

HYPONATRÉMIE A HYPERNATRÉMIE

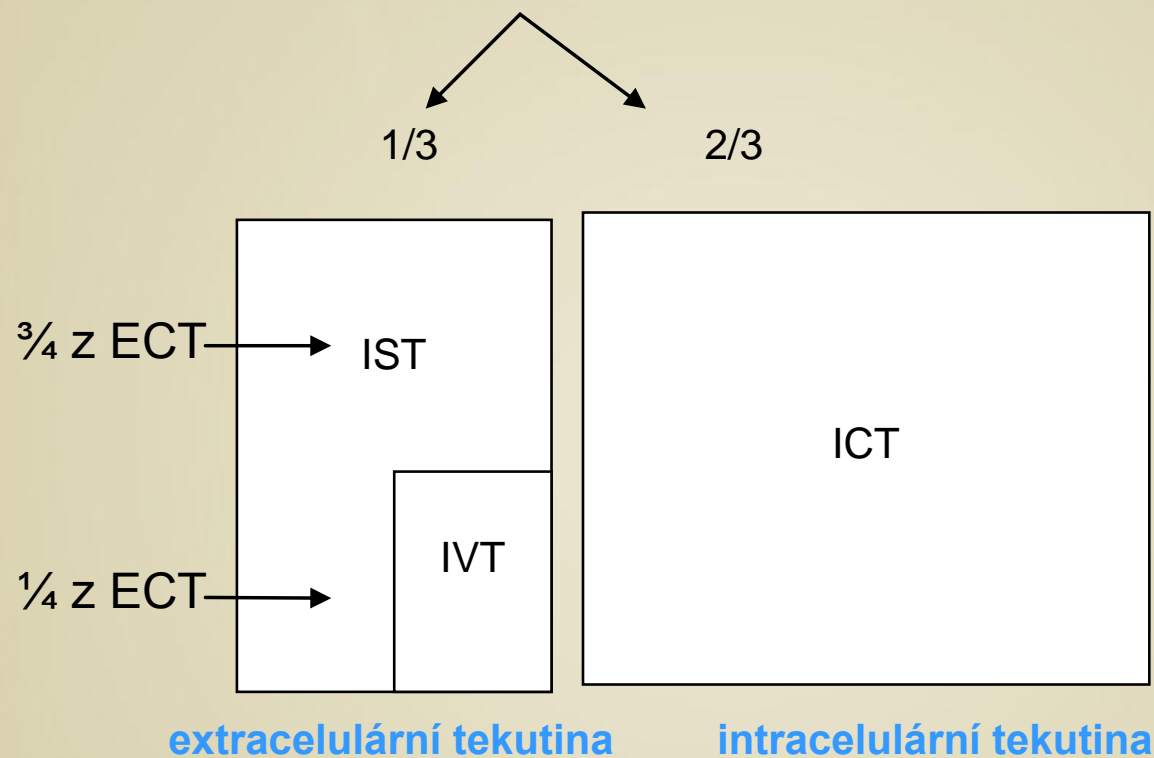
MUC Magdalena Miová
Prof. MUDr. Zdeněk Doležel, CSc.
Pediatrická klinika LF MU a FN Brno



HYPONa⁺ /HYPERNa⁺

- Dysbalance sodíku je nutno vždy hodnotit v kontextu dysbalance **tělesné vody**
- Klinický obraz poruch sodíkové homeostázy je určen zvětšením/zmenšením objemu ECT
- Změny objemu ECT nemusí být provázeny změnami sérové koncentrace Na⁺ :
 - u nemocných, kdy retence/ztráta Na⁺ je provázena proporcionálními změnami objemu vody

CELKOVÁ TĚLESNÁ VODA (60% hmotnosti)



ECT – extracelulární tekutina

ICT – intracelulární tekutina

IST – intersticiální tekutina

IVT – intravazální tekutina (krevní plazma)

CELKOVÁ TĚLESNÁ VODA změny s věkem

	% tělesné hmotnosti
novorozenec	~ 79%
1 rok	~ 65%
10-50 let	~ 60%
nad 50 let	pokles o 4 – 6 %

