

Syra-basrubbningsar på akuten

Hanna Jansson

I arteriellt blod ligger pH under fysiologiska förhållanden mellan 7,36-7,44

Det innebär att den fria vätejonkoncentrationen hålls inom ett snävt intervall kring 40 nmol/L

För jämförelse är natriumjonkoncentrationen ~3 000 000 gånger högre!

Det snäva intervallet av H⁺-koncentrationen är viktig för att upprätthålla homeostas.

- Enzymfunktion, glukosmetabolism, DNA-syntes
- Receptor och ligandfunktioner
- Jonkanaler och transportörer

Vår metabolisme genererar syror

- 13 000- 20 000 mmol flyktiga (CO₂)
- 50 mmol icke-organiska (beroende på typ av kost)
- 1500 mmol organiska syror (laktat, ketoner)

Reglering av pH- buffertar

Swan och Pitts Experiment *JCI* 34:205-211, 1955

Saltssyra injicerades i nefrektomerade hundar. Deras pH sjönk från 7,44 till 7,14.

Reglering av pH - lunga

Flyktiga syror kan omvandlas till CO₂ och elimineras via respirationen

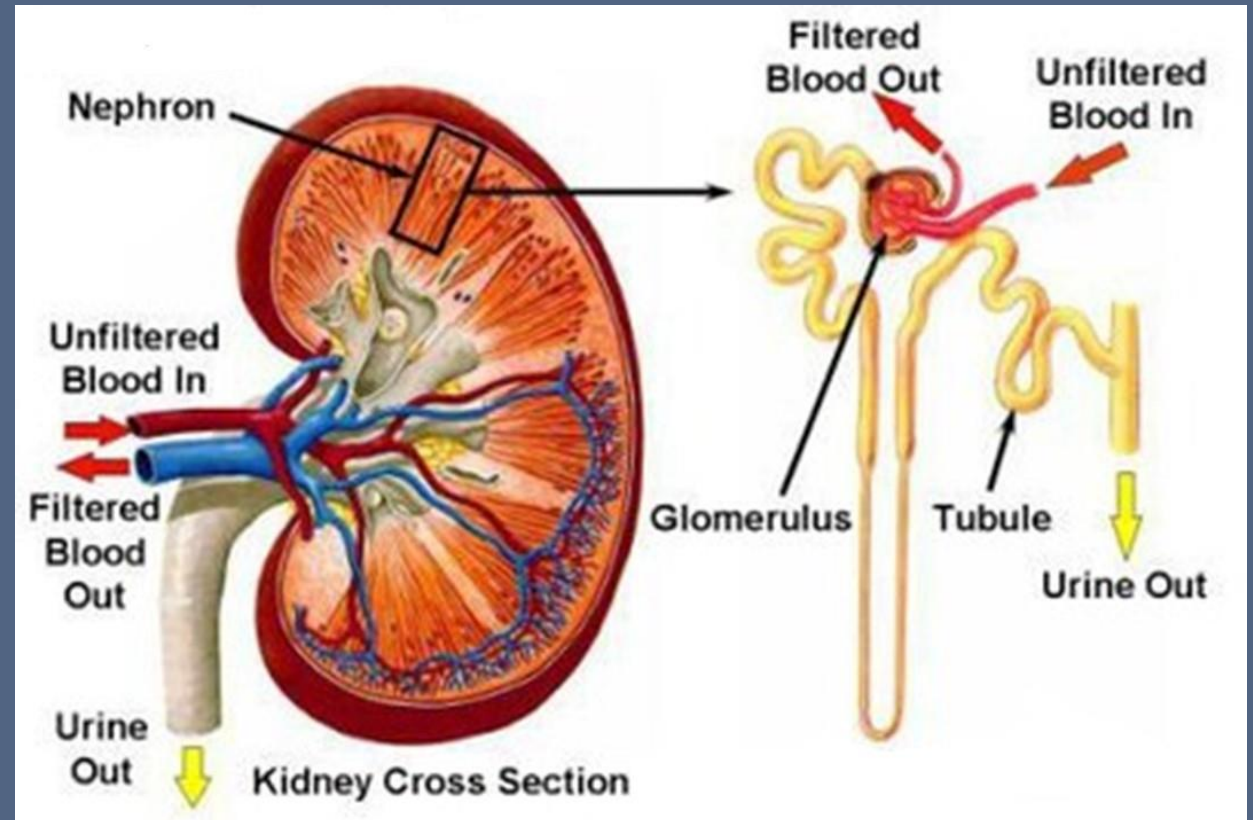


$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{(0,003 \times \text{pCO}_2)}$$

