

# KAZUISTIKY Z LABORATORNÍ MEDICÍNY

Jaroslav Racek

*Ústav klinické biochemie a hematologie  
LF UK a FN v Plzni*

Dialog 2019, zámek Valeč, 7. - 9. 4. 2019

# KAZUISTIKA I

OTRAVA METFORMINEM A ACE INHIBITOREM

# Přijetí pacienta

- 24letý diabetik? na perorálních antidiabeticích, hypertonik snědl v sebevražedném úmyslu:
  - 100 tablet Stadamet (1000 mg metformin)
  - 50 tablet Amesos (kombinace lisinopril 10 mg – amlodipin 5 mg, tj. ACE-inhibitor a blokátor Ca kanálů)
- Po příjezdu RZP opakovaně zvracel. Zvratky bez tablet
- Na příjmové ambulanci průjem, opakovaně zvracel (3.45 h po požití tablet). Při vědomí, somnolentní, depresivní, jinak bez subjektivních potíží
- TK 100/60 mmHg, TF 85/min, glykémie 12,4 mmol/l

# Rozvoj jakých poruch se dá očekávat?

1. Hypotenze
2. Hyperglykémie
3. Hypoglykémie
4. Hyperkalémie
5. Hypokalémie
6. Metabolická acidóza
7. Metabolická alkalóza

# Zdůvodnění (1)

- **Hypotenze**

zvracení, průjem (dehydratace), snědl 50 tablet kombinovaného antihypertenzního léku

- **Hypoglykémie**

Snědl 100 tablet antidiabetika metforminu (biguanidy zvyšují senzitivitu jater a svalové tkáně k inzulinu, tlumí glukoneogenezu)

- **Hyperkalémie**

ACE inhibitory vedou ke snížené produkci angiotenzinu II a tedy i aldosteronu – místo  $\text{Na}^+$  jsou vstřebávány ionty  $\text{K}^+$

# Zdůvodnění (2)

- **Metabolická acidóza**

Biguanidy mohou stimulací glykolýzy a inhibicí komplexu I v mitochondriích vést k metabolické laktátové acidóze

- **Metabolická alkalóza**

opakovaně zvracel

# Jak to bylo ve skutečnosti

- **Hypotenze**

TK klesl až na 75/55 mmHg, byla nutná podpora katecholaminy

- **Hypoglykémie**

Glykémie klesla na 3,8 mmol/l, další pokles zastaven (přívod 10% glukózy *i.v.* s inzulinem, stres)

- **Hyperkalémie**

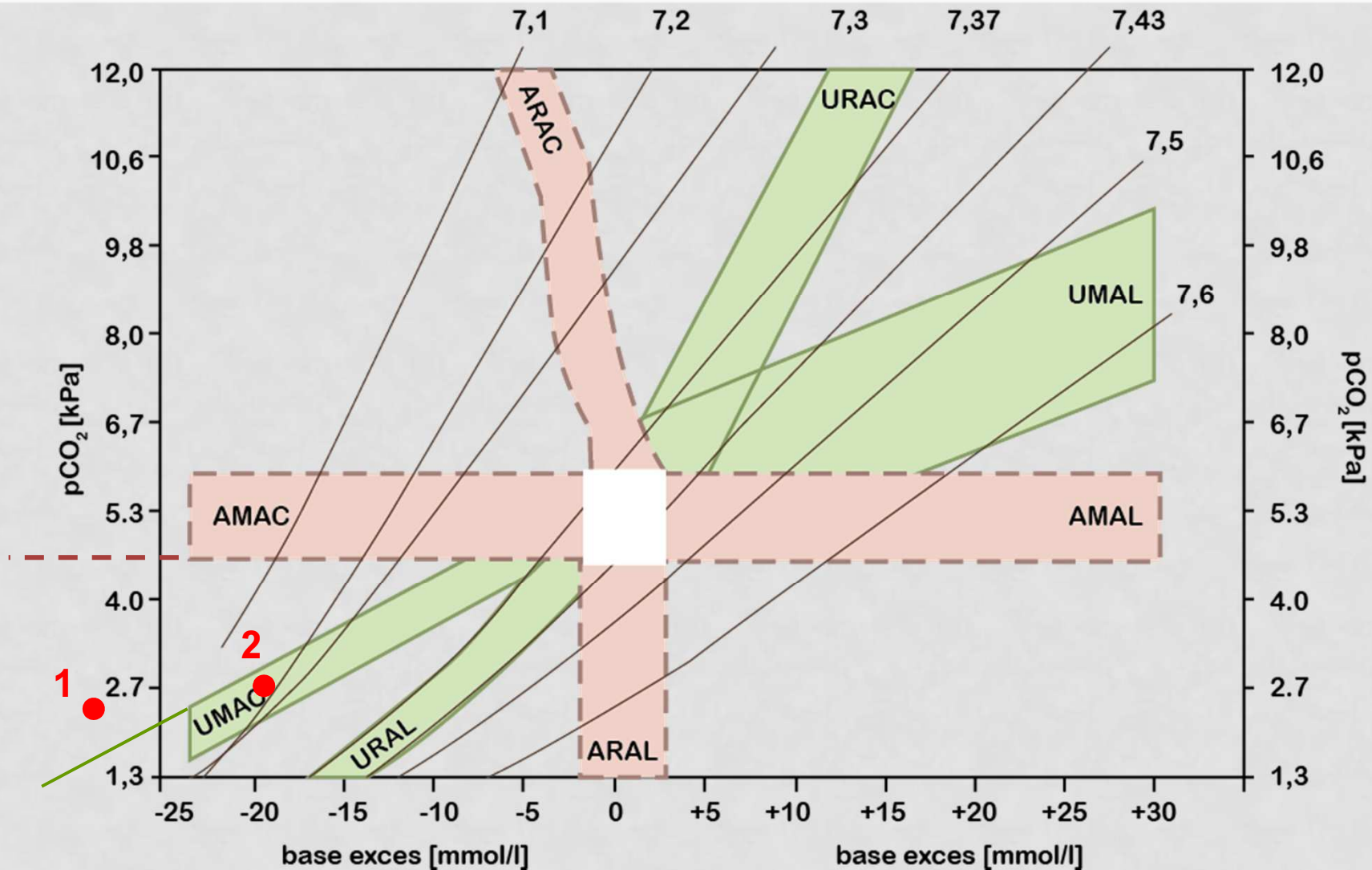
Koncentrace  $K^+$  stoupla až na 7,2 mmol/l, pak pokles pro kontinuální očišťovací metodu

