CO<sub>2</sub>**, ktorý s vodou reaguje na H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ktorá znižuje pH krvi
- **Príčiny:** Vyvolávajú ju všetky stavy vedúce k hypoventilácii – depresia CNS (poranenia, lieky, anestézia), svalová dysfunkcia, pľúcne ochorenia, pľúcna embólia, bolesť, poranenie hrudníka, distenzia brucha
- **Príznaky:** dyspnoe, bolesti hlavy, zmätenosť, tachykardia, dysrytmie, pri vysokých hladinách CO<sub>2</sub> poruchy vedomia
- **Korekcia:** zvýšenie ventilácie – podľa vyvolávajúcej príčiny. Substitúcia kyslíka – pri hypoxii, nerieši príčinu stavu.

# Respiračná alkalóza

- pH nad 7,44 a pCO<sub>2</sub> pod 4,6 kPa
- Vedú k nej všetky stavy spojené s **hyperventiláciou** – psychologické príčiny (strach), bolesť, zvýšené metabolické nároky (horúčka, sepsa, tehotenstvo, tyreotoxikóza), respiračné stimulanciá, poruchy CNS
- **Prejavy:** pocit „opilsti“, zmätenosť, neschopnosť koncentrácie, poruchy videnia, dysrytmie, palpitácie, tetanické kŕče končatín
- **Korekcia:** odstrániť vyvolávajúcu príčinu, pozor na únavu respiračného svalstva pri hyperventilácii a následné respiračné zlyhanie

# Metabolická acidóza

- $\text{HCO}_3$  pod 22 mmol/l a pH pod 7,36
- Spôsobená **deficitom báz** (hnačka, črevné fistuly) alebo **nadbytkom kyselín** (renálne zlyhanie, diabetická ketoacidóza, anaeróbny metabolizmus, hladovanie, intoxikácia salicylátmi)
- **Príznaky:** Bolesti hlavy, zmätenosť, letargia až kóma, Kussmaulovo dýchanie, teplá červená koža, nauzea a vracanie
- Metabolická acidóza vždy núti pátrať po ischemickom tkanive v tele. **Jedinou liečbou je obnovenie perfúzie.** Pri ostatných stavoch liečiť vyvolávajúcu príčinu
- **Substitúcia bikarbonátu** je indikovaná len pri acidóze spôsobenej stratou bikarbonátu (renálne zlyhanie). Rutinné použitie bikarbonátu vedie k metabolickej alkalóze s hyponatrémiou

# Metabolická alkalóza

- Bikarbonát nad 26 mmol/l a pH nad 7,44
- Príčinou je **nadbytok báz** (užívanie antacid, nadmerný prísun bikarbonátu alebo laktátová dialýza) alebo **strata kyselín** (protrahované vracanie, hypochloremia, nadmerné používanie diuretík, hyperaldosteronizmus)
- **Príznaky:** Závrate, letargia, dezorientácia, kŕče, kóma, svalová slabosť, nauzea, vracanie
- **Liečba:** stimulácia vylučovania báz obličkami acetazolamidom (pomalá reštitúcia), v ťažkých prípadoch iv podanie kyselín
- U hospitalizovaných pacientov je takmer vždy **iatrogénna**.

# Interpretácia výsledkov – 3 kroky

1. **Zhodnoť pH** – acidóza, alkalóza, normálne
2. **Zisti príčinu** – respiračná či metabolická? = posúď hladinu pCO<sub>2</sub>  
– pri respiračnej príčine s klesajúcim pH stúpa pCO<sub>2</sub> a naopak,  
ak sa pH a pCO<sub>2</sub> menia opačným smerom (↑↓ alebo ↓↑),  
príčina je primárne respiračná
3. **Posúď HCO<sub>3</sub>** – pri metabolickej poruche so stúpajúcim pH stúpa  
aj HCO<sub>3</sub> a naopak = ak sa pH a HCO<sub>3</sub> menia rovnakým smerom  
(↑↑ alebo ↓↓) príčina je primárne metabolická