

# **Gazele arteriale**

**Dr. C Baicus**

**Spitalul Colentina**

**[www.baicus.ro](http://www.baicus.ro)**

**35 si 45**

- **Ht** (35 - 45%)
- **pCO<sub>2</sub>** (35 - 45 mmHg)
- **pH** (7,35 – 7,45)

# pulsoximetria

- % din Hb care transporta oxigen
- Pulsoximetru
- AVANTAJE/gazele arteriale:
  - Ieftin
  - Neinvaziv
  - Continuu
- DEZAVANTAJE
  - Inacurat ( $\pm 5\%$ )
  - Masoara cat din Hb e saturata, nu si cu ce (CO)
  - Estimeaza transportul de O, nu spune nimic despre acizi, baze, CO<sub>2</sub>

# Curba saturatiei Hb

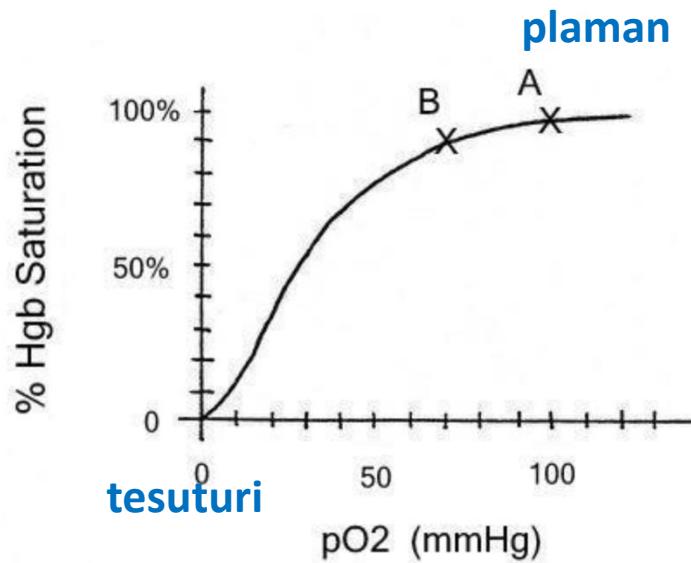
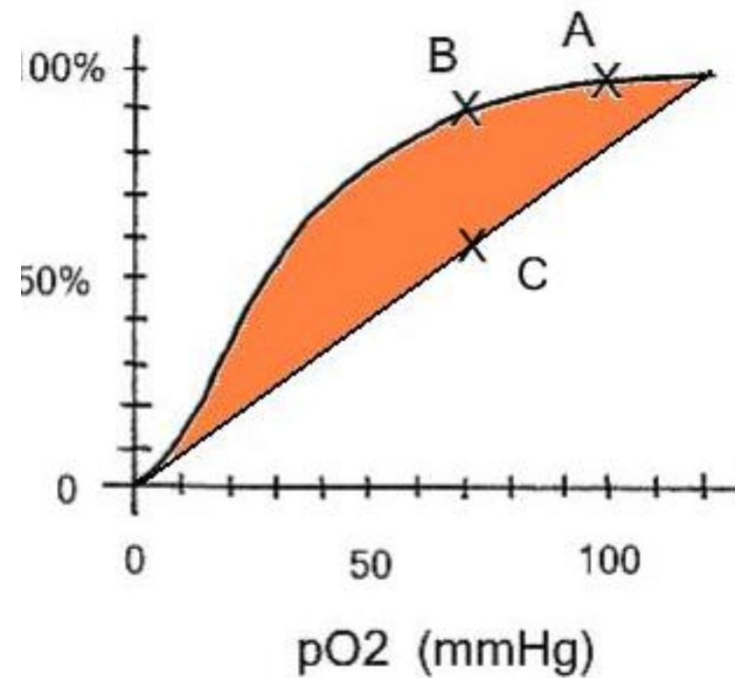