# Acidobazická rovnováha

| Parametr                               | 14 h po příjmu | 22 h po příjmu |
|--|----------------|----------------|
| pH                                     | 6,93           | 7,18           |
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 2,3            | 2,7            |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 3,7            | 7,6            |
| BE (mmol/l)                            | - 28,8         | - 19,3         |
| Na <sup>+</sup> (mmol/l)               | 134            | 153            |
| K <sup>+</sup> (mmol/l)                | 7,2            | 4,3            |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)               | 92             | 95             |
| Ca (mmol/l)                            | 2,13           | 2,04           |
| Mg (mmol/l)                            | 0,87           | 0,77           |
| Laktát (mmol/l)                        | 20,0           | 26,0           |
| Fosfát anorg. (mmol/l)                 | 2,66           | 1,49           |
| Albumin (g/l)                          | 33,8           | 36,0           |
| Anion gap (mmol/l)                     | 45,5           | 54,7           |



# Hodnocení ABR podle Engliše



# Hodnocení kationtů a aniontů

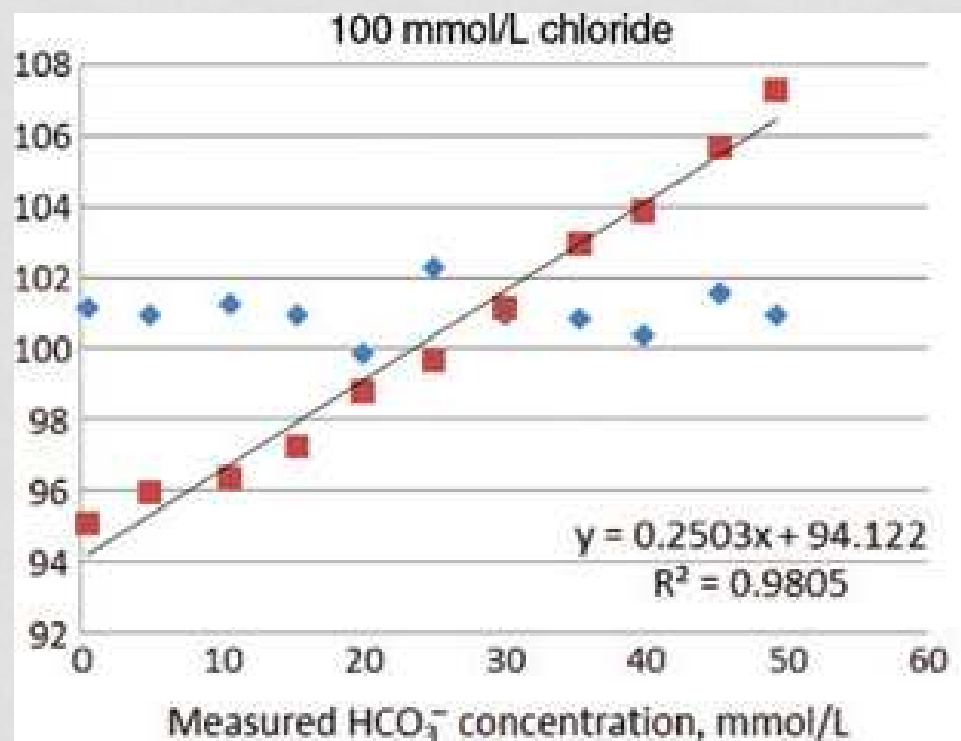
- Sečteme všechny silné kationty ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) a odečteme všechny námi měřené anionty ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , albumin, anorganický fosfát, laktát).
- Stále ve sloupci aniontů zbývá:
  - u prvního náběru 16,7 mmol/l
  - u druhého náběru 19,9 mmol/l

Jaké to mohou být anionty?

Hydroxybutyrát (v moči ketolátky 1), acetát (z dialyzačního roztoku), citrát (antikoagulace)

# Vliv koncentrace $\text{HCO}_3^-$ na stanovení $\text{Cl}^-$ pomocí ISE

I chloridy byly ve skutečnosti asi o 4 – 5 mmol/l vyšší:



## Další osud nemocného

- Byl léčen veno-venózní hemodiafiltrací s antikoagulací citrátem
- Postupně se upravovaly metabolické parametry
- 2 dny po přijetí došlo k asystolii, resuscitace byla sice úspěšná, ale postupně se zhoršovala funkce ledvin, plic, došlo k rabdomyolýze – smrt na multiorgánové selhání

# KAZUISTIKA II

METABOLICKÁ ALKALÓZA

# Anamnéza a nynější onemocnění

- 46-letá žena, léčena pro kožní psoriázu, jiné vážnější nemoci neprodělala
- 25. 7. jí byl endoskopicky zaveden žaludeční balónek (BMI 28)
- Asi týden po výkonu intermitentně bolesti břicha pod levým žeberním obloukem, později se přidalo opakované zvracení žaludeční šťávy
- Dne 8. 8. vyšetřena na chirurgické klinice FN v Plzni; po vyloučení NPB odeslána k dalšímu vyšetření a léčbě na I. interní kliniku