Reglering av pH - njure

Reabsorption av filtrerat HCO_3^-

Utsöndring av H^+ med urin-
buffertar eller i form av NH_4^+
=nettovinst av HCO_3^-



Komponenter som ingår i blodgas

pH

pCO₂

pO₂

Syrgasmättnad

HCO₃⁻

Base excess

Utökad blodgas innehåller även analys av Hb, Na, K, Cl, jon Ca, glukos och laktat

Base excess (BE)

Med BE avses mängden stark syra som måste tillsättas en liter blod för att återställa pH till 7,40 (vid fullt oxygenat blod, 37° C och pCO₂ 5,3 kPa)

Ref intervall BE 0±2,5 mmol/l

Base excess indikerar den metabola komponenten av syrabas-status

> 2,5 mmol/l- metabol alkalos

< -2,5 mmol/l – metabol acidosis

Tolkning av blodgas steg för steg

1. Är pH inom normalintervall?
2. Är den primära rubbningen respiratorisk eller metabol?
3. Föreligger kompensation?
4. För metabola acidoser- vad är anjongapet?

Tolkning av blodgas- steg 1

Hur ligger patientens pH?

<7,36 – acidemi

7,36- 7,44 normalt pH

> 7,44 alkalemi

Processer som tenderar att sänka pH benämns acidoser medan processer som höjer pH kallas alkaloser

pH kan vara normalt även om det föreligger alkalos, acidos eller båda samtidigt.

Tolkning av blodgas- steg 2

Är den primära rubbningen metabol eller respiratorisk?

Studera $p\text{CO}_2$ (ref. intervall: 4,6-6,0 kPa)

↓pH- acidemi

↑ $p\text{CO}_2$ - respiratorisk acidosis

↓ $p\text{CO}_2$ - metabol acidosis

↑pH- alkalemi

↑ $p\text{CO}_2$ - metabol alkalosis

↓ $p\text{CO}_2$ -respiratorisk alkalosis

Tolkning av blodgas- steg 3

Är rubbningen kompenserad?

Kompensation vid respiratorisk rubbning: njurens produktion av HCO_3^- och utsöndring av H^+

Se på HCO_3^- (ref 22-27 mmol/l)

Akut respiratorisk acidosis

$\uparrow \leftrightarrow \text{HCO}_3^-$

Kronisk respiratorisk acidosis

$\uparrow \text{HCO}_3^-$

Respiratorisk alkalos

$\downarrow \text{HCO}_3^-$

Tolkning av blodgas- steg 3

Är rubbningen kompenserad?

Kompensation vid metabol rubbning: respiratorisk korrigerig av $p\text{CO}_2$
(ref 4,6-6,0 kPa)