FIGURE # 12



RE # 13

# ACIZII SI BAZELE

- **ACID + BAZA = NEUTRU**
- **$H^+ + OH^- = H_2O$**
- **pH: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14**
- **Acizii: metabolici / respiratori (CO<sub>2</sub> dizolvat)**

# CONEXIUNI

1.  $pO_2 \downarrow$  &  $pCO_2 \uparrow$  controleaza respiratia
2.  $pO_2$  &  $Pco_2$  = parteneri egali
  - normal:  $pO_2 = 90$  mmHg /  $pCO_2 = 40$  mmHg (35-45)
3.  $\uparrow pCO_2 \rightarrow \downarrow pH$  ( $\uparrow 10$  mm  $\rightarrow \downarrow 0,8$ )
  - Resp normala:  $pCO_2$  40mm  $\rightarrow$  pH 7,40
  - $\uparrow$  resp:  $pCO_2$  30mm  $\rightarrow$  pH 7,48 (ALK RESP)
  - $\downarrow$  resp:  $pCO_2$  50mm  $\rightarrow$  pH 7,32 (AC RESP)

# METABOLISMUL

- Suma tuturor reactiilor chimice din organism
- ACIZI: mananci prea multi / fabrici prea multi
  - Coca cola (ac carbonic si fosforic), salata cu otet (ac acetic)
  - Dupa exercitiu aerobic intens (ac lactic), diabet in lipsa insulinei (ac acetoacetic si B-hidroxi-butiric)

# COMPENSAREA

- **Mentinerea pH-ului neutru (7,35-7,45)**
- **neutralizarea excesului de acid sau de baze**
- **2 organe / 2 reguli:**
  1. **PLAMANII: ↑exhalarii CO<sub>2</sub>**
    - **Compensare rapida**
  2. **RINICHII: retinerea HCO<sub>3</sub> (bicarbonat)**
    - **Compensare lenta (12-24 h)**
  3. **Compensarea niciodata nu depaseste normalul**
    - **Daca pH-ul este modificat, exista o problema (nu supracompensare)**
  4. **Cand rinichii retin bicarbonatul, plamanii tot trebuie sa exhaleze CO<sub>2</sub> produs in plus**  
**(exces acid) + (bicarbonat retinut) = (apa) + CO<sub>2</sub>**



# POSIBILITATI

1. Acidoza respiratorie (pH<7,35): nu poate exhala destul CO<sub>2</sub>
2. Alcaloza respiratorie (pH>7,45): exhaleaza prea mult CO<sub>2</sub>
3. Acidoza metabolica (pH<7,35): corpul inghite sau produce prea multi acizi
4. Alcaloza metabolica (pH>7,45): pierdere de acizi / retinere de bicarbonati

# Interpretarea gazelor sanguine

1. Are nevoie de **sange**? (Hb, Ht)
2. Are nevoie de **oxigen**?
  - (pulsoximetria, SaO<sub>2</sub><95%; pO<sub>2</sub><80 mmHg)
3. Problema de **pH**? (<7,35 sau >7,45)
4. Problema **respiratorie**? (pCO<sub>2</sub><35, >45)
5. Problema metabolica? (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup><20 , >30)
6. Exsita **compensare**?
  - (fiecare 10 mm CO<sub>2</sub> au dat 0,8 modificare pH)
7. Care este **dg ac-bazic** (acidoza/alcaloza)
8. Care este problema pacientului?
9. Care este tratamentul?

# 1

- Eleva de liceu de 17 ani
- Sincopa in timpul probei de rezistenta de la sport
- Dispnee, echipajul SMURD crede ca hiperventileaza
- In a 7-a zi de menstra
- Mama spune ca este obosita in ultimul timp

# 1

- Clinic: T normala, AV=110/min, 28 resp/min (N=16-20), TA=110/60.
- Slaba, palida (mama zice ca este culoarea ei obisnuita)
- Analize: Hb=6g, Ht=18%, **pulsox: 100%**.