# Vstupní laboratorní vyšetření – ABR

| Metoda a výsledek             |      | Jednotka |
|-------------------------------|------|----------|
| pH                            | 7,62 |          |
| pCO <sub>2</sub>              | 5,4  | kPa      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 41,7 | mmol/l   |
| BE                            | 17,9 | mmol/l   |
| Laktát                        | 1,0  | mmol/l   |
| pO <sub>2</sub>               | 11,0 | kPa      |
| Saturace Hb                   | 0,97 |          |

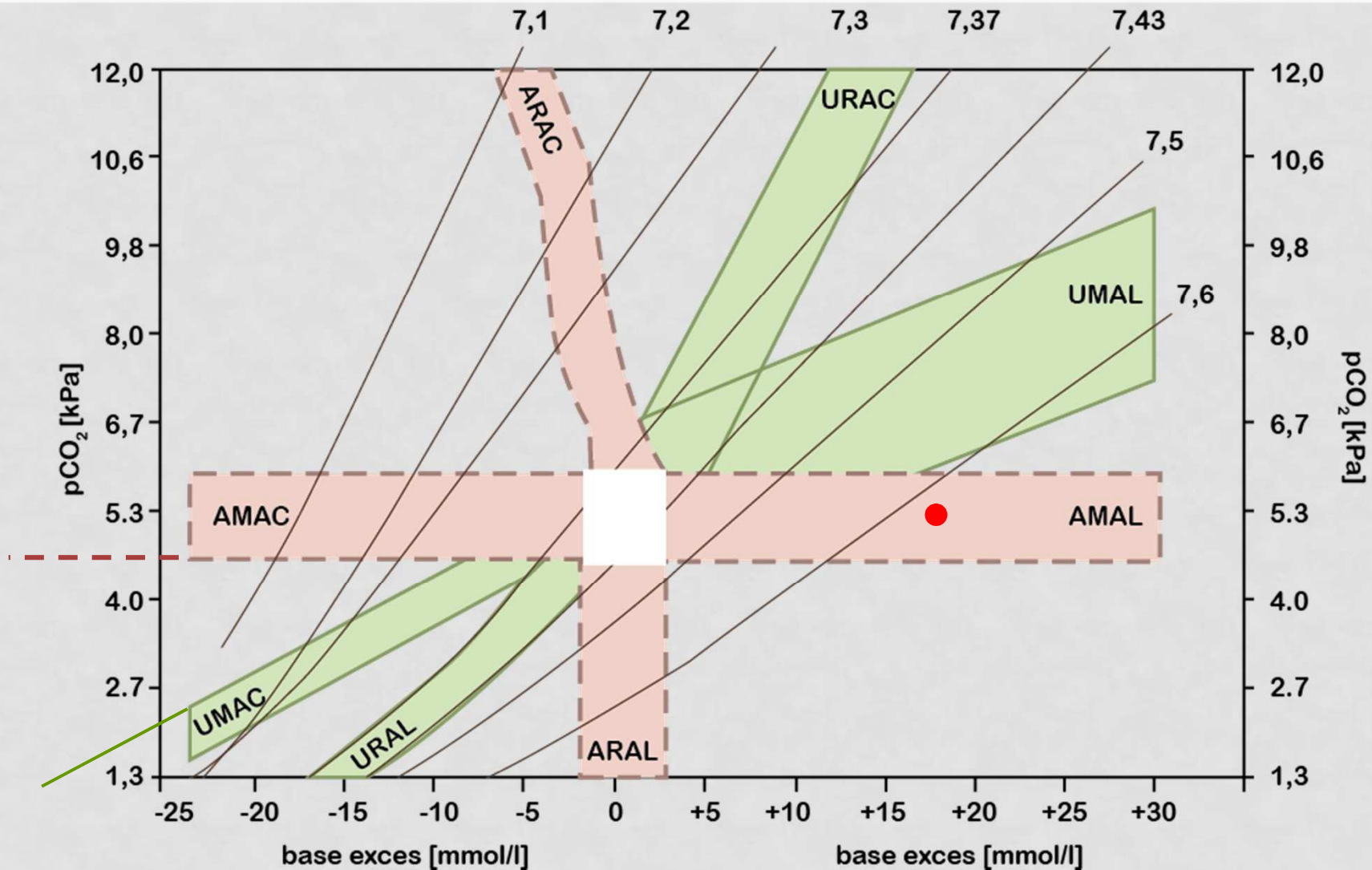
# O jakou poruchu ABR se jedná?

1. Akutní metabolická alkalóza
2. Částečně kompenzovaná metabolická alkalóza
3. Plně kompenzovaná metabolická alkalóza

| Metoda a výsledek             |      | Jednotka |
|-------------------------------|------|----------|
| pH                            | 7,62 |          |
| pCO <sub>2</sub>              | 5,4  | kPa      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 41,7 | mmol/l   |
| BE                            | 17,9 | mmol/l   |



# Hodnocení ABR podle Engliše



# Další laboratorní vyšetření

| Metoda a výsledek |      | Jednotka |
|-------------------|------|----------|
| Na <sup>+</sup>   | 121  | mmol/l   |
| K <sup>+</sup>    | 2,5  | mmol/l   |
| Cl <sup>-</sup>   | 63   | mmol/l   |
| Močovina          | 26,0 | mmol/l   |
| Kreatinin         | 302  | μmol/l   |

# Hodnocení mineralogramu

- Evidentní je přítomnost hyponatrémie (121 mmol/l), hypokalémie (2,5 mmol/l) i hypochloridémie (63 mmol/l)

Které z hodnot uvedených minerálů je třeba korigovat (tj. jsou ovlivněny jinými faktory)?

