

# FYZIOLÓGIA KRVI

## Množstvo krvi

Dospelý človek  
Plod  
Novorodenec

**Normovolémia**  
**Hypovolémia**

### Metódy určovania množstva krvi

- Priame
- Nepriame:

### Biofyzikálne charakteristiky krvi

- 1) Merná hmotnosť:
- 2) Viskozita krvi:
- 3) Hematokrit:

## Erytrocyty

Normocyty, mikrocyty (< 6,7), makrocyty (do 9), megalocyty (>9), elipsocyty, poikilocyty, schistocyty)

Fyziologická anizocytóza  
Objem  
Povrch

### Množstvo erytrocytov

♂ 4,3 – 5,3 x 10<sup>12</sup>/l

♀ 3,8 – 4,8

Novorod. 7-8

Hypererytrocytóza (polycytémia, polyglobúlia)  
Anémia (erythrocytopenia, oligocytémia)

### Zloženie erytrocytov

Voda 65 - 70%, sušina 30 - 35%

Membrána, stróma, vnútorný obsah - Hb

### Metabolizmus erytrocytov

Minim. sp. O<sub>2</sub>

### Úlohy erytrocytov

- prenos O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>
- prenos AK, hormónov, alkaloidov, alkoholu, toxínov

## Hemolýza

- 1) Osmotickým tlakom
- 2) Fyzikálnymi vplyvmi – teplota (nad 50 °C)
- 3) Chemicky
- 4) Toxicky
- 5) Imunologicky
- 6) Dedične

## Suspenná stabilita krvi – sedimentácia

- Suspenzia
- Neg. elektrické náboje na povrch erytrocytov – pozit. náboje bielkovín krvnej plazmy  
*Helmholtzova dvojvrstva*

### Faktory ovplyvňujúce rýchlosť sedimentácie

- 1) Vzájomný pomer plazmatických bielkovín
- 2) Počet a veľkosť ery
- 3) Lipémia, cholesterolemia (+)
- 4) pH plazmy – alkalóza (+)

### Meranie rýchlosti sedimentácie

Fahraeus a Westergren

Zrýchlenie sedimentácie

- Fyziologické
- Patologické

Spomalenie sedimentácie

Polycytémia

Posudzovanie dynamiky ochorenia.

V súčasnosti preferencia určovania CRP

## HEMOGLOBÍN

Hem + globín

Hem – protoporfyrín IX (tetrapyrolový kruh)  
+ Fe<sup>2+</sup> = ferrohém

Globín – u HbA – alfa 2, beta 2

M.hm. = 64 500

### **Typy hemoglobínu**

Embryonálne Hb – Gower 1

2

- Portland

Fetálny Hb – HbF

Hemoglobín dospelých – HbA

Minor komponenta – HbA<sub>2</sub>

-----  
HbS

### **Deriváty hemoglobínu**

oxygenovaný Hb  
karbamino Hb  
karboxy Hb  
methemoglobín

### **Množstvo hemoglobínu**

Dospelí muži 160 (135 – 170) g/l  
ženy 140 (120 – 158)

## **LEUKOCYTY**

Pravé bunky, jadro, organely, aeróbnny metabolizmus.

### **Rozdelenie podľa kinetiky a lokalizácie:**

**Leukocyty:** - zásobný oddiel (dreň)  
- cirkulujúce  
- marginujúce  
- tkanivový oddiel

### **Rozdelenie morfológické:**

#### **Granulocyty**

- neutrofilné
- eozinofilné
- bazofilné

#### **Agranulocyty**

- lymfocyty
- monocyty

## **GRANULOCYTY – polymorfonukleárne leukocyty**

### **Neutrofilné leukocyty**

- marginujúce (50%)
- cirkulujúce (50%)

Dĺžka života

### **Eozinofilné leu**

### **Bazofilné leu**

## **AGRANULOCYTY - mononukleáry**

### **Lymfocyty**

Podľa funkcií:

- T - lymfocyty (70-80%)
- B - lymfocyty (20-30%)
- NK – bunky = LGL – large granulated lymphocytes  
(5-10% zo všetkých)

### **Monocyty**

Nezrelé bb, dozrievajú v tkanivách – tkanivové makrofágy, histiocyty

---

### **Množstvo leukocytov**

Dospelí –  $4-10 \times 10^9 / l$  (bez pohlavných rozdielov)

**Leukocytóza** – dreňová – absolútna

- distribučná – relatívna
- fyziologická
- patologická

**Leukopénia** – fyziologická

- patologická

Diurnálny rytmus – ráno najmenej, popoludní najviac leu

### **Schopnosti a funkcie leukocytov**

- Schopnosti**
- pohybu
  - diapedézy
  - tigmotaxie
  - fagocytózy

Pohyb: Ameboidný

Fagocytóza Chemotaxia

Diapedesis

Opsonizácia

Adherácia

Fagocytóza

Lýza – peroxidáza, akt.  $O_2$   
baktericídny účinok

### **FUNKCIE LEUKOCYTOV**

#### **Obranné funkcie proti:**

- baktériam
- cudzorodým materiálom
- vlastným – zmeneným bunkám

## Mechanizmy (imunitné)

### Nešpecifické:

- fagocytóza
- inaktivácia mediátorov
- hypersenzitívna reakcia – bazofily
- tvorba rôznych látok – interferon a i. (makrofágy)

Špecifické: T a B -lymfocyty

## Ovplyvňovanie mechanizmov koagulácie a fibrinolýzy

Ba – heparín

Eo – plazminogén

## IMUNOFYZIOLÓGIA

Imunita = Schopnosť organizmu identifikovať, zneškodňovať a odstraňovať cudzorodé mikroorganizmy, rozličné látky – antigény, cudzie bunky a zmenené (napr. rakovinové) bunky vlastné telu.

### **Imunita - vrodená**

- získaná:

### **Imunita - nešpecifická**

- špecifická

## Nešpecifické imunitné mechanizmy

- fyzikálne
- chemická
- fagocytóza
- zápal
- interferón...

## Špecifické imunitné mechanizmy

- lymfoidné tkanivo – lymfocyty
- protilátky
- iné látky (cytokíny...)

- **celulárne**
- **humorálne**

## HUMORÁLNA IMUNITA

### PROTILÁTKY

IgG; IgA; IgM; IgD; IgE

## Úlohy imunitného systému:

- 1) Obrana proti cudzím substanciam

- 2) Odstraňovanie odumretých alebo poškodených buniek
- 3) Obrana pred rastom nádorov

Odlišovanie vlastného od cudzieho. Vlastné toleruje, na cudzie odpovedá imunitnými reakciami

Molekulárna pamäť  
Primárna a sekundárna odpoveď

## **TROMBOCYTY**

### **Charakteristika**

#### **Počet**

Trombocytóza / trombocytopenia

#### **Zloženie:**

Aktívne látky:

- na povrchu
- vo vnútri (granulá)

#### **DOŠTIČKOVÉ FAKTORY**

č. 1, 2, 3, 4, 5

Rastový faktor

#### **FUNKCIE TROMBOCYTOV**

1) Hemostáza

- a) mechanická
- b) humorálna

2) Hojenie rán (rastový f.)