# 1

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	6 g	13 g
Ht	18%	39 %
SaO <sub>2</sub>	96%	95-100%
pO <sub>2</sub>	90 mmHg	80-100
pH	7,48	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	30 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	29	20-30
COHb	0%	0-1%

## 2

- B 27a, consumator de droguri i.v. de 10 ani
- Adus la camera de garda
- Stuporos, T normala, AV=48/min, 8-10 resp superficiale/min, TA=90/60
- Cianoza buzelor si extremitatilor, mioza, semne vechi si noi de injectii iv.
- **Pulsox: 87%**

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	11 g	15 g
Ht		5%
SaO <sub>2</sub>		100%
pO <sub>2</sub>		>100
pH		7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	60 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	23	20-30
COHb	4,2%	0-1%

•O<sub>2</sub> pe masca cu balon

•Naloxona iv

# 3

- B 42a
- Gasit semicomatos in casa
- Centrala proprie
- Devine agitat cand este trezit, relativ dispneic.
- Afebril, AV=110/min, 28resp/min, sforaie;  
TA=158/96 mmHg.
- Piele roz, umeda, rece. Buze si extremitati roz.
- **Pulsox=100%.**
- Fara raluri, ECG: IMA; Rx pulmonara: N



3



# 3

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	15 g	15 g
Ht	45%	45%
SaO <sub>2</sub>	100%	95%
pO <sub>2</sub>	100	80
pH	7,45	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	30 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	25	20-30
COHb	30%	0-1%

• 100% O<sub>2</sub> in camera hiperbara

# 4

- F 42a, depresiva, vine frecvent la camera de garda
- Nu urmeaza trat psihiatric
- Echipajul a gasit acasa multe flacoane de medicamente
- Agitata
- Afebrila, AV=120/min, 32 resp/min, TA=148/96, **pulsox=100%**.
- Halena alcoolica;
- toxicol: alcool, aspirina

# 4

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	12 g	13 g
pH	7,48	7,35-7,45
<p>Aspirina →</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Acidoza metabolica (acid, alterare metabolism)</li> <li>•Alcaloza respiratorie (tahipnee)</li> </ul>		
pCO <sub>2</sub>	25 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	10	20-30
COHb	3%	0-1%

# 5

- B63, fumator cu emfizem, O<sub>2</sub> la domiciliu (2l/min)
- de 3 zile: tuse productiva, dispnee in pofida cresterii la 3l/min
- Dispnee, 38,3°C , AV=120/min neregulat, 20 resp/min, TA=168/88 mmHg.
- Sibilante, cianoza; **pulsox=85%** (sub 3l/min O<sub>2</sub>)
- Ecg: ES; Rx: emfizem+pneumonie

# 5

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	15 g	15 g
Ht	48%	45%
SaO <sub>2</sub>	78%	95-100%
pO <sub>2</sub>	54 mmHg	80-100
pH	7,32	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	60 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	33	20-30
COHb	4,2%	0-1%

# 6

- F 20a, eleva de liceu. Vegetariana, note maxime. Azi noapte si-a pregatit testul, a baut multa cafea pentru a rezista.
- Putin dupa inceperea testului a inceput sa simta ca nu are aer, respirand din ce in ce mai adanc si mai repede. Dupa cateva minute a simtit presiune in piept si uscaciunea gurii, parestezii ale picioarelor, ameteli si aproape si-a pierdut constienta.

# 6

- Dispnee acuta, fara cianoza. Afebrila, AV=110/min, 30 resp/min, TA=148/68 mmHg; **pulsox: 100%**.
- I s-a mai intamplat si inainte, dar niciodata atat de rau.
- “nu sunt nebuna, stiu ca ceva nu este in regula cu inima mea!”
- Rx toracic, ECG, gaze arteriale



# 6

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	10 g	13 g
Ht	30%	39%
SaO <sub>2</sub>	100%	95-100%
pO <sub>2</sub>	112 mmHg	80-100
pH	7,56	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	20 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	20	20-30
COHb	0%	0-1%

# 7

- B 28a, lucreaza in constructii, diabet insulino-dependent.
- Dupa WE 4 zile la mare; tuseste de cateva zile, a vomitat de cateva ori, mictiuni “la fiecare 5 minute”
- 38°C, AV=120/min, 30 resp/min, TA=158/96 mmHg.  
**Pulsox=98%**
- Cateva sibilante, durere abdominala superioara la palpare, mucoase uscate. Respiratie cu miros de acetona.
- Ex urina: glucoza, corpi cetonici, glicemia=758 mg%.