1. Na<sup>+</sup>
2. K<sup>+</sup>
3. Cl<sup>-</sup>

# Komentář k předchozí otázce (1)

- **Natrium** je ovlivněno dehydratací, hemokoncentrací; ve skutečnosti by tedy bylo ještě nižší
- **Kalium** ovlivňuje alkalémie

Vzestup pH o 0,1 vede k poklesu koncentrace  $K^+$  o cca 0,6 mmol/l

V našem případě při normalizaci klesne pH z hodnoty 7,62 na 7,40, tedy o 0,22

To odpovídá vzestupu  $K^+$  o  $2,2 \times 0,6 = 1,32$  mmol/l, tj. na  $2,5 + 1,3 = 3,8$  mmol/l

## Komentář k předchozí otázce (2)

- Koncentraci **chloridů** je třeba vždy dávat do vztahu s koncentrací natria

Vypočteme **korigované chloridy** (tj. koncentraci chloridů, jakou by měl nemocný při normálním natriu):

$$\text{Cl}^-_{\text{kor}} = \text{Cl}^-_{\text{měřené}} \times \text{Na}^+_{\text{normální}} / \text{Na}^+_{\text{měřené}}$$

Hodnota 73 mmol/l stále svědčí o těžké hypochloridémii

# Korekce poruchy ABR ledvinami

- Při značné alkalémii by se dala očekávat alkalická reakce moči (korekce poruchy ledvinami)
- pH moči však bylo kyselé – 5,0; je to způsobeno:
  1. Poruchou funkce ledvin
  2. Hyponatrémií
  3. Hypokalémií

# Komentář

- Jedná se o tzv. **paradoxní acidurii**: pH moči by mělo být alkalické, přesto je kyselé
- Příčinou je hypokalémie:
  - při hypovolémii vstřebávají tubuly ledvin  $\text{Na}^+$  (a s ním vodu) – řídí aldosteron
  - z důvodu elektroneutality musí tubuly secernovat jiný kation – nemůže to být  $\text{K}^+$  (je ho málo), proto vylučují  $\text{H}^+$ ; to vede ke kyselé reakci moči a dalšímu prohloubení alkalémie
  - kauzální léčbou je suplementace  $\text{K}^+$

# Hodnocení funkce ledvin

| Metoda a výsledek |      | Jednotka |
|-------------------|------|----------|
| Močovina          | 26,0 | mmol/l   |
| Kreatinin         | 302  | μmol/l   |
| eGFR (CKD-EPI)    | 0,25 | ml/s     |

Laboratorní výsledky svědčí pro selhání ledvin

- Při zvracení a následné dehydrataci dochází nejprve k funkčnímu selhání ledvin z hypoperfúze kůry ledvin
- Déletrvající hypoperfúze vede k ischemii ledvin a vývoji anatomických změn



# Rozlišení mezi dvěma typy renálního selhání

Laboratorní vyšetření pomůže rozlišit mezi funkčním a anatomicky podmíněným selháním, tj. mezi **selháním prerenálním a renálním**

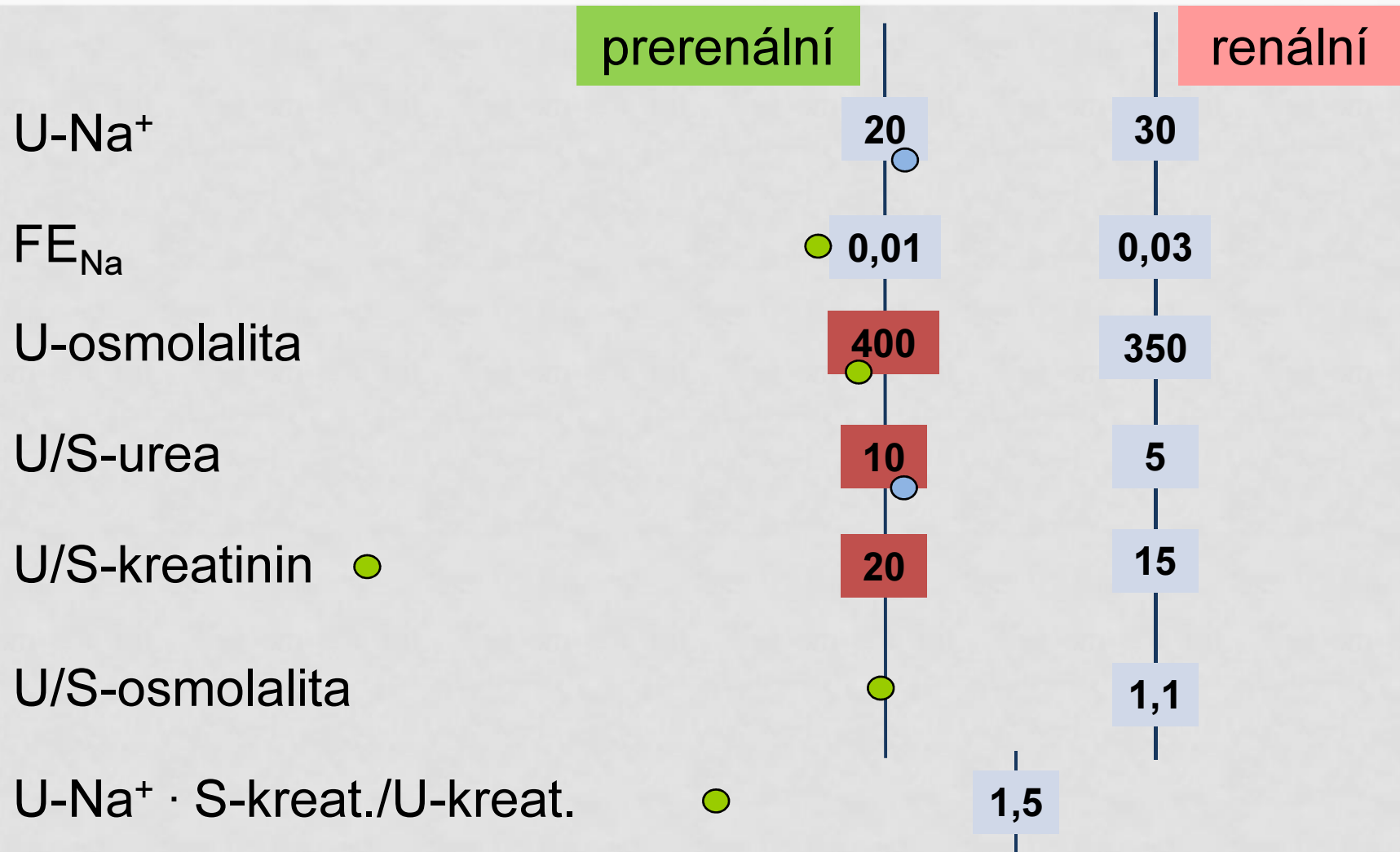
Potřebné parametry a jejich výsledky uvádí tabulka:

| Metoda          | Sérum | Moč    | Jednotka |
|-----------------|-------|--------|----------|
| Na <sup>+</sup> | -     | 21     | mmol/l   |
| Močovina        | 26,0  | 234    | mmol/l   |
| Kreatinin       | 302   | 10 770 | μmol/l   |
| Osmolalita      | 276   | 422    | mmol/l   |

# Co pomáhá dva typy renálního selhání rozlišit

- U funkčního (prerenálního) selhání jsou ledviny schopné vstřebávat  $\text{Na}^+$  (a s ním vodu a vytvářet koncentrovanou moč) a vylučovat dusíkaté katabolity
- U renálního selhání s anatomickým poškozením ledvin nejsou ledviny schopné šetřit  $\text{Na}^+$  a vylučovat dostatek dusíkatých katabolitů ani nejsou schopné koncentrovat moč

# Prerenální či renální selhání?



# Komentář

- Zvracení muselo být intenzivní, trvalo však relativně krátkou dobu
- Z tohoto důvodu se sice vyvinula těžká metabolická alkalóza a dehydratace vedoucí k selhání ledvin, zatím však ještě funkčnímu
- Je třeba doplnit cirkulující objem krve; dá se předpokládat návrat renální funkce, i když je poměrně dost zvýšena hladina sérového kreatininu

## Další postup – léčba

- Rehydratace, alimentace (periferní parenterální výživa)
- Po 8denní hospitalizaci propuštěna
- Kauzální by bylo odstranění balonu z žaludku, to však pacientka odmítá – bude proto alespoň upravena jeho náplň
- Následující tabulka ukazuje laboratorní hodnoty před propuštěním

# Laboratorní nález při propuštění

| Metoda a výsledek             |       |
|-------------------------------|-------|
| Na <sup>+</sup> (mmol/l)      | 137   |
| K <sup>+</sup> (mmol/l)       | 4,0   |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)      | 103   |
| Močovina (mmol/l)             | 3,1   |
| Kreatinin (μmol/l)            | 42    |
| eGFR (ml/s)                   | > 1,5 |
| pH                            | 7,45  |
| pCO <sub>2</sub> (kPa)        | 5,3   |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 27,5  |
| BE (mmol/l)                   | 3,7   |

# KAZUISTIKA III

HYPOSIDEREMICKÁ ANÉMIE

# Anamnéza a nynější onemocnění

- Chlapec, věk 3 roky 3 měsíce
- Porod i další vývoj normální
- Náhodně při preventivní prohlídce u praktického pediatra nalezena těžká anémie
- Zpětně matka uvádí, že dítě někdy bývá odpoledne trochu unavené, bledší byl chlapec vždy; jí normálně včetně masa
- Objektivní nález normální až na známky anémie na sliznicích



# Laboratorní vyšetření – červený krevní obraz

| Metoda a výsledek |                         | Jednotka        |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| Erytrocyty        | 4,50 . 10 <sup>12</sup> | l <sup>-1</sup> |
| Hemoglobin        | 58,0                    | g/l             |
| Hematokrit        | 0,221                   |                 |
| Objem ery (MCV)   | 49,1                    | fl              |
| Hb ery            | 12,9                    | pg              |
| Hb konc.          | 262                     | g/l             |

# Laboratorní vyšetření – ukazatele metabolismu železa

| Metoda a výsledek    |       | Normální hodnoty | Jednotka |
|----------------------|-------|------------------|----------|
| Železo               | < 2,0 | 4 – 19           | μmol/l   |
| Transferin           | 4,14  | 1,5 – 3,3        | g/l      |
| Saturace transferinu | < 1,9 | 20,0 – 50,0      | %        |
| Feritin              | 10    | 30 – 233         | μg/l     |
| sTfR                 | 60,80 | 2,6 – 6,2        | μg/l     |

# Další postup – hledání příčiny

- Ztráty železa nepotvrzeny
- Další možností je porucha resorpce – provedena resorpční křivka železa (5 mg Fe *p.o.* jako Aktiferrin kapky); hladina železa v séru byla:  
po 1 h: **30,5  $\mu\text{mol/l}$** ; po 2 h: **52,5  $\mu\text{mol/l}$**
- Zbývá poslední příčina – nedostatek železa v potravě (matka nejspíš nemluvila pravdu)
- Dítě léčeno železem *p.o.* (Aktiferrin kapky), postupné zlepšování ukazatelů krevního obrazu

# Laboratorní vyšetření – krevní obraz

Již po týdnu léčby je vidět tendence ke zlepšování krevního obrazu

| Metoda          | Výsledky                |                         |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
|                 | 1. 11.                  | 8. 11.                  |
| Erytrocyty      | 4,50 . 10 <sup>12</sup> | 4,85 . 10 <sup>12</sup> |
| Hemoglobin      | 58,0                    | 73,0                    |
| Hematokrit      | 0,221                   | 0,279                   |
| Objem ery (MCV) | 49,1                    | 58,0                    |
| Hb ery          | 12,9                    | 15,1                    |
| Hb konc.        | 262                     | 263                     |