3) Zápal - zmeny permeability kapilár

## **HEMOSTÁZA**

- 1) **Vazokonstrikcia** - mechanická
  - reflexná
  - humorálna

2) **Vytvorenie trombocytárnej zátky:**

adherácia

agregácia

*Kys. acetylosalicylová inhibuje syntézu  $TxA_2$*

Inhibítory adhézie a agregácie:

- Willebrandov f. (VIII)
- $PGI_2$  - prostacyklín

## MECHANIZMY KOAGULÁCIE

Schmidtova – Morawitzova teória

### PLAZMATICKÉ FAKTORY

- I. Fibrinogén – pečeň – 3 g/l
- II. Protrombín -  $\alpha_2$  globulín – pečeň – vit. K (120 mg/l)
- III. Tromboplastín – tkanivový
- IV.  $\text{Ca}^{++}$
- V. Proakcelerín – pečeň
- VI. 00000
- VII. Prokonvertín – pečeň – vit. K
- VIII. AHG – f. VIII C + f. VIII. R: Ag = Wf.
- IX. PTC – Christmas - pečeň – vit. K
- X. Stuart – Prower - “ -
- XI. PTA, f.C
- XII. Hageman – H, Glass
- XIII. FSF – Laki – Lorand

### FIBRINOLYTICKÝ SYSTÉM

Vnútorňý systém

Vonkajší systém

Exogénne látky

### Protizrážanlivé mechanizmy

#### **Fyziologické:**

- 1/ Súvislý neporušený endotel ciev
- 2/ Kontinuálny prúd krvi
- 3/ Endotelový prostacyklín
- 3/ Heparín
- 4/ Antitrombín III (pečeň, kofaktor heparínu).
- 5/ Trombín
- 6/ Fibrín – reverzibilne viaže trombín = antitrombín – spätná väzba.

#### **Umelé ovplyvnenie zrážania krvi:**

- 1/ Zamedzenie kontaktu so zmáčavým povrchom
- 2/ Ochladenie na 0°C
- 2/ Defibrinácia
- 3/ Dekalcifikácia
- 4/ Heparín
- 5/ Hirudín (Hirudo medicinalis)
- 6/ Kumarín (dikumarol) – antivitamin K (f.II., VII, IX, X).

### Zvýšenie schopnosti hemokoagulácie

- 1/ Spomalenie rýchlosti prúdenia krvi
- 2/ Poškodenie endotelu ciev
- 3/ Zvýšenie teploty
- 4/ Podávanie hypertonických roztokov
- 5/ Rozpadové produkty tkanív
- 6/ Vysoká kalcémia
- 7/ Hypervitaminóza K
- 8/ Vysoká hladina adrenalínu

## HEMATOPOÉZA

### **Tvorba všetkých zložiek krvi**

#### **Miesta tvorby - ontogenéza**

##### **Embryo**

##### **Plod**

*Obdobie: mezenchýmové  
hepatolienálne  
dreňové*

**Novorodenci** – v dreni všetkých kostí

**Od 20. roku** – lokalizácia do humeru, femuru a plochých kostí

**Kostná dreň** – zloženie

Medulo – hematická bariéra – prepúšťanie do krvi zrelých bb.

---

### Erytropoéza

#### **Vývojový rad.**

##### **Podmienky pre erytropoézu**

Železo

Vit. B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub>, kys. listová

Meď, kobalt

AK, bielkoviny, pyrolové jadrá, metylové skupiny

---

##### **Regulácia erytropoézy**

**Nervová**

**Humorálna** - špecifická – erytropoetín

- nešpecifická

##### **Regulácia leukopoézy**

**Nešpecifická**

**Špecifická:** Colony stimulating factors (CSF)

### Trombopoéza

#### **Vývojový rad**



### Regulácia trombopoézy

Zpätná väzba (cez metabolity a degradačné produkty)

Trombocytopoetín

Faktory aktívne stimulujúce kolónie megakaryocytov (Meg-CSA) a IL – 3

### Krvné skupiny

#### Systém AB Ø (H)

**Aglutinogény A, B – mukopolysacharidy (75% polysacharidov, 25% polypeptidov)**

A – N –acetyl D-galaktozamín

B – D – galaktóza

H – N – acetyl – D – glukozamín – materská substancia

#### Ontogenetický vývoj

Plod – antigén H (0)

Novorodenec – postupne A, B, aglutiníny anti A, anti B

### Ďalšie krvné skupiny

Podľa aglutinogénov:

M, N

S, s

P, p...

### Rh faktor

**Rh + 85%, rh<sup>-</sup> 15%**

**Rh antigény C, D, E / c, d, e**

#### Protilátky anti Rh sa prirodzene nevyskytujú !!

**Vytvorenie anti Rh (protilátky triedy IgG) po:**

1) Transfúzia Rh<sup>+</sup> človeka rh<sup>-</sup>

2) Plod Rh<sup>+</sup>, matka rh<sup>-</sup>.

Nebezpečenstvo:

Fetálna erytroblastóza, anémia, hyperbilirubinémia, jadrový ikterus (M. haemolyticus neon.)

Prevenencia a terapia:

Prevenencia izoimunizácie: Anti D PL matke

Th: Fototh

Exsanguinačná transfúzia (160 – 180 ml/kg)

### Inkompatibilita v systéme A, B

Matka 0, plod A (A<sub>1</sub>) - 90% prípadov

B – 10%

### Transfúzia

### Indikácie

## **Autohemotransfúzia**

Plazmaferéza

Predtransfúzne vyšetrenie

Náhradné roztoky: Dextran, reodextran, Nutramín, fluorokarbón (O<sub>2</sub>)

## **Komplikácie nesprávnej transfúzie**

# **FYZIOLÓGIA KARDIOVASKULÁRNEHO SYSTÉMU**

## **Fyziológia srdca**

Myokard – morfológické vlastnosti

### **Fyziologické vlastnosti srdca**

- automacia
- vodivosť
- dráždivosť
- sťažlivosť
- rytmicita

### **Srdcový vzruch**

Vzruch v bunkách myokardu

Kľudová polarizácia membrány buniek myokardu –vnútri negatívny, vonkajší pozitívny náboj – rozdiel – 80 – 90 mV.

Podstata

Depolarizácia, transpolarizácia

Repolarizácia

Pre bunky myokardu charakteristické plateau.