IONTY V ECT A ICT

ECT

Na⁺ = 140 mmol/l
K⁺ = 4,4 mmol/l
Cl⁻ = 100 mmol/l

ICT

Na⁺ = 10 mmol/l
K⁺ = 155 mmol/l
Cl⁻ = 8 mmol/l

OSMOLALITA

- je osmotický tlak v jednom kilogramu rozpouštědla a je přímo úměrná počtu rozpuštěných částic v roztoku dané hmotnosti
- za normálních podmínek stálá díky ekvilibraci na buněčných membránách
- v praxi měříme osmolalitu sérovou, resp. moči
- pro hodnotu osmolality séra je klíčová **sérová hladina sodíku**, méně pak glukóza/močovina/albumin/některé ionty

HYPONATREMIE / HYPERNATREMIE

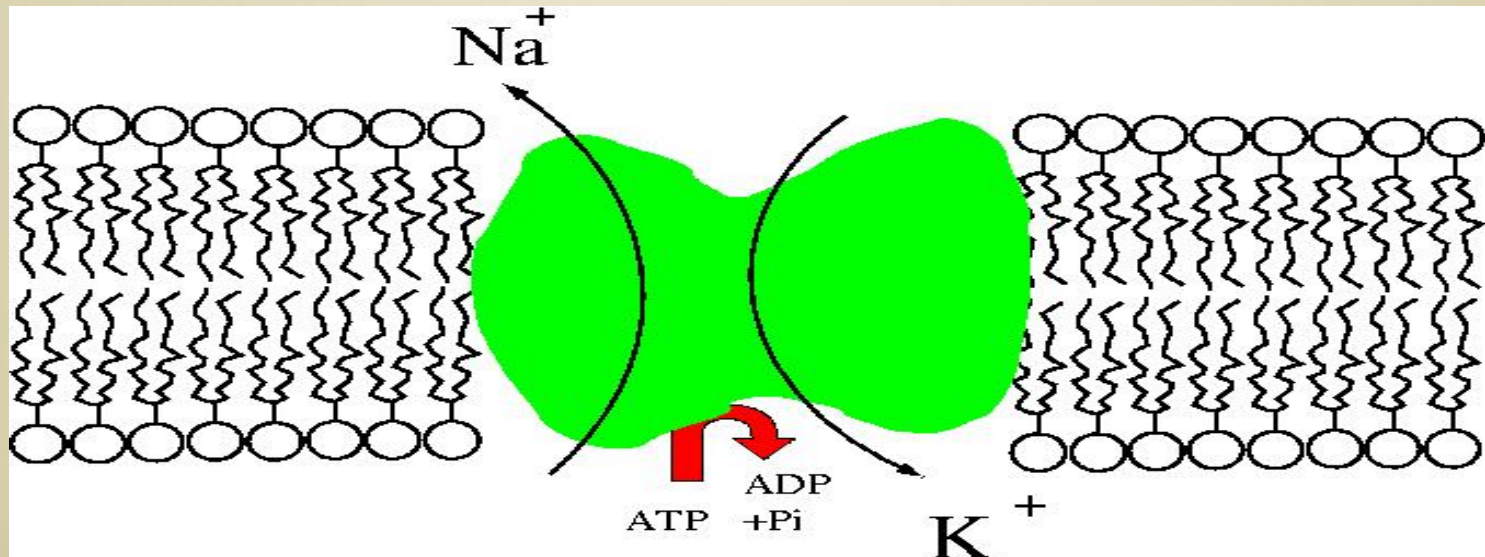
! ŽIVOT OHROŽUJÍCÍ STAVY !

- Fyziologické hodnoty:
- ECT: $\text{Na}^+ 135 - 145 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$
- ICT: $\text{Na}^+ 3 - 35 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (podle druhu tkáně)
- 40% Na deponováno mimo ECT - KOSTI

SODÍKOVÝ KONCENTRAČNÍ GRADIENT

- = rozdíl koncentrací Na^+ mezi ECT a ICT
- Je výsledkem aktivní metabolické činnosti buněk, zejména sodíkové pumpy $\text{Na}^+ \text{K}^+ \text{ATPázy}$
- Na^+ ionty vypuzovány z ICT do ECT, K^+ v opačném směru

ECT



ICT

SODÍKOVÁ BILANCE – I.

- Příjem Na^+ stravou: 4 – 15g NaCl (tj. cca 70 – 250 mmol/24 hod)
- Největší část Na^+ vylučována ledvinami
- Fekální vylučování – cca 5 mmol/24 hod
- Významné extrarenální ztráty kůží při excesivním pocení

SODÍKOVÁ BILANCE – II.