Vid metabol acidosis

↓ $p\text{CO}_2$

Vid metabol alkalosis

↑ $p\text{CO}_2$

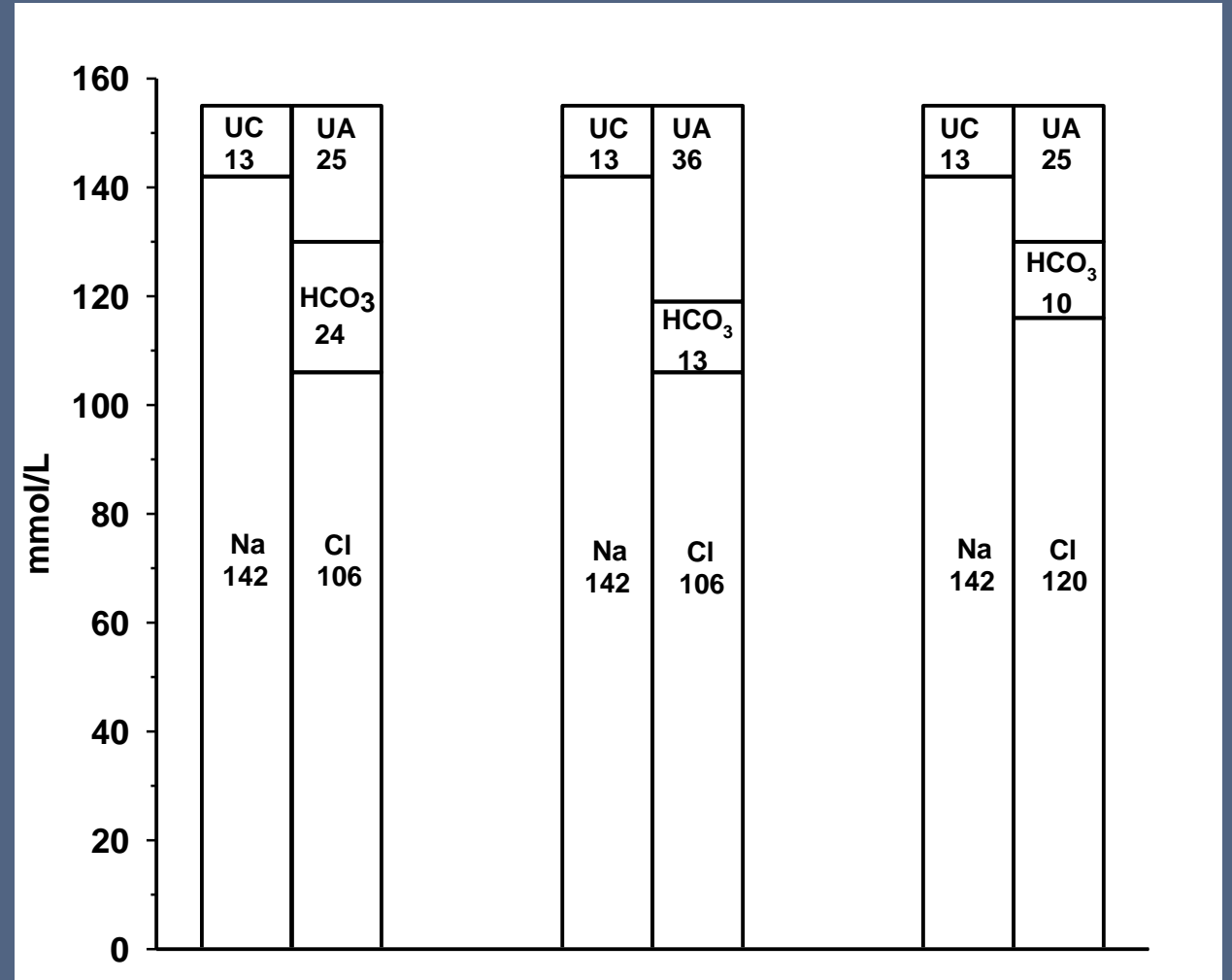
Syrabas-rubbning	pH	Primär förändring	Kompensation
Respiratorisk acidosis	↓	↑pCO ₂	↑HCO ₃ ⁻
Respiratorisk alkalosis	↑	↓pCO ₂	↓HCO ₃ ⁻
Metabol acidosis	↓	↓HCO ₃ ⁻	↓pCO ₂
Metabol alkalosis	↑	↑HCO ₃ ⁻	↑pCO ₂

Tolkning av blodgas- steg 4

Vid metabol acidosis-
beräkna anjongapet

$$\text{Anjongap} = [\text{Na}] - ([\text{Cl}] + [\text{HCO}_3])$$

Anjoner som inte mäts består bland annat av proteiner, laktat, sulfat, fosfat, acetoacetat, B-hydroxybutyrat



Metabola acidoser med ökat anjongap

Förhöjt anjongap indikerar närvaro av en anjon som inte mäts.

- Metanol
- Uremi
- Diabetesketoacidosis
- Paracetamol, phenformin, propylenglykol
- Isoniazider, iron
- Laktacidosis (D- eller L-laktat)
- Etylenglykol
- Salicylsyra

Metabola acidoser med normalt anjongap

Anjongap inom referensintervall indikerar i första hand brist av HCO_3^- eller ökad kloridkoncentration

- Ureterostomy
- Small bowel fistula
- Excess chloride
- Diarré
- Carbonic anhydrase inhibitor
- Renal tubular acidosis, renal failure
- Adrenal insufficiency
- Pancreatic fistula

Laktat

Laktacidoser uppdelas grovt i två typer beroende på bakomliggande patofysiologi

Typ A- hypoperfusion/hypoxi

Typ B- övriga orsaker exv. minskat clearance, intoxikation, thiaminbrist, bakterieöverväxt i tarm som frisätter D-laktat

Förhöjt laktat korrelerar med mortalitet hos patienter med sepsis

Mikkelsen ME, Miltiades AN, Gaieski DF et al. Serum lactate is associated with mortality in severe sepsis independent of organ failure and shock. *Crit Care Med* 2009;37:1670–1677

Laktat ingår i definitionen för septisk chock

Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, Bellomo R, Bernard GR, Chiche J, Coopersmith CM, Hotchkiss RS, Levy MM, Marshall JC, Martin GS, Opal SM, Rubenfeld GD, van der Poll T, Vincent J, Angus DC. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016;315(8):801–810. doi:10.1001/jama.2016.0287

Fallexempel syra-bas

Fall 1

58-årig man hypertoni, kostbehandlad diabetes och lindrig KOL
inkommer till akuten p.g.a. hosta och nedsatt allmäntillstånd.