Vzruch v bunkách prevodového systému

Menšia kľudová polarizácia

Nestále membránové napätie

Spontánna diastolická depolarizácia (SDD)

Účinok autonómneho nervového systému na rýchlosť SDD:

vagus – acetylcholín

sympatikus

**Gradient automacie.**

### **Srdcový cyklus – revolúcia**

#### **Diastola**

**Plnenie predsiení - mechanizmy**

#### **Systola**

- Systola predsiení
- Systola komôr

1. fáza – napínacia, izovolumická (izometrická)
2. fáza – ejekčná, vyvrhovacia, vypudzovacia
  - a) fáza rýchleho vypudzovania krvi
  - b) fáza pomalého -“ -

### **Diastola**

- Protodiastola
- Fáza izovolumickej (izometrickej) ventrikulárnej relaxácie - Fáza rýchleho plnenia komôr
- Fáza pomalého plnenia komôr
- Systola predsieni

### **Systolický objem, ejekčná frakcia, srdcový výdaj**

**Systolický (tepový) objem (SV)** – 70 ml.

Konečný diastolický objem - EDV.

Konečný systolický objem - ESV (50 ml).

**Ejekčná frakcia:** Pomer medzi SV a EDV

### **Srdcový výdaj**

$MV = f.s. \times SV$ . Normálne hodnoty sú cca 5 l/min.

Lineárna závislosť od metabolizmu – spotreby  $O_2$ .

Meranie srdcového výdaja – metódy

### **VYŠETROVANIE ČINNOSTI SRDCA**

**A/ Invazívne vyšetrenia srdca**

**B/ Neinvazívne vyšetrovacie metodiky**

### **HEMODYNAMIKA**

Všeobecná - všeobecne platné princípy toku krvi

Špeciálna - zvláštnosti cirkulácie krvi v jednotlivých oblastiach

### **Rozdelenie riečísk:**

**1. vysokotlakový odporový systém** (arteriálny)

**2. nízkotlakový kapacitný systém** (venózný, kapilárny)

Z funkčného hľadiska:

**1. distribučný systém** (arter. riečisko)

**2. difúzny systém** (kapilárne r.)

**3. zberný systém** (venózne r.)

## VŠEOBECNÉ ZÁKONITOSTI HEMODYNAMIKY

### Hlavné fyzikálne veličiny hemodynamiky

- prietok
- rýchlosť prúdu
- tlak
- odpor

### PRIETOK

*Prúdenie krvi:*

- laminárne
- turbulentné - pri dosiahnutí určitej **kritickej rýchlosti** (v)

**Reynoldovo číslo** - pravdepodobnosť turbulencie

Poiseuilleov zákon

$$F = \Delta p \times \frac{\pi^4}{8L\eta}$$

Kritický uzatvárací a otvárací tlak

## RÝCHLOSŤ TOKU KRVI

$$v = F/S \text{ (cm/s)}$$

**Hodnoty strednej rýchlosti toku krvi v jednotlivých úsekoch cirkulácie**

### **MERANIE RÝCHLOSTI A PRIETOKU KRVI**

1. Elektromagnetický prietokomer
2. Meranie parciálnych cirkulačných časov
3. Volumová pletyzmografia
4. Venózna okluzívna pletyzmografia
5. Dopplerov prietokomer

## VASKULÁRNY ODPOR

$$R = \frac{\Delta p}{F} \quad \frac{\text{kPa (mmHg)}}{1 \text{ x s}^{-1} \text{ (ml x min}^{-1}\text{)}}$$

Poiseuillova rovnica:

$$R = \frac{8L\eta}{\pi r^4} \quad R - \text{odpor cievneho riečiska}$$

- zmeny R hlavne zmenami polomeru ciev

Dve zložky odporu:

- a) **stena ciev**
- b) **priesvit ciev**

a) **Elasticita ciev.**

Význam

Pulzová vlna - palpácia arteriálneho pulzu na povrchových artériách (a.radialis a a.carotis)

Pulz.vlny spôsobené zmenami TK. Synchronizácia so srdcovým cyklom - systolou. Rýchlosť pulzovej vlny asi 6 m/s.

Klinické hodnotenie pulzu.

Meranie rýchlosti pulzovej vlny

b) **Priesvit ciev**

Arterioly v splanchnickej oblasti → periférna vaskulárna rezistencia

Pľúcne arterioly - určujú pľúcnu vaskulárnu rezistenciu

## **TLAK KRVI**

Energia systoly srdca

- frontálny /rýchlostný/ tlak
- laterálny tlak = tlak krvi.

Bernoulliho zákon )

**Tlak krvi:**

- **systolický**
- **diastolický**
- **stredný**
- **tlaková amplitúda**

Hodnoty TK v jednotlivých úsekoch cirkulácie

**Meranie tlaku krvi**

Priama metóda

Nepriame metódy

## Zásady správneho merania TK

Tlak krvi závisí:

- 1) Činnosť srdca
- 2) Vaskulárny odpor
- 3) Množstvo a viskozita krvi
- 4) Vonkajší tlak na cievy
- 5) Vplyv gravitácie

Ad 1) Činnosť srdca                       $MV = f.s. \times SV$

Ad 2) Vaskulárny odpor

$$\text{Celková SVR} = \frac{\text{TKao str.}}{\text{Fao}} = \frac{100 \text{ mm Hg}}{5,5 \text{ l/min}} = 18 \text{ mm Hg} \times \text{l}^{-1} \times \text{min}$$

$$\text{Pľúcna VR} = \frac{\text{TK a.pulm.str.} - \text{TK LP str.}}{\text{F a.pulm.}} = \frac{20 - 0}{5,5} = 3,6 \text{ mm Hg} \times \text{l}^{-1} \times \text{min}$$

Ad 3) Množstvo a viskozita krvi

Ad 4) Vonkajší tlak na cievy

Ad 5) Vplyv gravitácie

## **Fyziologické zmeny tlaku krvi**

- 1) Vplyv veku a pohlavia
- 2) Vplyv polohy tela – ortostáza, klinostáza
- 3) Vplyv činnosti niektorých orgánov

## **Charakteristika hemodynamiky v cievnom systéme s nízkym tlakom**

**Základná morfológická charakteristika cievnych riečísk:**

**Artérie**

**Arterioly**

**Kapiláry**

**Vény**

**Cievny systém s nízkym tlakom a odporom = kapilárne a venózne riečisko systémového obehu, pľúcne a lymfatické riečisko.**

Charakteristika – ľahká distenzibilita

- nížky tlak krvi

→ kapacitný systém (85 % celk. objemu krvi)

## **Prúdenie krvi v kapilárach**

Prekapilárne sfinktery.

Rýchlosť krvného prúdu

Povrch a priesvit kapilárneho riečiska:

Lahká distenzibilita kapilárnej steny:

Nízky tlak v kapilárach

## **REGULÁCIA KARDIOVASKULÁRNEHO SYSTÉMU**

- regulácia činnosti srdca
- regulácia priesvitu ciev

### **Regulácia činnosti srdca**

1/ intrakardiálna (autoregulácia)

2/ extrakardiálna

### **Intrakardiálna regulácia činnosti srdca:**

1) Heterometrická autoregulácia – Frankov-Starlingov zákon

*Význam*

2/ Homeometrická autoregulácia – „Bowditchove schody“  
frekvenčný efekt

### **Extrakardiálna regulácia činnosti srdca:**

- nervová
- humorálna

### **Nervová regulácia činnosti srdca:**

**Parasympatikus (n.X.)** – kardioinhibičné centrum  
(ncl. dorsalis n.vagi).

Mediátor acetylcholín

Vagový tonus

Negatívne tropné efekty:

- chronotropný
- dromotropný
- bathmotropný
- inotropný
- klinotropný

**Sympatikus (n.n. cardiaci)**

Sympatikový tonus.