- Při intaktní a vyzrálé funkci ledvin a při nezvýšeném podílu mimoledvinových ztrát **odpovídá vylučování Na^+ močí příjmu stravou/tekutinami**
- Hodnocení Na^+ bilance – množství vyloučeného Na^+ močí lze přepočítat na příjem NaCl

SODÍKOVÁ BILANCE - výpočet

- Příjem NaCl [g/24 hod] = močí vyloučené Na⁺ [mmol/24hod] / 17
- Příklad. Množství močí vyloučeného sodíku bylo např. 148mmol/24 hod, pak to znamená, že dítě přijalo $148:17=8,7$ g NaCl

ZMĚNY KONCENTRACE Na⁺

→ redistribuce celkové tělesné vody

- Izolované hodnocení S_{Na} není správné, **nutno hodnotit změny sérové osmolality S_{Osm}**
- Osmometr
- Výpočet: $S_{Osm} = 2 \times S_{Na} + S_{Gl} + S_{urea}$
- Normální hodnota $S_{Osm} = 290 + 5$ mosmol/kg

EFEKTIVNÍ OSMOLALITA

- Soluty, které tvoří osmotickou aktivitu a ovlivňují distribuci vody mezi ECT a ICT – klíčový význam pro EO
- Urea a glukóza – za fyziologických podmínek volně difundují – nemají rozhodující vliv
- Za předpokladu výrazně nezvýšených S_{GI} a S_{urea} – zjednodušená kalkulace:
$$S_{Osm} = 2 \times (S_{Na} + S_{K})$$

SEKRECE ADH

- Zvýšení S_{Osm} o 1% - stimul pro zvýšenou sekreci ADH
- **Stimuly nonosmolární** – bolest, emoční stres, hypoxie, subklinická ztráta cirkulujícího objemu, srdeční selhání, některá onemocnění jater/nadledvin