# TEST Z PREANALYTIKY

# Acidobazická rovnováha

## aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění |
|--|---------------|-------|-------------------|------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           |       |                   |            |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          |       |                   |            |
| pH                                     | 7,27          |       |                   |            |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |            |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |            |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |            |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění |
|--|---------------|-------|-------------------|------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               |            |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          |       |                   |            |
| pH                                     | 7,27          |       |                   |            |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |            |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |            |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |            |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          |       |                   |  |
| pH                                     | 7,27          |       |                   |  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |  |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |  |



# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              |  |
| pH                                     | 7,27          |       |                   |  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |  |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |  |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              | v krvi pO <sub>2</sub> nižší než ve vzduchu  |
| pH                                     | 7,27          |       |                   |  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |  |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |  |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              | v krvi pO <sub>2</sub> nižší než ve vzduchu  |
| pH                                     | 7,27          | ↑     | 7,34              |  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |  |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |  |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              | v krvi pO <sub>2</sub> nižší než ve vzduchu  |
| pH                                     | 7,27          | ↑     | 7,34              | stoupá pro pokles pCO <sub>2</sub> v krvi    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       |                   |  |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       |                   |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |  |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              | v krvi pO <sub>2</sub> nižší než ve vzduchu  |
| pH                                     | 7,27          | ↑     | 7,34              | stoupá pro pokles pCO <sub>2</sub> v krvi    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       | 14,7              | bez velkých změn                             |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       | - 9,9             |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          |       |                   |  |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              | v krvi pO <sub>2</sub> nižší než ve vzduchu  |
| pH                                     | 7,27          | ↑     | 7,34              | stoupá pro pokles pCO <sub>2</sub> v krvi    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       | 14,7              | bez velkých změn                             |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       | - 9,9             |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          | ↑     | 0,99              |  |

# Acidobazická rovnováha aerobní odběr (bubliny)

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | Odběr s bublinami | Zdůvodnění                                   |
|--|---------------|-------|-------------------|--|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,1           | ↓     | 3,7               | v krvi pCO <sub>2</sub> vyšší než ve vzduchu |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 10,4          | ↑     | 16,1              | v krvi pO <sub>2</sub> nižší než ve vzduchu  |
| pH                                     | 7,27          | ↑     | 7,34              | stoupá pro pokles pCO <sub>2</sub> v krvi    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 16,9          |       | 14,7              | bez velkých změn                             |
| BE (mmol/l)                            | - 8,7         |       | - 9,9             |  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,96          | ↑     | 0,99              | reaguje na vzestup pO <sub>2</sub> v krvi    |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění |
|--|---------------|-------|---------------|------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           |       |               |            |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          |       |               |            |
| pH                                     | 7,40          |       |               |            |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |            |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |            |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |            |



# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění |
|--|---------------|-------|---------------|------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           |            |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          |       |               |            |
| pH                                     | 7,40          |       |               |            |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |            |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |            |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |            |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                           |
|--|---------------|-------|---------------|--------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          |       |               |                                      |
| pH                                     | 7,40          |       |               |                                      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |                                      |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                      |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                      |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                           |
|--|---------------|-------|---------------|--------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           |                                      |
| pH                                     | 7,40          |       |               |                                      |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |                                      |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                      |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                      |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          |       |               |                                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |                                       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                       |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          |                                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |                                       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                       |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          |       |               |                                       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                       |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          | ↓     | 22,5          |                                       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                       |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          | ↓     | 22,5          | vliv vznikající kyseliny mléčné       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         |       |               |                                       |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |



# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          | ↓     | 22,5          | vliv vznikající kyseliny mléčné       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         | ↓     | - 4,5         |                                       |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          | ↓     | 22,5          | vliv vznikající kyseliny mléčné       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         | ↓     | - 4,5         | dtto                                  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          |       |               |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          | ↓     | 22,5          | vliv vznikající kyseliny mléčné       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         | ↓     | - 4,5         | dtto                                  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          | ↓     | 0,89          |                                       |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty při skladování vzorku

| Parametr                               | Správný odběr | Změna | 2 h při 23 °C | Zdůvodnění                            |
|--|---------------|-------|---------------|---------------------------------------|
| pCO <sub>2</sub> (kPa)                 | 5,3           | ↑     | 7,2           | vzniká při metabolismu v leukocytech  |
| pO <sub>2</sub> (kPa)                  | 12,1          | ↓     | 6,5           | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |
| pH                                     | 7,40          | ↓     | 7,25          | anaerobní glykolýza → laktát          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/l) | 24,1          | ↓     | 22,5          | vliv vznikající kyseliny mléčné       |
| BE (mmol/l)                            | - 0,1         | ↓     | - 4,5         | dtto                                  |
| SO <sub>2</sub> (rel. díly)            | 0,97          | ↓     | 0,89          | spotřeba O <sub>2</sub> v leukocytech |

# Acidobazická rovnováha

## vliv teploty pacienta

Účastnice autonehody, topení v chladné vodě – tělesná teplota 26,2 °C

| Parametr               | 37 °C | Změna | 26,2 °C | Zdůvodnění |
|------------------------|-------|-------|---------|------------|
| pH                     | 7,13  |       |         |            |
| pCO <sub>2</sub> (kPa) | 8,1   |       |         |            |
| pO <sub>2</sub> (kPa)  | 7,2   |       |         |            |

# Acidobazická rovnováha vliv teploty pacienta

Účastnice autonehody, topení v chladné vodě – tělesná teplota 26,2 °C

| Parametr               | 37 °C | Změna | 26,2 °C | Zdůvodnění |
|------------------------|-------|-------|---------|------------|
| pH                     | 7,13  | ↑     | 7,26    |            |
| pCO <sub>2</sub> (kPa) | 8,1   | ↓     | 4,8     |            |
| pO <sub>2</sub> (kPa)  | 7,2   | ↓     | 3,5     |            |