Pozitívne tropné efekty.

### **Humorálna extrakardiálna regulácia srdca:**

- katecholamíny

- T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>
  - glukagón
- Pozitívne tropné účinky

### **Regulácia priesvitu ciev**

Hladká svalovina ciev v pokoji - bazálne napätie - *cievny tonus*

- 1/ lokálna autoreguláciu tonusu a vazomotoriky ciev - **autoregulácia**
- 2/ systémová reguláciu tonusu a vazomotoriky ciev - (vonkajšia, extrinsic), - humorálna, nervová

#### **1) Autoregulácia**

##### **a. Myogénna autoregulácia**

*Baylissov efekt*

*Podstata*

##### **b. Metabolicko-humorálna autoregulácia**

1/ Metabolická

*Koncové produkty energetického metabolizmu*

*Kyslík a živiny*

*Adenozín*

2/ Humorálna:

Vazoaktívne látky tvorené endotelom:

*Endotelové bunky* produkujú a sekrétujú látky

- *vazodilatačné*
- *vazokonstričné.*

Vazodilatačné látky endotelových buniek:

1. Oxid dusnatý
2. Prostacyklín (PGI<sub>2</sub>)
3. Prostaglandíny E<sub>2</sub>, D<sub>2</sub> a EDHF( endotelový hyperpolarizačný faktor)

Vazokonstričné látky endotelových buniek:

1. Endotelíny (ED):
2. Tromboxán A<sub>2</sub> a nestabilné endoperoxidy

Ďalšie vazoaktívne látky tvorené (aj) inými tkanivami

Histamín

Plazmatické kiníny

Serotonín

## **SYSTÉMOVÁ REGULÁCIA TONUSU A VAZOMOTORIKY CIEV**

**1. autonómny nervový systém**

**2. endokrinný systém.**

### **Nervová regulácia**

**Sympatikus:** Adrenergne vlákna - NA → alpha 1 receptory –  
**vazokonstrikcia**

Väčšina hladkých svalov ciev je inervovaná sympatikom.

**Parasympatikus:** Cholinergne vlákna – acetylcholín – M receptory - vazodilatácia



Cholinergné vlákna inervujú cievy len niektorých oblastí:

**Vazomotorické centrum:**

**Predĺžená miecha** - difúzne:

- Depresorická. Oblasť A1.
- Presorická. C1 oblasť - NA neuróny.
- Senzorická oblasť. Oblasť A2.

**Spinálne vazomotorické centrá**

**Hypotalamus**

**Talamus, limbický systém - emócie**

**Mozgová kôra**

**Hormonálna kontrola priesvitu ciev:**

Katecholamíny

Renín-angiotenzínový systém:

Vazopresín (arginín-vazopresín, antidiuretický hormón):

Hypotalamus, neurohypofýza

Atriálny nátriuretický peptid (ANP):

**KARDIOVASKULÁRNE REFLEXY**

Reflex - definícia .

Reflexný oblúk.

Receptory: 1) Interoceptory: - baroreceptory  
- chemoreceptory

2) Nešpecifické receptory:

**Baroreceptory** - nízkotlakové  
- vysokotlakové

Nízkotlakové – predsene - typ A  
typ B

Efekty stimulácie atriálnych baroreceptorov  
Bainbridgeov reflex

Vysokotlakové - sinus caroticus  
- arcus aortae  
- ľavá komora

*Sinokarotický reflex*

*Reflex z arcus aortae*

*Reflex z ventrikulárnych receptorov:*

**Súhrn aktivít a efektov vysokotlakových baroreceptorov**

Normálny TK: výboje s pomalou f.  
Zvýšený TK: zvýšená f výbojov  
Znížený TK: útlm aktivity baroreceptorov

Efekty

- pri zvýšenom TK

- pri zníženom TK

Udržiavanie TK v rozličných situáciách.

### **Testovanie baroreceptorovej senzitivity**

Rôzne fyziologické manévry:

- *Ortostatický a klinostatický reflex*

- *Valsalvov manéver:*

### **Chemoreceptory**

- **periférne**

- **centrálne**

#### **Periférne chemoreceptory:**

Karotické a aortálne telieska

Stimulácia: nízky PaO<sub>2</sub>

*Efekty*

#### **Centrálne chemoreceptory**

Ventrálna strana predĺženej miechy - H<sup>+</sup> zóna

Stimulácia: Acidóza

*Efekty*

### **KV reflexy z dráždenia nešpecifických receptorov**

#### **A) Trigeminálne zakončenia**

1) Okulokardiálny reflex

2) Kratschmerov apnoický reflex

3) Diving reflex

*Kyslík šetriace reflexy - pre srdce a mozog*

#### **B) Vagové zakončenia**

1) Heringov - Breuerov reflex:

2) Pulmonálny chemoreflex:

3) Koronárny chemoreflex:

#### **C/ Somatosympatkový reflex**

#### **D/Chladový reflex**

### **Vplyv vyšších etáží CNS na KVS**

Hypotalamus:

Limbický systém: Emočné zmeny funkcií KVS

Mozgová kôra:

*Psychosomatické poruchy činnosti KVS*

## Zvláštnosti koronárnej cirkulácie

### Morfológia

Prietok: 250 ml/min (200 cez ľavú, 50 cez pravú a.c.) =  
5% MV. Pri práci zvýšenie až 10 x.

Závislosť od fáz srdcovej revolúcie – najmä cez a. c. sin. – od tlakových gradientov medzi stenou komôr

### Regulácia prietoku krvi cez koronárne riečisko

Nervová

Humorálna

*Bezoldov – Jarischov reflex – koronárny chemoreflex*

## Zvláštnosti obehu krvi mozgovým riečiskom

### Morfológia

### Prietok krvi

### Regulácia prietoku a tlaku

## PLŮCNA CIRKULÁCIA

### **Objem krvi v pľúcnom riečisku**

### **Tlak krvi v pľúcnom obehu:**

Nízkotlakové riečisko

a.pulmonalis = 25/10 mmHg (3,3/1,1 kPa)

Pľúcne kapiláry = 7 mmHg.

### **Odpor pľúcneho riečiska: nízkoodporové riečisko.**

Podiel na odpore: artérie a arterioly, kapiláry, vény (%).