7

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	16 g	15 g
Ht	48%	45%
SaO <sub>2</sub>	92%	95-100%
pO <sub>2</sub>	85 mmHg	80-100
pH	7,00	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	15,5 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	3,7	20-30
COHb	4%	0-1%

**Acid + Bicarbonat = Apa + CO<sub>2</sub> + Acetona**

# 8

- B 38a, munca de birou
- De cateva zile: “raceala” cu tuse, dureri musculare, diaree
- Confuz, certaret
- Palid, tuseste, transpirat, dispneic; cianoza;
- 39,5 °C, AV=120/min, 28 resp/min, tuse frecventa, TA=102/58 mmhg, **pulsox=78%**.
- Crepitante in stanga, nu se aude murmur in dreapta
- Rx arata pneumonie in stanga, lichid in dreapta

# 8

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	14 g	15 g
Ht	42%	45%
SaO <sub>2</sub>	77%	95-100%
pO <sub>2</sub>	50 mmHg	80-100
pH	7,18	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	60 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	8	20-30
COHb	0%	0-1%

# 9

- Barbat de 25 de ani fara antecedente, vine la camera de garda cu febra de 2 zile, tuse productiva si dispnee care se agraveaza
- $T=39.3^{\circ}\text{C}$ , foloseste mm accesorii pt respiratie, amplitudine scazuta a miscarilor respiratorii, matitate in stanga, raluri crepitante
- Puls=104/min, RR=28/min, TA=118/70, SaO<sub>2</sub>=89%

# 9

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	15 g	15 g
Ht	42%	45%
SaO <sub>2</sub>	77%	95-100%
pO <sub>2</sub>	58 mmHg	80-100
pH	7,50	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	28 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	24	20-30
COHb	0%	0-1%

Este puloximetria de ajuns pt monitorizare?

# 10

- Femeie 34 de ani cu obezitate morbida (IMC=49), i se determina ABG ca evaluare preoperativa.
- Inafara de are DZ2, este bine si nu are simptomatologie respiratorie.



# 10

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	14 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	77%	95-100%
pO <sub>2</sub>	72 mmHg	80-100
pH	7,35	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	55 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	29	20-30
BE	+3,8	+/-2
Lactati	1	0,4-1,5
COHb	0%	0-1%

# 11

- Femeie de 24 de ani (asistenta medicala) vine pt dispnee aparuta brusc. A zburat din UK in Australia in ziua precedenta si este ingrijorata sa nu aiba TEP. Nu are durere pleuristica, hemoptizie sau edem gambier, nu are istoric de boala pulmonara sau TVP si nu fumeaza.
- Anxioasa. FR=22, AV=88, TA=124/76, SaO2=95%. Rx pulmonara =N.

# 11

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	13 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	94%	95-100%
pO <sub>2</sub>	77 mmHg	80-100
pH	7,51	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	30 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	25	20-30
BE	+0,7	+/-2
Lactati	1	0,4-1,5
COHb	0%	0-1%

# 12

- Barbat 78 ani din sectia de chirurgie este gasit inconstient dupa ce a suferit in urma cu cateva ore o colecistectomie cu complicatii. In FO se vede ca de atunci a primit 3 inj cu morfina 10 mg, pe langa morfina primita prin dispozitivul de control al durerii.
- Inconstient, respiratii superficiale, mioza.
- AV=90, FR=5, TA=98/64, SaO2=99%.