# Acidobazická rovnováha vliv teploty pacienta

Účastnice autonehody, topení v chladné vodě – tělesná teplota 26,2 °C

| Parametr               | 37 °C | Změna | 26,2 °C | Zdůvodnění                                      |
|------------------------|-------|-------|---------|---|
| pH                     | 7,13  | ↑     | 7,26    | pH klesá s rostoucí teplotou                    |
| pCO <sub>2</sub> (kPa) | 8,1   | ↓     | 4,8     | parciální tlak plynů stoupá s rostoucí teplotou |
| pO <sub>2</sub> (kPa)  | 7,2   | ↓     | 3,5     |   |

# Vliv špatné odběrové nádoby

Do jaké odběrové nádoby byla krev odebrána?

| Parametr                  | Sérum | ?    | Zdůvodnění |
|---------------------------|-------|------|------------|
| Na <sup>+</sup> (mmol/l)  | 142   | 141  |            |
| K <sup>+</sup> (mmol/l)   | 4,5   | 22,5 |            |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)  | 103   | 104  |            |
| Ca <sup>2+</sup> (mmol/l) | 1,2   | 0,1  |            |
| ALP (μkat/l)              | 1,8   | 0,4  |            |
| Osmolalita (mmol/kg)      | 285   | 290  |            |

správný odběr

chybný odběr



# Vliv špatné odběrové nádoby

Do jaké odběrové nádoby byla krev odebrána?

| Parametr                  | Sérum | K <sub>3</sub> EDTA | Zdůvodnění   |
|---------------------------|-------|---------------------|--|
| Na <sup>+</sup> (mmol/l)  | 142   | 141                 |  |
| K <sup>+</sup> (mmol/l)   | 4,5   | 22,5                | přídavek K <sub>3</sub> EDTA                               |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)  | 103   | 104                 |  |
| Ca <sup>2+</sup> (mmol/l) | 1,2   | 0,1                 | EDTA váže Ca <sup>2+</sup> v nedisociovaném komplexu       |
| ALP (μkat/l)              | 1,8   | 0,4                 | EDTA váže Zn – nezbytný pro funkci ALP                     |
| Osmolalita (mmol/kg)      | 285   | 290                 | osmolalita roste – K <sub>3</sub> EDTA přidán jako odparek |

# Vliv špatné odběrové nádoby

Do jaké odběrové nádoby byla krev odebrána?

| Parametr                  | Sérum | ?   | Zdůvodnění |
|---------------------------|-------|-----|------------|
| Na <sup>+</sup> (mmol/l)  | 142   | 168 |            |
| K <sup>+</sup> (mmol/l)   | 4,5   | 3,5 |            |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)  | 103   | 84  |            |
| Ca <sup>2+</sup> (mmol/l) | 1,2   | 0,1 |            |
| ALP (μkat/l)              | 1,8   | 1,4 |            |
| Osmolalita (mmol/kg)      | 285   | 285 |            |