### **Prietok krvi pľúcny riečiskom**

*Pulzný charakter toku.*

*Mechanické faktory ovplyvňujúce prietok krvi pľúcny riečiskom*

Hydrostatický tlak

Alveolárny tlak

### Ventilačno / perfúzny pomer.

### Regulácia prietoku krvi pľúcny riečiskom:

### **Mechanické faktory**

### Autoregulácia:

Myogénna

Metabolicko-humorálna

*Pľúcna hypoxická vazokonstrikcia*

### Fyziologický význam

*Alveolo-kapilárny reflex.*

*Kapiláro-bronchiálny reflex.*

### **Látky z endotelu pľúcnych ciev:**

a/ *Vazodilatátory pľúcneho riečiska*

b/ *Vazokonstriktory pľúcnych ciev*

### **Hormonálne vplyvy**

#### **Nervová regulácia:**

**Parasympatikus**

**Sympatikus**

**Peptiderné vlákna**

**Pulmonálny chemoreflex**

## **SPLANCHNICKÁ CIRKULÁCIA**

Zásobovanie tromi artériami:

1. **a. celiaca**
2. **a. mesenterica superior**
3. **a. mesenterica inferior**

### **Prietok krvi**

Splanchnický venózný systém - **rezervoár krvi.**

Splanchnická cirkulácia - špecifická - **dve do série zapojené kapilárne siete:**

1. Prvá kapilárna sieť
2. Sínusoidy pečene.

### **Cirkulácia krvi v cievach žalúdka a čriev**

**Sliznica** žalúdka aj čriev dostáva v pokoji viac ako polovicu - až 75% celého prietoku krvi.  
Bohaté anastomózy.

**Protiprúdová výmena** látok plynov i živín a metabolitov medzi arteriolou a venulou v črevných klkoch.

### **Hepatálny obeh:**

Dva prítoky krvi: - arteriálny (a.hepatica)  
- venózný (v.portae).

### **Krvný prietok**

- asi **1500 ml/min.** Cez a. hepatica prichádza približne 25-30% celkového prietoku krvi pečňou, 70-75% ide cez v.portae.

### **Regulácia prietoku krvi**

### Autoregulácia:

#### *Myogénna*

#### *Metabolicko - humorálna autoregulácia*

#### **Prevaha vazodilatačných faktorov:**

- pokles PaO<sub>2</sub>
- adenosín
- draslíkové ióny a zmeny osmolarity
- kalidín a bradykinín
- gastrín a cholecystokinín
- glukóza a mastné kyseliny

### Systémová hormonálna regulácia

#### **Vazokonstriktory:**

- *Noradrenálín, angiotenzín II, vazopresín*

#### **Vazodilatátory:**

- *VIP - vazoaktívny intestinálny peptid, histamín, serotonín, prostaglandíny.*

### Nervová regulácia

Prevaha sympatiková

Parasympatikové vlákna len malý efekt

Meranie prietoku krvi splanchnickou oblasťou:

### Význam splanchnickej cirkulácie

1. Zabezpečenie *metabolických funkcií* tráviaceho traktu.
2. *Rezervoárová funkcia* .

## **OBEH KRVI KOSTROVÝM SVALSTVOM**

### **Prietok krvi**

Úmerný aktivite

### **Odpor ciev**

Ovplyvňovaný okolitým tlakom vlákien kostrového svalu (relaxované/ kontrahované).

Pri **statickej kontrakcii** svalu - cievy prebiehajúce vnútri svalu sa stláčajú a prietok krvi klesá, až sa zastavuje.

**Dynamické** rytmické kontrakcie - efekt na prietok krvi je intermitentný.

### **Regulácia prietoku krvi kostrovým svalstvom:**

#### Autoregulácia:

#### *Myogénna*

#### *Metabolicko-humorálna autoregulácia*

Prevaha vazodilatačných pôsobkov

#### **Ischemická hyperémia**

### Systémová hormonálna regulácia

### Nervová regulácia

Existencia vazodilatačných *sympatikových cholinergných vlákien*:

Cholinergný sympatikový systém =vazodilatačný systém (gyrus praecentralis - hypotalamus – mesencephalon – miecha)

V pokoji hlavne *regulácia nervová*, pri svalovej práci *lokálne humorálne* mechanizmy.

Význam krvného obehu kostrovým svalstvom:

- 1/ Prívod kyslíka a živín a odvod oxidu uhličitého, metabolitov
  - 2/ Termoregulačný význam
  - 3/ Regulácia krvného tlaku i cirkulujúceho objemu.
- 

### **Krvný obeh kožou**

Morfológia

Prietok - 1 – 150 ml/min/100 g

Regulácia

1) Nervová

*Axónový reflex – antidrómne vedenie vzruch – lokálne efekty*

2) Humorálna :

Vazodilatačné látky

Vazokonstrikčné látky

Fyziologický význam

- 1/ Výživa kože a kožných štruktúr
- 2/ Termoregulácia

Skúšky kožnej vaskulárnej reaktivity

Dermografizmus

### **FETÁLNY KRVNÝ OBEH**

Kontrakcie buniek budúceho srdca - od 3.týždňa

Primitívny KO embrya - od 5.týždňa

### **SRDCE PLODU**

Relatívna väčšia hmotnosť - k hmotnosti tela. Hmotnosť PK väčšia

Existencia P-L skratu - **foramen ovale**

Frekvencia srdca: 120-140/min, existencia VFS

Respiračná sinusová arytmia – už in utero

### **Dýchacie pohyby plodu**

Výskyt

Typy: 1. Rýchle pravidelné (60-90/min)

2. Rýchle nepravidelné

3. Samostatné pohyby s veľkou amplitúdou (6-12 x za deň)

4. ...čkanie, „kašeľ“, zívanie, panting ...

Faktory ovplyvňujúce DPP:

1. Pokles PO<sub>2</sub>
2. Glykémia
3. Fyzikálne stimuly
4. Farmaká
5. Fajčenie

### **Zmeny FS plodu**

*Tachykardia (akcelerácia)*

*Bradykardia (decelerácia):*

### **Využitie zmien FS pre diagnostiku stavu plodu pri pôrode:**

Kardiotokografia: EKG plodu + snímanie kontrakcií maternice

Včasná decelerácia - DIP I.

Oneskorená decelerácia - DIP II

Variabilná decelerácia

### **Minútový vývrhový objem srdca plodu**

MV: kombinovaný - PK:65%, LK 35%

## **REGULÁCIA KO PLODU**

*Autoregulácia*

*Nervová regulácia*

*Humorálna regulácia*

## **TRANZITÓRNY OBEH**

### **Mechanizmy spontánneho uzáveru pup. šnúry:**

- cirkulárna svalovina
- longitudinálna
- špirálovitá

Pokles ven.návratu - zníženie TK v PP - PK a pl. riečisku

Zvýšenie TK cez pľúcne riečisko, TK v systémovom riečisku - zvýš. TK v LP, funkčný uzáver FO.