# 11

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	11 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	99,8%	95-100%
pO <sub>2</sub>	87 mmHg	80-100
pH	7,18	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	62 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	22,5	20-30
BE	-1,5	+/-2
Lactati	1	0,4-1,5
COHb	0%	0-1%

# 12

- Barbat 75 ani adus la urgente de familie. F dispneic, vorbește cu dificultate. Se știe de mult cu BPOC. De 3 zile: dispneea s-a accentuat, expectorație crescută în volum.
- ex clinic: dispneic, murmur vezicular scăzut
- AV=120, FR=26, TA=150/80, T=36°C, SaO<sub>2</sub>=81%.

# 11

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	16,5 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	80%	95-100%
pO <sub>2</sub>	44 mmHg	80-100
pH	7,40	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	36 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	23	20-30
BE	-1,2	+/-2
Lactati	1	0,4-1,5
COHb	0%	0-1%

# 12'

- Acelasi pacient: bronhodilatatoare aerosoli, prednison po si antibiotice. In serviciul de pneumologie: O2 28% pe masca. In pofida tratamentului, dupa 2h SaO2 creste f putin, si nu se amelioreaza simptomatologie.
- Ex clinic: epuizat, confuzdispneic, murmur vezicular scazut
- AV=120, FR=16, TA=120/80, T=36°C, SaO2=83%.



12'

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	16,5 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	84%	95-100%
pO <sub>2</sub>	48 mmHg	80-100
pH	7,29	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	52 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	24	20-30
BE	-0,9	+/-2
Lactati	1	0,4-1,5
COHb		0-1%

# 13

- Femeie 77a, internata la terapie nintensiva neurologica pentru AVC (hemipareza dr, tulburari de vedere si afazie). Se incepe hranire prin tub nazogastric, dar are o varsatura importanta dupa 24h. In urmatoarele ore prezinta dificultati la respiratie.
- Ex clinic: agitata, febrila. Matitate bazala si crepitante in ambele baze. In rest (confuzie, afectarea neurologica) nemodificate.
- AV=92, FR=28, TA=112/65, T=37,8°C, SaO2=92%.

rx

# 13

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	13	15 g
SaO <sub>2</sub>	84%	95-100%
pO <sub>2</sub>	65 mmHg	80-100
pH	7,41	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	33,2 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	21,2	20-30
BE	-2,8	+/-2
Lactati	1,6	0,4-1,5
COHb		0-1%

# 14

- Barbat 68 ani cu BPOC este trimis la spital pt istoric scurt de agravare a dispneei si reducere a tolerantei la efort. In mod normal putea sa mearga in jur de 500m, acum abia se imbraca si are dispnee de repaus.
- Ex clinic: lucid, foloseste mm accesorie. Torace emfizematos fixat in inspir, murmur vezicular diminuat, rare sibilante.
- AV=96, FR=24, TA=138/82, T=36°C, SaO2=78%.

1. Care dintre valori s-a modificat cel mai mult in ultimele ore? (pH, PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>)
2. Care dintre valori arata ca trebuie atentie cu oxigenoterapia?

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	16 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	75%	95-100%
pO <sub>2</sub>	40 mmHg	80-100
pH	7,36	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	54,1 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	30,6	20-30
BE	+4,9	+/-2
Lactati	1,2	0,4-1,5
COHb		0-1%