správný odběr

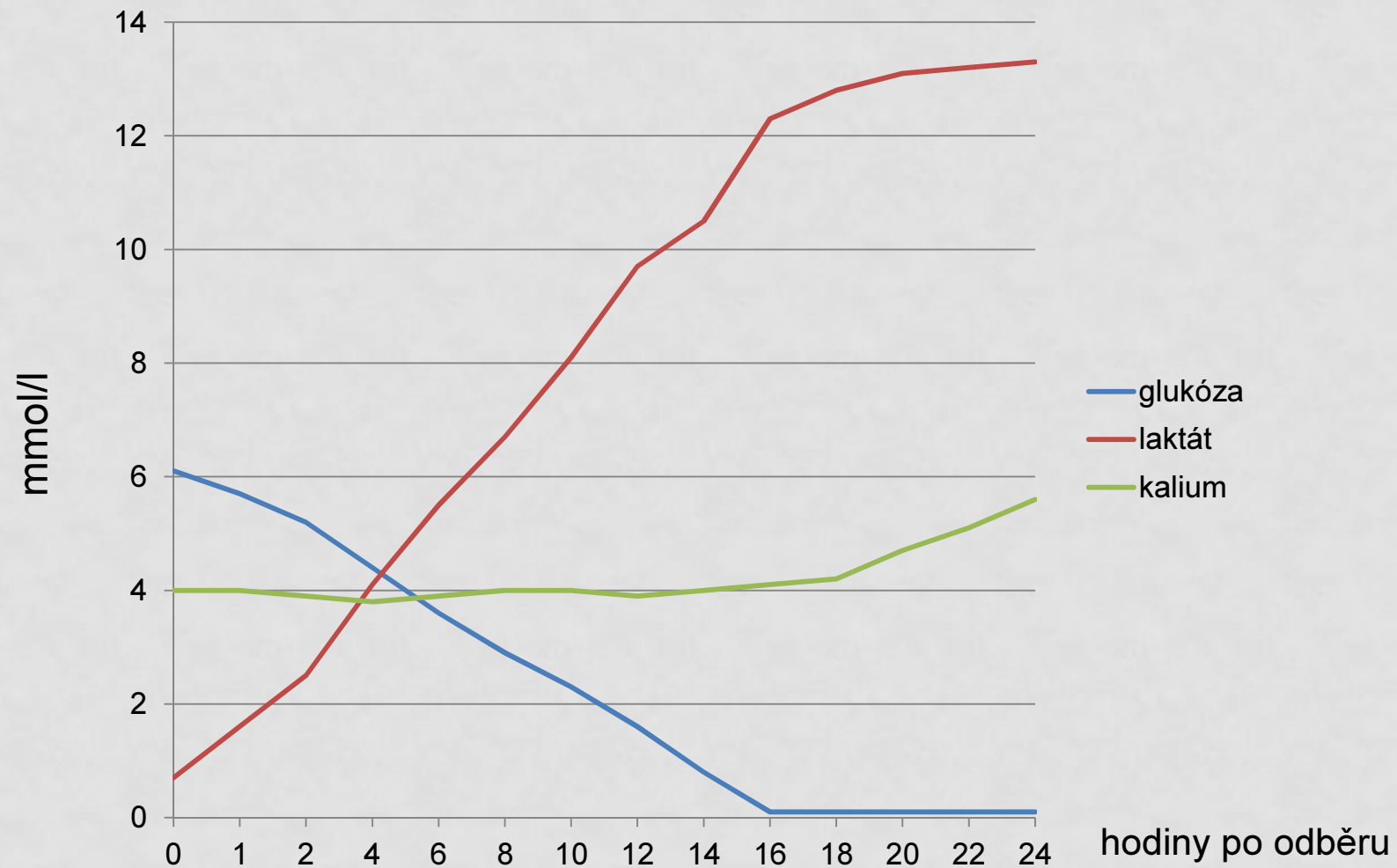
chybný odběr

# Vliv špatné odběrové nádoby

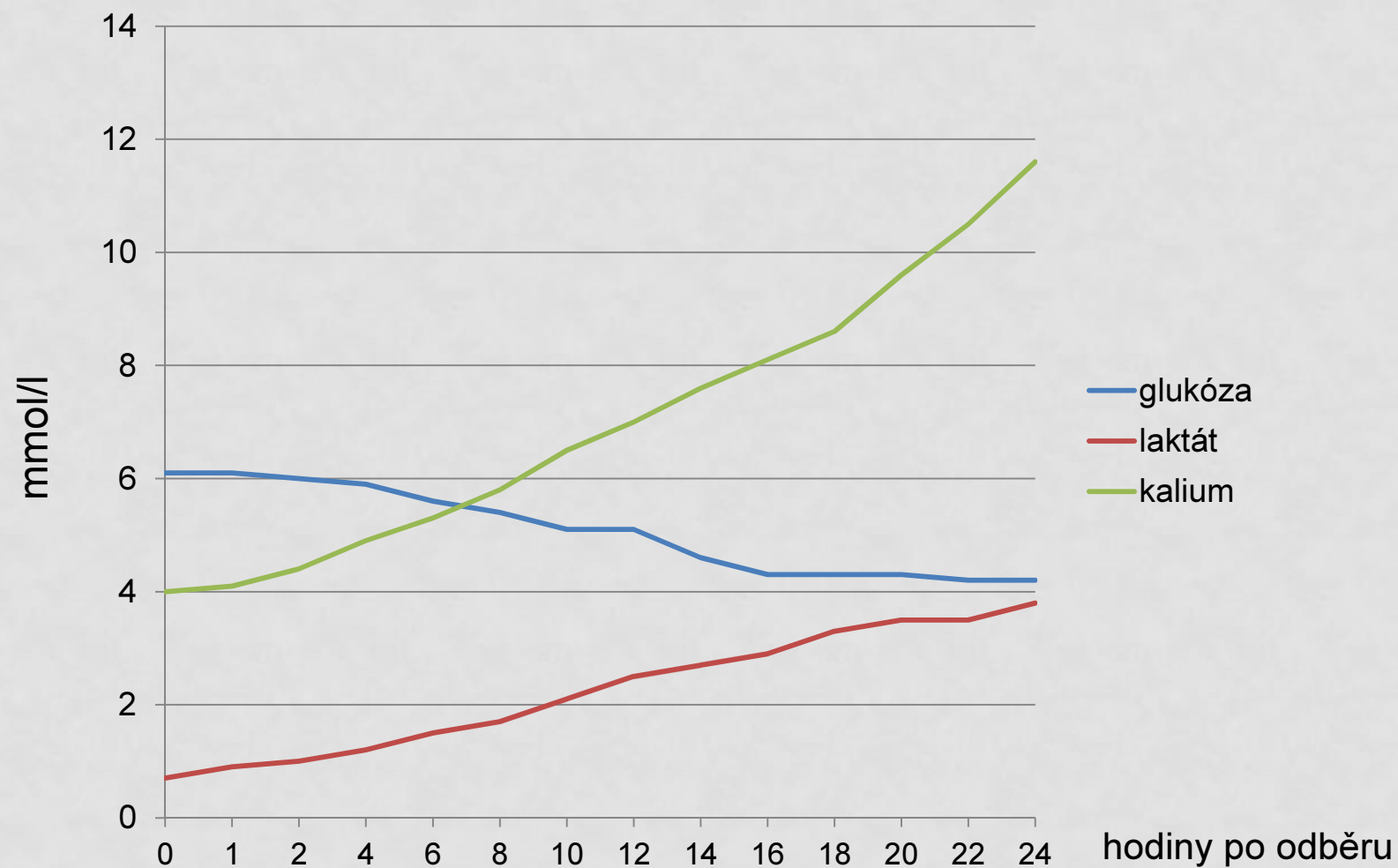
Do jaké odběrové nádoby byla krev odebrána?

| Parametr                  | Sérum | Na citrát | Zdůvodnění   |
|---------------------------|-------|-----------|--|
| Na <sup>+</sup> (mmol/l)  | 142   | 168       | přidaný citrát obsahuje 210 mmol Na <sup>+</sup> /l                  |
| K <sup>+</sup> (mmol/l)   | 4,5   | 3,5       | krev naředěna přidaným roztokem Na citrátu                           |
| Cl <sup>-</sup> (mmol/l)  | 103   | 84        |  |
| Ca <sup>2+</sup> (mmol/l) | 1,2   | 0,1       | citrát vápenatý je rozpustný, ale nedisociovaný                      |
| ALP (μkat/l)              | 1,8   | 1,4       | citrát váže Zn (nezbytný pro funkci ALP), ale ne tak silně jako EDTA |
| Osmolalita (mmol/kg)      | 285   | 285       | přidaný citrát je izotonický roztok                                  |

# Skladování plné krve: 23 °C



# Skladování plné krve: 5 °C



A photograph of a forest with large trees and autumn foliage. The text is overlaid in the center.

Děkuji za pozornost  
[racek@fnplzen.cz](mailto:racek@fnplzen.cz)