### **Mechanizmus uzáveru ductus venosus Arantii:**

funkčný uzáver v dôsledku poklesu prítoku krvi

### **Mechanizmy uzáveru ductus a. Botalli:**

- zvýšenie PaO<sub>2</sub>
- vazokonstriktorické látky

- odpadnutie vazodilatačného tonusu prostaglandínov PGE<sub>1,2</sub>  
*Terapeutické použitie blokátorov - aspirín, indometacín... namiesto operatívneho podväzu.*

### **Metódy neinvazívneho merania TK u novorodencov a dojčiat**

Flush metóda – TK str.

Xylolová metóda – 2 manžety – prenos pulzácií

#### Ultrazvuková metóda

- Arteriosonda
- Pedisphyg – system

#### Infrazvuková metóda

– vibrácie steny cievy – Infrasonde 3000

Oscilometrická metóda – Nippon-Collin, Dinamap

Význam použitia správnej šírky a dĺžky tonometrickej manžety

### **Tlak krvi u plodov, novorodencov, detí a adolescentov**

a) **Plody:** U plodov – postupný vzostup TK

b) **Novorodenci:**

Závislosť od gestačného veku a p. hmotnosti

Závislosť od postnatálneho veku

Cirkadiánna závislosť

Vplyv plaču na TK

Vplyv príjmu potravy na TK

c) **Tlak krvi v detstve**

Najprudšie zvýšenie v 1. týždni (+10 mm Hg), ďalších 5 týždňov (+ á 2 mm Hg/týždeň), 2. – 4. rok plató, 8.–11. rok zabrzdzenie až pokles TK syst. (pokles f.s.)

Puberta – vzostup a pohlavná diferenciácia

„Tracking fenomén“

## **FYZIOLÓGIA DÝCHANIA**

### **Dýchanie**

- vonkajšie
- vnútorné

### **Vonkajšie dýchanie:**

1/ventilácia, 2/distribúcia, 3/difúzia 4/perfúzia pľúc.

### **Mŕtvy priestor dýchací (V<sub>D</sub>)**



Konduktívna zóna.  
Tranzitórna (prechodná) a respiračná zóna.

**Konduktívna zóna = mŕtvy priestor ( $V_D$  - volume dead).** U dospelého človeka cca 150 ml.

Mŕtvy priestor:

- *anatomický*
- *alveolárny*
- *celkový - funkčný.*

**Fyziologický význam  $V_D$**

Nárazník medzi atmosférou a alveolmi.

**Meranie mŕtveho priestoru**

Podľa Bohrovej rovnice

Jednodychový dusíkový test

**Hladké svalstvo dýchacích ciest a jeho regulácia**

Hladké svalstvo: trachea, bronchy.. resp. bronchioly.

Cirkulárne a špirálovite.

**Regulácia priesvitu dýchacích ciest**

Mechanické faktory

Nervová regul.: ANS.

*Parasympatikus*

*Sympatiko-adrenálny systém*

*Neadrenergický a necholinergný systém*

*Axónové reflexy.*

Humorálna regulácia:

*Bronchokonstričné látky*

*Bronchodilatačné*

## ELASTICKÉ VLASTNOSTI PĽÚC A HRUDNÍKA

**Pôvod elastických vlastností hrudníka**

Elastické tlaky pľúc a hrudníka pri FRC (po pokojnom výdychu) sú v rovnováhe-  
**relaxačná poloha.**

## PNEUMOTORAX

***Vonkajší pneumotorax***

*Otvorený pneumotorax*

*Uzatvorený*

*Ventilový*

## *Vnútorný pneumotorax*

### Následky PNO

## VENTILÁCIA

**Ventilácia** = cyklicky sa opakujúci proces inspíria a expíria s výmenou vzduchu v pľúcach.

### Mechanizmy vdychu a výdychu

Inspiračné - vdychové dýchacie svaly

Exspiračné - výdychové dýchacie svaly

### Dychový cyklus

## PARAMETRE CHARAKTERIZUJÚCE VENTILÁCIU

### Tlaky v dýchacom systéme

**Tlak v interpleurálnom priestore (Ppl):**

Pri pokojnom dýchaní – subatmosférický.

- Exspírium

- Inspírium

*Vplyv gravitácie na Ppl*

### **Intrapulmonálny tlak**

*Meranie interpleurálneho/intratorakálneho tlaku*

*Meranie alveolárneho tlaku:*

### **Tlaky:**

- faryngeálny (Pf),

- tracheálny (Ptr),

- bronchiálny (Pbr)

- abdominálny (Pabd) / v žalúdku (P gastr.)

### **Diferenciálne tlaky**

## Prietok, rýchlosť a prúdenia vzduchu cez DC

### **Prúdenie:**

- *Laminárne prúdenie* - parabolický rýchlostný profil.

- *Turbulentné prúdenie* - vírivé prúdenia

### **Rýchlosť prúdenia vzduchu v trachei**

### **Prietok vzduchu dýchacími cestami**

Meranie rýchlosti a prietoku vzduchu DC

## Objemy a kapacity pľúc

### Základné objemy pľúc

### Kapacity pľúc

#### **Meranie objemov a kapacít pľúc:**

Spirometria/ spirografia.

(RV a FRC nepriame metódy.)

## MINÚTOVÁ A ALVEOLÁRNA VENTILÁCIA

**Ventilácia pľúc** = objem vzduchu, ktorý prejde dýchacími cestami a alveolami za časovú jednotku.

**Minútová ventilácia:** Množstvo vzduchu, ktoré sa preventiluje dýchacími cestami a pľúcami za 1 minútu:

$$V = V_T \times f = 0,5 \text{ l} \times 12 - 18/\text{min} = 6 - 9 \text{ l/min} .$$

**Alveolárna ventilácia:** Množstvo vzduchu, ktoré sa obmení v alveolárnom priestore za 1 minútu:

$$V_A = (V_T - V_D) \times f.$$

### *Bohrova axióma*

$$V_A = 3,5 - 6,3 \text{ l/minútu}.$$

Efekty rôznych dychových objemov a frekvencií dýchania na celkovú minútovú a alveolárnu ventiláciu.

## DYCHOVÝ VZOR

Efektivita ventilácie - nastavenie úpravami:

- 1/ frekvencia dýchania,
- 2/dychový objem,
- 3/ trvanie dychového cyklu -  $T_{tot}$ ,
- 4/trvanie inspíria -  $T_i$ ,
- 5/trvanie expíria -  $T_e$ ,
- 6/ vzájomný pomer  $T_i:T_e$ ,
- 7/ rôzne kombinácie zmien týchto parametrov.

**Dychový vzor** = spôsob kombinácie zmien uvedených parametrov k udržaniu primeranej a efektívnej ventilácie.

#### **Vyjadrenie dychového vzoru:**

- Vzťah medzi *dychovým objemom a trvaním dychového cyklu*

- Vzťah medzi *dychovým objemom a trvaním častí dychového cyklu* - inšpiria (Ti) a exspiria (Te) = inšpiračnou a exspiračnou rýchlosťou.  
*Eulerova hyperbola.*
- Vzťah medzi *dychovým objemom a minútovou ventiláciou.*  
*Heyov vzťah*

## DISTRIBÚCIA VENTILÁCIE

Pľúca - orgán so zložitou štruktúrou – **nerovnomerná distribúcia vzduchu** v závislosti od mnohých **faktorov**:

### **Morfologické usporiadanie**

#### **Vplyv gravitácie**

#### **Uzatvárací objem - closing volume (CV)**

#### **Gas trapping**

#### **Meranie CV**

- Jednodychovým dusíkovým testom (meranie VD);
- Bolusovou metódou s xenónom, argónom, alebo héliom.