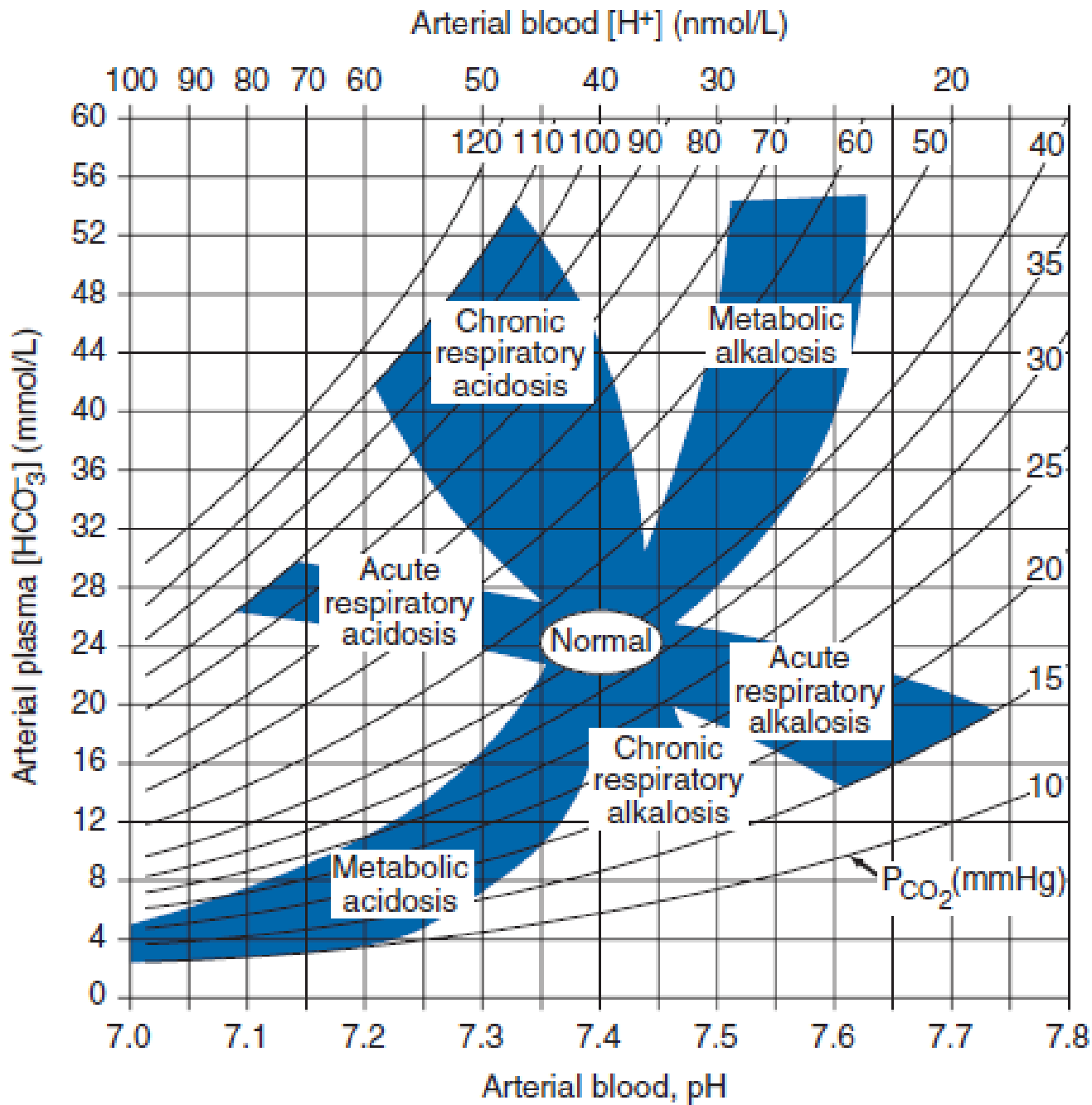
# 14'

- Pacientul dinainte este tratat cu aerosoli cu bronhodilatatoare, prednison si 60%O<sub>2</sub>. SaO<sub>2</sub> se imbunatateste semnificativ, dar cand este ravazut este confuz.
- AV=88, FR=16, TA=132/80, T=36°C, SaO<sub>2</sub>=96%.

