



# Interpretarea valorilor privind gazele sanguine la caine si pisica

Conf.univ.dr.Viorel Andronie  
FMV-Spiru Haret  
Bucuresti, 3 martie 2017

# De ce este importantă analiza gazelor din sânge?

Ne furnizează informații despre:

- Ventilatia pulmonara
- Oxigenare
- Statusul raportului acizi/baze

# Valori normale la caine si pisica

Nr.crt	Parametru	Valoare
1	PaO <sub>2</sub>	85-100 mmHg
2	PaCO <sub>2</sub>	35-45 mmHg
3	HCO <sub>3</sub>	21-27 mmol/l
4	pH	7.35-7.45

# Patru ecuații importante:

1. Ecuația  $PaCO_2$  – ne dă informații despre ventilarea alveolară(VA)

$$PaCO_2 = \frac{VCO_2 \times 0.863}{VA}$$

# Patru ecuații importante :

2. Ecuația Gaze Alveolare – ne dă informații despre oxigenare

$$PAO_2 = PIO_2 - 1.2 \times (PaCO_2)$$

(Oxigenul alveolar este oxigenul inspirat minus  $CO_2$  alveolar )

# Patru ecuații importante :

3. Ecuația Conținutul de Oxigen – ne dă informații despre oxigenare

$$CaO_2 = (Hb \times 1.34 \times SaO_2) + (0.003 \times PaO_2)$$

Conținutul de oxigen este cantitatea de  $O_2$  legată de hemoglobină plus cantitatea de  $O_2$  dizolvată în plasma.

# Patru ecuații importante :

4. Ecuația Henderson-Hasselbalch— ne dă informații despre statusul acizi:baze

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0.03[\text{PaCO}_2]}$$

sau

$$\text{pH} \sim \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{PaCO}_2]}$$

$$PaCO_2 = \frac{VCO_2 \times 0.863}{\dot{V}_A}$$

- $CO_2$  este produs de metabolism
- Ventilarea este singura modalitate de eliminare a  $CO_2$
- Creșterea producției de  $CO_2$  fără creșterea ventilării alveolare duce la creșterea  $PaCO_2$



# Ventilația alveolară (VA)

- $VA = VE - VD$
- $VE$  = frecvența respirației x volumul de aer inspirat/ expirat la fiecare respirație
- $VD$  = frecvența respirației x volumul spațiului mort
- Spațiul mort reprezintă părțile din căile respiratorii care nu iau parte la schimbul de gaze. Traheea, bronhiile și bronhiiolele au spațiu anatomic mort. Unele alveole pot avea spațiu mort din cauza deficiențelor de perfuzare.
- **Spațiul mort reprezintă 1/3 din volumul de aer inspirat / expirat la fiecare respirație de un animal normal, sănătos.**

# Limitările PaCO<sub>2</sub>

- PaCO<sub>2</sub> ne dă numai ventilarea alveolară în funcție de producția de CO<sub>2</sub>. Nu arată efortul respirator, frecvența sau profunzimea respirației.

# Utilitatea clinică a PaCO<sub>2</sub>

- Caz clinic:

Un Collie de 12 ani este internat pentru observație din cauza a 2 zile de anorexie și letargie. Observați că animalul gâfâie permanent.

Măsurarea gazelor din arteră arată o valoare PaCO<sub>2</sub> de 58mm Hg. Ce spuneți? Câinele hiperventilează sau hipoventilează?

# Hipoventileaza!

---

- Un nivel PaCO<sub>2</sub> de 58 mm Hg este anormal de ridicat. Deși câinele respiră repede, fiți atenți să nu faceți presupunerea greșită că animalul hiperventilează.

# Hipercapnia – cauze și consecințe

- Cauzele Hipercapniei:
  - VE neadecvată (de ex. orice afecțiune care limitează frecvența sau profunzimea respirației)
  - Prea mult din VE merge la VD (alveolele sunt ventilate dar subperfuzate)
  - Combinații ale situațiilor de mai sus

# Hipercapnia – cauze și consecințe

- Consecințe ale Hipercapniei:
  - Pe măsură ce  $\text{PaCO}_2$  crește,  $\text{PAO}_2$  și  $\text{PaO}_2$  scad dacă nu se suplimentează oxigenul
  - Pe măsură ce  $\text{PaCO}_2$  crește, pH-ul scade, dacă nu crește și  $\text{HCO}_3^-$
  - Cu cât  $\text{PaCO}_2$  este mai ridicat, cu atât mai rău va fi pacientului dacă VA nu va scădea

# Capnografia

- Măsurarea  $\text{CO}_2$  ( $\text{PetCO}_2$ ) de la sfârșitul expirației este un mijloc neinvaziv de evaluare a  $\text{PaCO}_2$
- $\text{PACO}_2 = \text{PetCO}_2 = \text{PaCO}_2$
- Acest lucru nu este valabil pentru pacienții cu boli de pulmon și cu dezechilibru ventilare / perfuzare ( $\text{V/Q}$ ).