#### **Uzatváracia kapacita (closing capacity, CC)**

#### **Vplyv regionálnych zmien poddajnosti a odporu**

#### *Regionálna porucha poddajnosti*

#### *Regionálna bronchokonstrikcia/obštrukcia*

#### **Meranie distribúcie ventilácie**

Distribúciu ventilácie môžeme hodnotiť pomocou:

- *auskultácie pľúc*
- *rtg snímok*
- *rádioaktívneho plynu*
- *jednodychového dusíkového testu*
- *mnohodychových metód merania intrapulmonálnej distribúcie plynu* -

## PLÚČNY SURFAKTANT

300 miliónov alveolov – rôzne diametre.

$$\text{Laplaceov zákon } P = \frac{2 \times T}{r}$$

→ *instabilita systému.*

V pľúcach **stabilizujúci faktor** = **plúčny surfaktant** –vystielajúci vnútro alveolov.

### Množstvo a zloženie plúčneho surfaktantu

### Lipidicko-proteínový komplex

- Fosfolipidy (90%), proteíny (8-10%).

Z fosfolipidov je najviac fosfatidylcholínu (PC, starší názov lecitín - 70-80% fosfolipidov) a fosfatidylglycerolu (PG).

- Proteíny: SPA, SP-B, SP-C, SP-D

### Biosyntéza surfaktantu

Pneumocyty II. - kubické, mikrovilli, množstvo b. organel – producenti surfaktantu (S).

S sa tvorí v endoplazmatickom retikulu, potom transportovaný do lamelárnych teliesok (až 25% obsahu cytoplazmy). Dozrievanie, presun zrelších teliesok k okraju pneumocytu - vylučovanie S exocytózou.

Na povrchu alveolu S získava podobu mriežkovitých štruktúr – tubulárny myelín (nutné  $Ca^{2+}$ ) – z neho funkčná monovrstva – aktívny surfaktant.

### Alveolárny metabolizmus surfaktantu

Odstraňovanie S:

- 1) Spätne vychytávanie
- 2) Fagocytóza a degradácia alveol. makrofágmi
- 3) Odstraňovanie lymfatickým a vaskulárnym systémom,
- 4) MCT (malý význam).

### Regulácia syntézy a sekrécie pľúcneho surfaktantu

Lokálna

Nervová

Humorálna

*Kortikoidy*

*Tyreoidálne hormóny*

*Pohlavné hormóny*

*Inzulín*

### Funkcie pľúcneho surfaktantu

1) Mechanická stabilizácia alveolov a respiračných bronchiolov

*Nedostatok S – RDS – dyspnoe, zvýšená  $W_{tot}$ .*

2) Antiedematózna funkcia

3) Účasť na lokálnych obranných mechanizmoch pľúc

4) Transportné vlastnosti

5) Ochrana alveolárnej hypofázy pred vyschnutím

### Klinické aspekty surfaktantu

### Perinatálne obdobie

Nezrelé pľúca – prevaha fosfatidylinozitolu (PI)

Zrelé - - - - - fosfatidylglycerolu (PG)

Prvý dych – významný vzostup koncentrácie

### Nedostatok S – IRDS

#### Poškodenie S:

Endogénne faktory

Exogénne faktory

Liečba surfaktant – deficientných stavov exogénnym surfaktantom

Ciele – nahradiť chýbajúci S - stimulovať metabolizmus endogénneho S

## VÝMENA DÝCHACÍCH PLYNOV V PĽÚCACH

Pre absorpciu plynov v tekutine platí Henryho zákon

Absorbčný koeficient =  $O_2 = 0,024$  ;  $CO_2 = 0,51$  (20 – 25 x väčší)

### $O_2$ , $CO_2$ = dýchacie/krvné plyny

#### Zloženie a parciálne tlaky

Alveolokapilárna (a-k)membrána = zloženie

Schéma difúzie  $O_2$  a  $CO_2$  cez alveolokapilárnu membránu

Veľkosť transferu – difúzie

Difúzna kapacita pľúc pre  $O_2$

Maximálna difúzna kapacita  $O_2$ .

### Prenos kyslíka krvou

$O_2$  - fyzikálne rozpustený v plazme

- chemicky viazaný na Hb

Fyzikálne rozpustený – v 1 litri krvi – 3 ml  $O_2$  (0,3 ml%).

Lineárna závislosť medzi množstvom a  $P_AO_2$

Chemicky viazaný  $O_2$  na Hb – oxygenácia a deoxygenácia

1g Hb  $\leftarrow$  1,34 ml  $O_2$  (Hüfnerovo číslo)

V 1 litri krvi = 160 g Hb x 1,34 = 214 ml  $O_2$  =  $O_2$  kapacita

Disociačná a asociačná (väzbová) krivka  $O_2$

#### Vplyvy na tvar krivky:

- 1) CO<sub>2</sub> – Bohrov efekt
- 2) pH
- 3) Vzostup teploty
- 4) 2,3 DPG

### Transport CO<sub>2</sub> krvou

PaCO<sub>2</sub> = 40 mmHg (5,3 kPa); PvCO<sub>2</sub> = 46 mmHg (6,1 kPa)

- 1) Fyzikálne rozpustený
- 2) Chemicky viazaný – kyslé uhličitaný
- 3) - “ - - na bielkoviny - karbaminohemoglobín  
- karbaminoproteín

### **Väzbová krivka CO<sub>2</sub>**

#### **Vplyv na tvar:**

O<sub>2</sub> – vzostup doprava, dole – pokles – doľava – čím menej O<sub>2</sub> – tým viac môže krv viazať  
CO<sub>2</sub> – **Christiansen–Douglas – Haldane efekt**

### **Vzájomná potenciácia krvných plynov**

### Liečba kyslíkom

#### **Indikácia**

#### **Spôsob aplikácie**

Základná požiadavka zmes plynov obohatená kyslíkom musí byť zohriata a dostatočne zvlhčená.

Za normálneho barometrického tlaku - *normobarická*, za zvýšeného - *hyperbarická oxygenácia*.

Dýchanie 100% O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub> = 1,0) u zdravého človeka vyvolá úplné nasýtenie Hb a asi 5x sa zvýši fyzikálne rozpustený O<sub>2</sub> (z 3 na 14 ml/l) – PaO<sub>2</sub> = 700 torr (93 kPa).