Status

AT: Hostar, temp 38 grader

Hjärta: Puls 90, auskulteras u.a. BT 150/90

Lungor: Ronki, pox 91%, AF 26

Fall 1- lab

Blodgas visar

pH 7,28

pCO₂ 7,7 kPa

pO₂ 8,2 kPa

HCO₃⁻ 26 mmol/l

BE -1 mmol/l

Fall 1- lab

Blodgas visar

pH 7,28

Steg 1 - acidemi

pCO₂ 7,8 kPa

Steg 2- respiratorisk acidosis

pO₂ 8,2 kPa

HCO₃⁻ 26 mmol/l

Steg 3- icke kompenserad

BE -1 mmol/l

Fall 2

52-årig kvinna som kräkts i flera dagar. Tidigare frisk. Tar inga läkemedel.

Status

AT: Trött, nedsatt hudturgor, torra slemhinnor

Cirkulation: BT 120/80 mmHg puls 95 slag/minut

Lungor: Auskulteras u.a. AF 20

Buk: Generellt öm. Inget peritonitstatus

Fall 2- lab

Blodgas visar

pH 7,49

pCO₂ 6 kPa

pO₂ 10,9 kPa

HCO₃⁻ 33 mmol/l

BE 9 mmol/l

Fall 2- lab

Na 140 mmol/l

K 3,0 mmol/l

Cl 98 mmol/l

Kreatinin 105 μ mol/l

Fall 3

17-årig man med diabetes mellitus typ 1 inkommer med nedsatt allmäntillstånd, kräkning och buksmärta

Status

AT: Trött, afebril.

Cirkulation: BT 130/70 mmHg, puls 102 slag/min.

Respiration: AF 30, lungor auskulteras u.a. Pox 97%.

Buk: Öm. Inget peritonitstatus.

Fall 3- lab

Blodgas visar

pH 7,10

pCO₂ 3,3 kPa

pO₂ 11,6 kPa

HCO₃⁻ 11 mmol/l

BE -14

Fall 3- lab

Na 137 mmol/l

K 6,4 mmol/l

Cl 103 mmol/l

Laktat 1,9 mmol/l

p-glukos 25 mmol/l

Anjongap $137 - 103 - 11 = 23$

Sannolik genes?

Fall 4

46-årig kvinna med hypothyreos och bröstcancer inkommer på misstanke om infektion.

Status

AT: Orolig, temp 38,3

Cirkulation: BT 96/55 mmHg, puls 115 slag/min, kapillär återfyllnad 3-4 sekunder

Respiration: AF 29, pO_x 86%

Buk: Generellt ömmande

Fall 4- lab

Blodgas (10 liter syrgas på mask):

pH 7,28

pCO₂ 3,6 kPa

pO₂ 10,4 kPa

HCO₃⁻ 18 mmol/l

BE -8 mmol/l

Fall 4- lab

Na 138 mmol/l

K 4,9 mmol/l

Cl 100 mmol/l

Glukos 8 mmol/l

Laktat 4,2 mmol/l

Anjongap $138 - 100 - 18 = 20$ mmol/l

Fall 5

75-årig man med hypertoni, tablettbehandlad diabetes mellitus typ 2 och gallsten. Inkommer okontaktbar.

Status

AT: RLS 3, temp 38 grader.

Cirkulation: BT 95/60 mmHg, puls 115 slag/minut

Respiration: PoX 94%. AF 32.

Buk: Öm. Muskelförsvar övre höger kvadrant.

Fall 5-lab

Blodgas

pH 6,87

pCO₂ 2,5 kPa

pO₂ 11 kPa

HCO₃⁻ 4 mmol/l

BE -26 mmol/l

Fall 5- lab

Na 136 mmol/l

K 6,9 mmol/l

Cl 100 mmol/l

Glukos 6,2 mmol/l

Laktat 20 mmol/l

Kreatinin 337 μ mol/l

Anjongap?

Sammanfattningsvis

- Blodgas är ett viktigt verktyg för bedömning av svårt sjuka patienter
- Ofta kan blodgasen ge ledtråd i diagnostiken
- Blodgaser tolkas bäst tillsammans med anamnes

Vilken syra-basrubbnings är följande blodgasbild förenlig med?

pH 7,48, pCO₂ 3,5 kPa, pO₂ 13,5 kPa, HCO₃⁻ 21 mmol/l, BE 1

1. Kompenserad metabol acidosis
2. Kronisk respiratorisk acidosis
3. Akut respiratorisk alkalosis
4. Icke-kompenserad metabol alkalosis

Hur beräknas anjongapet?

1. $\text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3^-)$
2. $\text{Na} + \text{Ca} - \text{HCO}_3^-$
3. $\text{Na} + \text{Cl} - \text{HCO}_3^-$

hanna.jansson@vgregion.se