RESORPCE Na⁺ V LEDVINÁCH

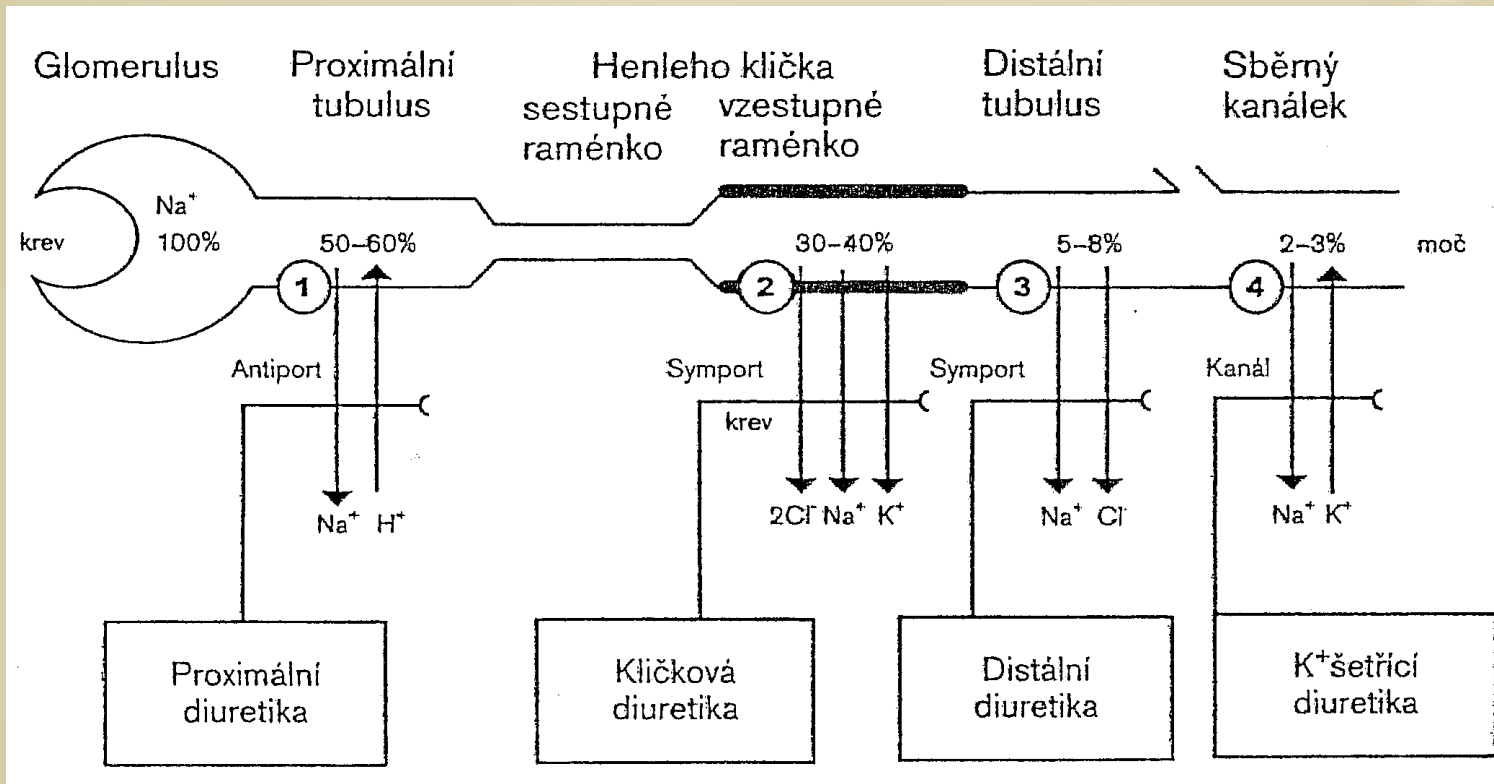


Schéma volně převzato z knihy Farmakologie v kostce

- Na⁺ volně pronikají glomerulární membránou, koncentrace Na⁺ v glom.filtrátu je identická s S_{Na}
- Do definitivní moči se dostane méně než 1% z celkového množství

EJEKČNÍ FRAKCE (FE_{Na})

- = hodnota určující jaká část z profiltrovaného množství sodíku je vylučována močí
- Stanovení FE_{Na} – hodnocení **tubulární f-ce ledvin**: jeden z pomocných parametrů k rozlišení inciální příčiny akutního selhání ledvin (selhání pre-/renální)

HYPONATREMIE: $S_{Na} < 130 \text{ mmol/l}$

- Riziko vážných komplikací: $S_{Na} < 120 \text{ mmol/l}$, zejm. pokud k poklesu dojde během 48 hodin = akutní hyponatremie
- Primární obranný mechanismus – tvorba vysoce zředěné moči a exkrece volné vody
- Pokud jsou ledvinné funkce alterovány, hyponatremie se může dále prohlubovat

HYPONa⁺: klinický obraz

1) AKUTNÍ HYPONATREMIE

- Buněčná hyperhydratace, zejm. v CNS (edém mozku) → převažuje **neurogická** symptomatologie
- Apatie, anorexie, nauzea, zvracení, svalová slabost, neklid, bolesti hlavy, křeče, bezvědomí
- Mortalita až 50%

HYPONa⁺: klinický obraz

2) CHRONICKÁ HYPONATREMIE

(rozvoj plíživý, > 48 hod)

- Symptomatologie diskrétní
- u dětí snadněji vzniká hyponatremická encefalopatie (souvislost se změnou distribuce tělesné vody a hypoxémií)

HYPONa⁺: diagnostika I.

- Stanovení S_{Na} a aktuální hodnoty S_{Osm}
- Tzv. **PRAVÁ HYPONATREMIE** je vždy provázena hypoosmolalitou, dalším krokem je stanovení osmolality moči (U_{Osm}) a koncentrace sodíku v moči

HYPONa⁺: diagnostika II.

- PSEUDOHYPONATREMIE – normální/zvýšená S_{Osm}
(hyperglykémie, těžká hypoproteinémie, hyperlipidémie, osmotická diuretika)
- Hyperglykemie: $\uparrow S_{Osm}$, voda z ICT do ECT
- Hyperproteinémie/hyperlipidemie: $\downarrow Na^+$, S_{Osm} zůstává v normálních mezích

HYPONa⁺: diagnostika III.