U pacientov trpiacich hypoxémiou a hypoxiou zvyšovaním koncentrácie kyslíka vo vdychovanej zmesi upravujeme znížený PaO<sub>2</sub> na fyziologické hodnoty - **normoxémiu**.

#### **Nepriaznivé účinky O<sub>2</sub> liečby**

- 1) O<sub>2</sub> apnoe
- 2) Dráždenie slizníc chladným a nezvlhčeným plynom
- 3) Zmeny na pľúcach a dýchacích cestách
- 4) Vazokonstrikcia
- 5) Vplyv na mozog
- 6) Vznik voľných radikálov - *cytotoxický efekt*.

- 7) Vplyv na kvs
- 8) Výbušnosť

### **Hyperbarická oxygenácia**

Aplikácia O<sub>2</sub> zvýšeným tlakom (pľúca i celé telo)  
Hyperbarické komory

Pri P = 3 atm. – dosýtenie Hb + zvýšenie fyzikálne rozpusteného O<sub>2</sub> až na 70 ml/l = PaO<sub>2</sub> = 2000 mmHg (270 kPa) – dostatočné množstvo na zásobovanie tkanív.

**Indikácie:** Pri inaktivácii Hb

- Otrava barbiturátmi, kyanidmi
- Liečba plynovej gangrény, tetanu, ulcus cruris,
- Bürgerovej choroby, porúch vnútorného ucha, ...

### **Komplikácie**

#### **Účinky zníženého barometrického tlaku**

**Choroba z dekompresie** (kesónová choroba): prudký prechod z prostredia so zvýšeným barometrickým tlakom (potápanie sa) do prostredia s normálnym tlakom. Bublinky N<sub>2</sub>.  
Terapia

### **Explozívna dekompresia**

#### **Účinky zvýšeného barometrického tlaku**

### **Potápanie sa**

Adaptačné mechanizmy fyziologické –  
- ponárací (diving) reflex

Technické možnosti – akvalungy

Zvýšenie PO<sub>2</sub>, PN<sub>2</sub>.

Zvýšenie PN<sub>2</sub> (4-5 atm) – eufória, 38 atm - narkóza

**Náhle zvýšenie tlaku v okolí** – pri výbuchu – blast syndróm (dysbarizmus)

### **UMELÁ VENTILÁCIA PĽÚC**

= zabezpečovanie ventilácie umelými zásahmi a prostriedkami

### **Požiadavky na UVP:**

**Ventilácia má zabezpečiť:** dostatočnú výmenu dýchacích plynov adekvátne požiadavkám metabolizmu



Ventilácia nemá významne narušovať:

- 1) dýchacie cesty
- 2) alveoly a surfaktantový systém pľúc
- 1) venózný návrat
- 2) pľúcnu cirkuláciu ako celok a regionálne ventilačno-perfúzne pomery
- 5) minútový vývrhový objem srdca
- 6) stav a činnosť iných orgánov

### **Typy UVP**

Uplná náhrada ventilácie

Mandatórna ventilácia

CPAP

## REGULÁCIA DÝCHANIA

- 1) Nervová
- 2) Chemická

### NERVOVÁ REGULÁCIA POKOJNÉHO DÝCHANIA

Dýchacie centrá – lokalizácia: predĺžená miecha a most

Medulárne dýchacie centrum:

*inspiračná časť*

*expiračná časť*

*Inspiračná časť* – dorzálna respiračná skupina (DRS)

*Expiračná časť* – oblasť ncl. retrofacialis, Bötzingerov komplex.

*Zmiešaná oblasť* – ventrálna respiračná skupina (VRS) -

Pontínne centrá

*Apneustické centrum* (ncl. reticularis)

*Pneumotaxické centrum* (pons, ncl. parabrachialis a Kölliker - Fusse)

### Organizácia činnosti dýchacích centier

**Generátor** centrálnej inspiračnej aktivity (CIA)

**Sumátor** +

**Vypínač** inspiria

### Vplyvy na nervovú reguláciu dýchania

a) Z vyšších etáží CNS:

- 1) Mozgová kôra
- 2) Limbické štruktúry – emócie
- 3) Hypothalamus

## **Vôľová a automatická kontrola dýchania**

**Vôľová regulácia:** kortikospinálna dráha v dorzolaterálnej mieche (poškodenie = *sy. automatického dýchania*)

**Automatická regulácia:** bulbospinálna dráha vo ventrolaterálnom povrazci (poškodenie, príp. v mozgovom kmeni = *sy. Ondinovej kliatby*).

### **b) Z periférie:**

a/ Receptory nosa

b/ Receptory nazofaryngu a orofaryngu

c/ Receptory laryngu

d/ Dolné dýchacie cesty a pľúca

1) Receptory rozpätia pľúc – mechanoreceptory, stretch receptory, inflačné receptory – hl

2) Dráždivé (irritant receptory) – rýchlo sa adaptujúce receptory (RAR).

e/ Receptory dýchacích svalov

## **NEŠPECIFICKÉ RECEPTORY**

a/ **Mechanoreceptory orbity**

b/ **Baroreceptory**

c/ **Receptory kože**

d/ **Teplotné receptory, chladové receptory**

e/ **Receptory bolesti**

f **Proprioreceptory končatín**

## **Ochranné a obranné reflexy dýchacích ciest**

### **Ochranné (preventívne) reflexy:**

a/**Kratschmerov apnoický reflex:**

b/**Ponárací (diving) reflex:** chladové receptory sliznice HDC a tváre.

c/ **Laryngeálny chemoreflex:**

d/ **Receptory pľúcnych a bronchiálnych C-vlákien**

Efekty:

- Pľúcny chemoreflex:

- J-reflex (Paintal)

### **Obranné reflexy dýchacích ciest a pľúc**

1) Kýchanie

2) Aspiračný reflex

3) Kašeľ

4/ Exspiračný reflex

*Kardiovaskulárne efekty ORDC. Kašľová synkopa.*

### **Chemická regulácia dýchania**

Regulácia ventilácie podľa  $PO_2$ ,  $PCO_2$  a pH

Snímače – **chemoreceptory**:

- Periférne
- Centrálné

**Periférne chemoreceptory** – glomus caroticum (n. IX.)  
- glomus aorticum (n. X.)

Vlastné chemoreceptory- zakončenia n.sini carotici a n.vagi

Modulovanie efektov dopamínom – vytváraným v bb. typu 1

Monitorovanie  $PaO_2$  a nie obsahu  $O_2$  !

Tonicky aktívne.

Zvýšenie vzruchov – hyperventilácia.

Pozitívny hypoxicko – hyperkapnický vzťah.

Vplyv na KVS

### **Centrálné chemoreceptory**

Ventrálna strana predĺženej miechy ( $H^+$ , Mitchel, Loeschke, Schlaefke -MLS zóna).

Podnet – vzostup  $PCO_2$  a koncentrácie  $H^+$  iontov v mozgovo-miechovom moku a intersticiálnej tekutine.

Hyperventilácia. Slabý alebo žiadny vplyv na krvný obeh.