# Statutul oxigenului

$PAO_2$  – este conținutul alveolar de oxigen

$PaO_2$  – este presiunea parțială a oxigenului dizolvat din sângele arterial

- Oxigenul circulă din zonele cu concentrație ridicată spre zonele cu concentrație scăzută pe măsură ce el difuzează din alveole spre sângele capilar din pulmoni. Astfel, valoarea măsurată a  $PaO_2$  trebuie totdeauna să fie mai mică decât valoarea calculată a  $PAO_2$ .



# Statutul oxigenului

- $PAO_2 = PIO_2 - 1.2 \times (PaCO_2)$
- Oxigenul alveolar este oxigenul inspirat minus CO<sub>2</sub> alveolar
  - (Înmulțiți PaCO<sub>2</sub> cu 1,2 pentru niveluri de FIO<sub>2</sub> mai mici de 60% pentru a ține cont de variația presiunii azotului).
- $PIO_2 = FIO_2 (P_B - 47)$ 
  - (Presiunea vaporilor de apă este scăzută din presiunea barometrică pentru a se obține presiunea gazelor uscate).

# Statutul oxigenului

- Compararea valorii calculate a  $PAO_2$  și  $PaO_2$  (gradientul  $P(A-a)O_2$ ) dă răspunsul la întrebarea, “Transferă pulmonii bine oxigenul?”

# Statutul oxigenului– caz clinic

- Un Cocker Spaniel de 7 ani diagnosticat recent cu sindrom Cushing vine la clinică cu semne de efort respirator crescut. Valorile gazelor din sângele arterial sunt:

pH=7.45      PaCO<sub>2</sub>=23 mm Hg

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=21      PaO<sub>2</sub> = 83 mm Hg

# Statutul oxigenului– caz clinic

pH=7.45

PaCO<sub>2</sub>=23 mm Hg

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>=21

PaO<sub>2</sub> = 83 mm Hg

- Care sunt valorile PIO<sub>2</sub>, PAO<sub>2</sub>, și P(A-a)O<sub>2</sub>?

(Presupuneti FIO<sub>2</sub> = 21% la nivelul  
mării P<sub>B</sub> = 747 mm Hg)

# Statutul oxigenului– caz clinic

$$\begin{aligned} \text{PIO}_2 &= \text{FIO}_2 (\text{P}_B - 47) \\ &= 0.21(747 - 47) \\ &= 147 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PAO}_2 &= \text{PIO}_2 - 1.2(\text{PaCO}_2) \\ &= 147 - 1.2(23) \\ &= 119 \end{aligned}$$

# Statutul oxigenului– caz clinic

- $P(A-a)O_2 = 119 - 83$   
 $= 36 \text{ mm Hg}$

La oameni, un gradient normal A-a este între 5-15 mm Hg la tineri și la cei de vârstă medie și de 15-25 mm Hg la bătrâni.

La câini, un gradient normal A-a trebuie să fie mai mic de 22 mm Hg.

- Acest Cocker spaniel are un gradient A-a mare, are arată o nepotrivire V-Q, afectarea difuziei sau sunt stâng sau drept.

# Care câine are cea mai gravă boală pulmonară?

## Câinele A

- $P_{aO_2} = 94$
- $P_{aCO_2} = 11$

- $PAO_2 = 147 - 1.2(11)$   
 $= 134$
- $A-a = 134 - 94$   
 $= 40$

## Câinele B

- $P_{aO_2} = 60$
- $P_{aCO_2} = 66$

- $PAO_2 = 147 - 1.2(66)$   
 $= 68$
- $A-a = 68 - 66$   
 $= 2$

# Conținutul de oxigen -- $\text{CaO}_2$

- $\text{PaO}_2$  este presiunea parțială a oxigenului dizolvat în sângele arterial
- $\text{SaO}_2$  este procentul din totalul de locuri de legare a hemoglobinei care sunt saturate cu oxigen
- $\text{CaO}_2$  este conținutul total de oxigen al sângelui arterial.



# Conținutul de oxigen -- $\text{CaO}_2$

- $\text{CaO}_2 = (\text{Hb g/dl} \times 1.34 \text{ml O}_2/\text{g Hb} \times \text{SaO}_2)$

+

$$(0.003 \text{ ml O}_2/\text{mm Hg/dl})$$

$\text{CaO}_2$  depinde în primul rând de oxigenul legat de hemoglobină

# Conținutul de oxigen -- $\text{CaO}_2$

- Cu cât sunt mai multe molecule de  $\text{O}_2$  dizolvate (adică, cu cât  $\text{PaO}_2$  este mai mare), cu atât mai mult se vor lega de hemoglobina disponibilă. Deci  $\text{SaO}_2$  depinde mult de  $\text{PaO}_2$ .
- Dar,  $\text{PaO}_2$  nu depinde de  $\text{SaO}_2$  sau de cantitatea de hemoglobină din sânge.