- Zhodnocení objemu ECT (TK, CŽT)
- Bilance příjmu a výdeje tekutin, změny hmotnosti
- Základní onemocnění, farmakoterapie

- Klin.vyšetření a laboratorní údaje monitorovat **dynamicky**

HYPONa⁺: deplece objemu

- Hyponatremie na podkladě ↑ ztrát Na⁺ močí (nemoc ledvin, diuretika) – známky deplece objemu chybí, neporušený mechanismus žízně
- Hyponatremie, $U_{Na} < 25\text{mmol/l}$ → došlo k výrazné ztrátě cirkulujícího objemu
- Hyponatremie, $U_{Na} > 25\text{mmol/l}$ → původ hypoNa⁺ je renální/syndrom nepřiměřené sekrece ADH/diuretika

HYPONa⁺: léčba I.

- Dva zákl. principy: **omezení příjmu tekutin a korekce vyvolávajícího mechanismu**

1. Asymptomatická HYPONa⁺: S_{Na} 120 – 125mmol/l

- Respektování základních principů
- Možná suplementace NaCl p.o./parent. – 0,9% roztok NaCl, případě hypertonický roztok NaCl (3% nebo 10%)

HYPONa⁺: léčba II.

2. Akutní symptomatická HYPONa⁺:

- Dosažení bezpečného pásma (S_{Na} 120 – 125 mmol/l), následuje pozvolná korekce
- Restriktce přívodu volné vody na 60-70ml/kg/24hod
- i.v. 0,9% roztok NaCl (jiná doporučení 3% roztok)
- Rychlost vzestupu S_{Na} 1,5 – 2 mmol/l za první 3-4 hodiny, na konci prvních 24hod léčby by neměla S_{Na} přesáhnout o 8 – 10 mmol/l iniciální hodnotu
- Při výrazné symptomatologii (křeče) možná rychlost vzestupu S_{Na} o 4 – 8 mmol/l během první hodiny

HYPONa⁺: léčba III.

3. Chronická HYPONa⁺

- Iniciální rychlé podání sodíku se NEPROVÁDÍ
- 24 hodinový vzestup S_{Na} o 8 – 10 mmol/l
- při rychlé korekci hrozí rozvoj **demyelinizace CNS**

!!! Po úvodním zlepšení klin.stavu dochází (dny,týdny) k manifestaci neurologických symptomů – změny chování, extrapyramidové příznaky, paralýza,koma.

K rozvoji více inklinují nemocní se současnou malnutricí/deplecí draslíku/hypoxií.

HYPERNATREMIE: $S_{Na} > 145\text{mmol/l}$

- Při zachovaných zpětnovazebných mechanismech, pokud je dítě při vědomí, je hlavním projevem **žížeň**
- Další obranné mechanismy - **zvýšená sekrece ADH, tvorba vysoce koncentrované moči**
- K hyperNa⁺ dochází při oslabení některým akutním/chronickým onemocněním, navíc umocněným nedostatečným příjmem vody

HYPERNa⁺: klinický obraz

- Redistribuce vody – přesun z ICT do ECT
- Nejvíce citlivý mozek – **cerebrální dehydratace** a zmenšování objemu buněk.

Rychlá redukce V o 10 – 15% - adaptace

Akcelerovaná ztráty ICT vody bez včasné léčby – strukturální změny (irreverzibilní) – **nespecifická symptomatologie** (letargie, zmatenost, pisklavý pláč, zvýšená neuromusk.dráždivost, křeče, bezvědomí)

- U části pacientů – separace meningeálních obalů od mozku
→ intrakraniální/intracerebrální krvácení
- Možný rozvoj demyelinizace, rabdomyolýza

HYPERNa⁺: diagnostika I.

- Stanovení aktuálních hodnot S_{Osm} a S_{GI}
- Celkový klin.stav, předchozí příjem tekutin, adekvátnost přípravy umělé výživy
- Pátrat po medikaci diuretiky, nadbytečném příjmu sodíku
- Velikost diurézy, U_{Osm} , koncentrace elektrolytů v moči
- Snadný vznik hyperNa⁺ u kojenců/batolat s horečkou a sníženým příjmem vody

HYPERNa⁺: diagnostika II.

- Zhodnocení aktuálního objemu ECT – v některých případech obtížné
- Intenzita dalších příznaků je různá:

tachykardie > 160/min, špatně hmatný puls na periférii, TK zvýšen/snížen, hypoperfuze akrálních částí končetin, hyperventilace, chybějící slzy, halonované oči, vkleslá velká fontanela, snížený kožní turgor, nedostatečný kapilární návrat

HYPERNa⁺: léčba I.