14'

TEST	REZULTAT	NORMAL
Hb	16 g	15 g
SaO <sub>2</sub>	75%	95-100%
pO <sub>2</sub>	84 mmHg	80-100
pH	7,29	7,35-7,45
pCO <sub>2</sub>	65,3 mmHg	35-45
HCO <sub>3</sub>	30,3	20-30
BE	+4,7	+/-2
Lactati	1,2	0,4-1,5
COHb		0-1%





**TABLE 48-1 PREDICTION OF COMPENSATORY RESPONSES ON SIMPLE ACID-BASE DISTURBANCES AND PATTERN OF CHANGES**

Disorder	Prediction of Compensation	Range of Values		
		pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Pa <sub>CO2</sub>
Metabolic acidosis	$\text{Pa}_{\text{CO}_2} = (1.5 \times \text{HCO}_3^-) + 8 \pm 2$ or Pa <sub>CO2</sub> will ↓ 1.25 mmHg per mmol/L ↓ in [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] or $\text{Pa}_{\text{CO}_2} = [\text{HCO}_3^-] + 15$	Low	Low	Low
Metabolic alkalosis	Pa <sub>CO2</sub> will ↑ 0.75 mmHg per mmol/L ↑ in [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] or Pa <sub>CO2</sub> will ↑ 6 mmHg per 10 mmol/L ↑ in [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] or $\text{Pa}_{\text{CO}_2} = [\text{HCO}_3^-] + 15$	High	High	High
Respiratory alkalosis Acute Chronic	[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] will ↓ 0.2 mmol/L per mmHg ↓ in Pa <sub>CO2</sub> [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] will ↓ 0.4 mmol/L per mmHg ↓ in Pa <sub>CO2</sub>	High	Low	Low
Respiratory acidosis Acute Chronic	[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] will ↑ 0.1 mmol/L per mmHg ↑ in Pa <sub>CO2</sub> [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] will ↑ 0.4 mmol/L per mmHg ↑ in Pa <sub>CO2</sub>	Low	High	High

# ACIDOZA METABOLICA

- $\text{pH} \downarrow, \text{HCO}_3 \uparrow$
- Diabet
- Insuficienta renala
- Acidoza lactica (efort)
- Toxica (aspirina, alcool, antigel...)
- AG (anion gap) =  $\text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3)$

# ACIDOZA METABOLICA

- **AG (anion gap) = N (<12 mEq/L)**
- Pierderi GI bicarbonat (diaree, fistule)
- Pierderi renale de bicarbonat (RTA 1 si 2)
- RTA 4
- **AG=Na-(Cl+HCO<sub>3</sub>)**

# ACIDOZA METABOLICA

- **AG=↑ (>16 mEq/L)**
- Cetoacidoza diabetica
- Cetoacidoza alcoolica
- Toxice
- Paracetamol
- Salicilati
- Acidoza lctica
- IRA
- IRC
- **AG=Na-(Cl+HCO<sub>3</sub>)**

# ACIDOZA RESPIRATORIE

- $\text{pH} \downarrow, \text{CO}_2 \uparrow$
- Nu “vrea” sa respire (narcotice, centru respirator)
- Nu poate respira (strivire, neurol perif)
- Boli pulmonare: pneumonie, astm, BPOC, tumora pulmonara

# ALCALOZA RESPIRATORIE

- pH ↑, CO<sub>2</sub> ↓
- Hiperventilatie
- Febra
- Hipoxie
- Insuficienta hepatica

# ALCALOZA METABOLICA

- pH ↑, HCO<sub>3</sub> ↑
- Varsaturi
- Diuretice
- hipercorticism



## TABLE 48-3 STEPS IN ACID-BASE DIAGNOSIS

1. Obtain arterial blood gas (ABG) and electrolytes simultaneously.
2. Compare  $[\text{HCO}_3^-]$  on ABG and electrolytes to verify accuracy.
3. Calculate anion gap (AG).
4. Know four causes of high-AG acidosis (ketoacidosis, lactic acid acidosis, renal failure, and toxins).
5. Know two causes of hyperchloremic or nongap acidosis (bicarbonate loss from GI tract, renal tubular acidosis).
6. Estimate compensatory response (Table 48-1).
7. Compare  $\Delta\text{AG}$  and  $\Delta\text{HCO}_3^-$ .
8. Compare change in  $[\text{Cl}^-]$  with change in  $[\text{Na}^+]$ .