# Conținutul de oxigen -- $\text{CaO}_2$

- $\text{PaO}_2$  nu este în funcție de conținutul de hemoglobină, ci numai de  $\text{PAO}_2$  alveolar și de arhitectura pulmonului (interfața alveola-capilar).
- De aceea, un pacient cu anemie severă, intoxicare cu monoxid de carbon sau cu methemoglobinemie poate avea un  $\text{PaO}_2$  normal.

# Conținutul de oxigen -- $\text{CaO}_2$

- Un Doberman are  $\text{PaO}_2$  85 mm Hg, și  $\text{SaO}_2$  98%, și PCV 42. Suferă o criză hemolitică severă și PCV scade la 21. Presupunând că în urma hemolizei nu apare nici o boală de pulmon, credeți că  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{SaO}_2$ , și  $\text{CaO}_2$  vor crește, scădea sau vor rămâne neschimbate?

# Conținutul de oxigen -- $\text{CaO}_2$

- $\text{PaO}_2$  va rămâne neschimbat
- $\text{SaO}_2$  va rămâne neschimbat
- $\text{CaO}_2$  va scădea

De ce?

# Statusul acid-bază

- $$\text{pH} = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{PaCO}_2]}$$

Această relație poate fi folosită pentru a înțelege patru deficiențe majore ale raportului acid-baze:

- Acidoză metabolică
- Alcaloză metabolică
- Acidoză respiratorie
- Alcaloză respiratorie

# Statusul acid-bază

- **Acidoza metabolică:**

Scăderea valorii pH(<7,35) datorită reducerii  $\text{HCO}_3^-$ . Compensarea este scăderea  $\text{PaCO}_2$  (hiperventilare).

Cauze: acidoza lactică, cetoacidoza, intoxicare cu etilenglicol, diaree, acidoza tubulară renală, IRC (scaderea reabsorbției și formării de  $\text{HCO}_3^-$ ), hipoaldosteronismul, perfuzii cu cantități crescute de soluție de NaCl.

# Statusul acid-bază

- **Alcaloza metabolică:**

- Valoare crescută a pH-ului ( $>7,45$ ) provocată de creșterea nivelului  $\text{HCO}_3^-$ . Compensarea este ceșterea  $\text{PaCO}_2$  (hipoventilare).
- Cauzele includ folosirea diureticelor și a corticosteroizilor, vomitarea, sindromul Cushing, hiperaldosteronism, etc.



# Statusul acid-bază

- **Acidoza respiratorie:**
  - Scăderea valorii pH -ului datorită creșterii valorii PaCO<sub>2</sub>. Compensarea se face prin reținerea renală de bicarbonat.
  - Cauzele includ depresia sistemului nervos central, boli pulmonare sau de căi respiratorii-hipoventilație(restrictive, obstructive și mixte).

**Pulmonul numai elimina dioxidul de carbon care se acumulează → acid carbonic ↑, vasodilatație cerebrală, hipertensiune intracraniană.**

# Statusul acid-bază

- **Alcaloza respiratorie:**

- Creșterea valorii pH-ului din cauza scăderii  $\text{PaCO}_2$  → vasoconstricție cerebrală. Compensarea se face prin excreția renală de bicarbonat.
- Cauzele includ hipoxia, embolismul pulmonar, anxietatea, septicemia și insuficiența hepatică, efort fizic.

**Pulmonul elimina în exces dioxid de carbon (hiperventilație) → acidul carbonic ↓**

# Statusul acid-bază

- Exemplu:
- $\text{pH} = 7.30$
- $\text{HCO}_3^- = 17$
- $\text{PaCO}_2 = 32$
- Care este principala problemă a raportului acid-bază?

# Statusul acid-bază

- Acidoza metabolică cu compensare respiratorie.
- **\*\*Important\*\***
- Tulburările raportului acid-bază nu se compensează la pH normal. Un pH normal cu  $\text{PaCO}_2$  și/sau  $\text{HCO}_3^-$  anormal indică două sau mai multe probleme principale.

# Interpretarea rezultatelor pentru gazele din sânge

- **Aspecte principale:**
  - 1. PaCO<sub>2</sub> indica date despre ventilare
  - 2. Gradientul A-a oferă informații despre funcționarea pulmonului
  - 3. CaO<sub>2</sub> depinde în primul rând de Hb
  - 4. Atunci când examinați tulburările acid-bază, căutați mai întâi anomalia principală, dar țineți minte că poate să fie o tulburare mixtă.

# Interpretarea rezultatelor pentru gazele din sânge

- $\uparrow \text{HCO}_3^- \rightarrow \uparrow \text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \uparrow \text{pH}$   
(alcaloză metabolică)
- $\downarrow \text{HCO}_3^- \rightarrow \downarrow \text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{pH}$   
(acidoză metabolică)
- $\downarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \uparrow \text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \uparrow \text{pH}$   
(alcaloză respiratorie)
- $\uparrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{pH}$   
(acidoză respiratorie).

Va multumesc pentru  
atentie!