Základ: korekce zvýšené S_{Na} a úprava cirkulujícího objemu

1. **Hypernatremie s projevy méně závažné dehydratace** (ztráta hmotnosti do 10%)

Perorální rehydratační roztok (plný/zředěný) – neporušené vědomí, tolerance roztoku

Výpočet z fyziologické potřeby tekutin.

Fyziologickou potřebu a odhadované ztráty je nutno **SEČÍST!**

FYZIOLOGICKÁ POTŘEBA TEKUTIN

VĚK	POTŘEBA TEKUTIN
do konce 1. roku	120 ml/24 hod
1 - 8 let	$120 - (n \times 10)$
> 8 let	30 - 40 ml/kg/24 hod

n – věk dítěte

ZTRÁTY VODY ODHADUJEME:

50 ml/kg/24 hod – děti do konce 1.roku života

30 ml/kg/24 hod – starší děti

HYPERNa⁺: léčba II.

2. Závažná hypernatrémie provázená těžší dehydratací (ztráta více než 10% hmotnosti)

- Hospitalizace, infuzní léčba
- Fyziolog.potřeba tekutin + ztráty
- Rychlost podávání infuze: 20 – 40 ml/kg/hod v průběhu prvních dvou hodin, polovina vypočteného množství v průběhu 8 hodin, zbytek během 16 hodin
- Vhodné dokončit léčbu orálním rehydratačním roztokem

HYPERNa⁺: deficit volné vody

- Přesné určení nesnadné zejm. u **hypernatremické dehydratace** – většina ztrát je intracelulární **x** chybí známky ztráty cirkulujícího objemu, objem ECT zachován
- V prvních 2 hod – 0,9% roztok NaCl nebo 1/1 roztok Ringerův, dále i.v. roztok s konc. Na⁺ nižší o 60 mmol/l než je aktuální S_{Na}

HYPERNa⁺: léčba III.

- Rychlost poklesu S_{Na} nemá přesáhnout 1 mmol/hod nebo 15 mmol/24hod
- U hyperNa⁺ > 170 mmol/l nemá dojít k poklesu S_{Na} pod 150 mmol/l během prvních 48 – 72 hodin léčby
- Možné dokončit léčbu orálním rehydratačním roztokem
- **Křeče** v průběhu léčby – rozvoj **edému mozku** – zpomalit infuzní korekci
- **Refrakterní hypo/hypernatremie** – možná léčba dialýzou

NOVOROZENCI – I.

- Vodní a elektrolytová rovnováha novorozenců narozených v termínu nebo předčasně – odlišnosti od jiných věk.kategorií
- Rychlé změny distribuce vody mezi ICT a ECT
- Postnatálně ztráta 10 – 15% objemu vody z ECT i ICT – převážně ledvinami
- Ztráty vody provázeny ztrátami sodíku

NOVOROZENCI – II.

- Předčasně narození ztrácí větší množství Na^+ ($\text{FE}_{\text{Na}} > 5\%$) – pokles během 2-3 týdnů života u narozených termínu, u předčasně narozených – interval delší (nezralost tubulárních f-cí ledvin)
- Krátce po porodu – **negativní Na^+ bilance** – někdy suplementace (předčasný porod)
- Pozitivní Na^+ bilance – správný růst a vývoj
- Předčasně narození – **pozdní hyponatrémie** (4 – 6 týdnů po porodu) – zvýšená inkorporace Na^+ do tkání

NOVOROZENCI – příčiny hypoNa⁺

- 1) Nadbytečná parenterální dodávka roztoků glukózy
- 2) Průjem
- 3) Těžká sepsa (dysfunkce Na⁺ K⁺ ATPázy)
- 4) Srdeční selhání
- 5) Farmakoterapie (diuretika, indometacin)

NOVOROZENCI – příčiny hyperNa⁺

- 1) Ošetřování na volném lůžku
- 2) Fototerapie
- 3) Vrozené defekty kůže, vč. kongenitálních defektů uzávěru přední stěny břišní
- 4) Resuscitace
- 5) Intenzivní dodávka NaHCO₃

U předčasně narozených snadný rozvoj hyperNa⁺ - jiný poměr mezi velikostí tělesné hmoty a tělesného povrchu

Děkuji za pozornost

