

Hyper- a hyponatrémie a věci související

- co je důležité -



Luboš Sobotka

3. Interní klinika

Lékařská fakulta - Karlova univerzita a Fakultní nemocnice

Hradec Králové

Elektrolyty v lidském těle

Elektrolyt	ECF (mmol/l)
Sodík	140-155
Draslík	4.0-5.5
Vápník	2.2-2.5
Ionis. vápník	0.9-1.3
Hořčík	0.7-1.2
Chloridy	98-108
Fosfát	0.7-1.3

Titrace vnitřního prostředí





Titrace vnitřního prostředí



Elektrolyty v lidském těle

Titrace vnitřního prostředí

Elektrolyt	ECF (mmol/l)	ICF (mmol/l)	Celk. v těle (mmol/l)
Sodík	140-155	10-18	3000-4000
Draslík	4.0-5.5	120-145	3000-3500
Vápník	2.2-2.5		25000-27000
Ionis. vápník	0.9-1.3	0.0001	
Hořčík	0.7-1.2	15-25	900-1200
Chloridy	98-108	2-6	3000-4000
Fosfát	0.7-1.3	8-20	30000-32000



Titrace vnitřního prostředí



Sláma z bot

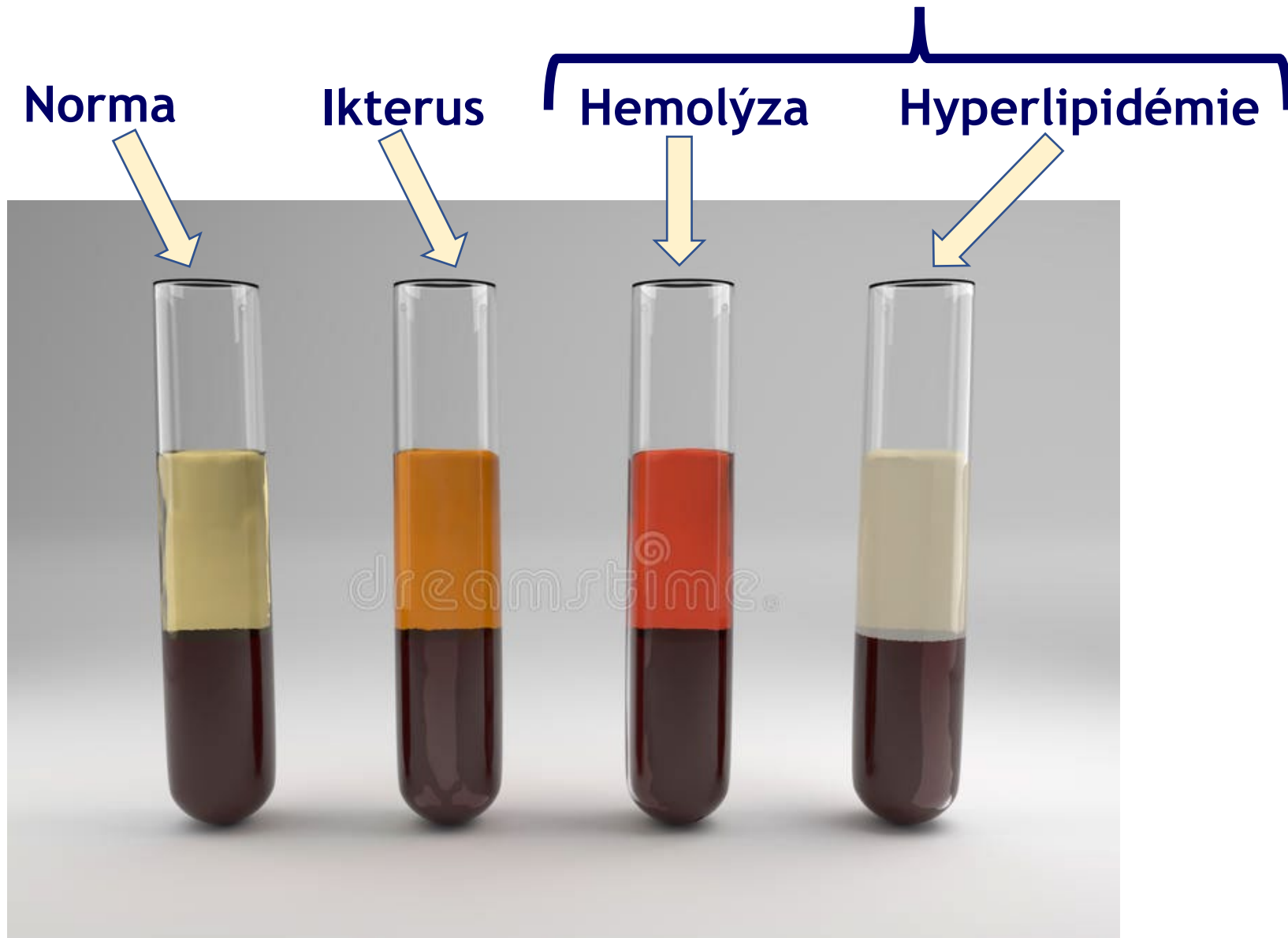
Hyponátrémie a pseudohyponátrémie

Pseudohyponatrémie

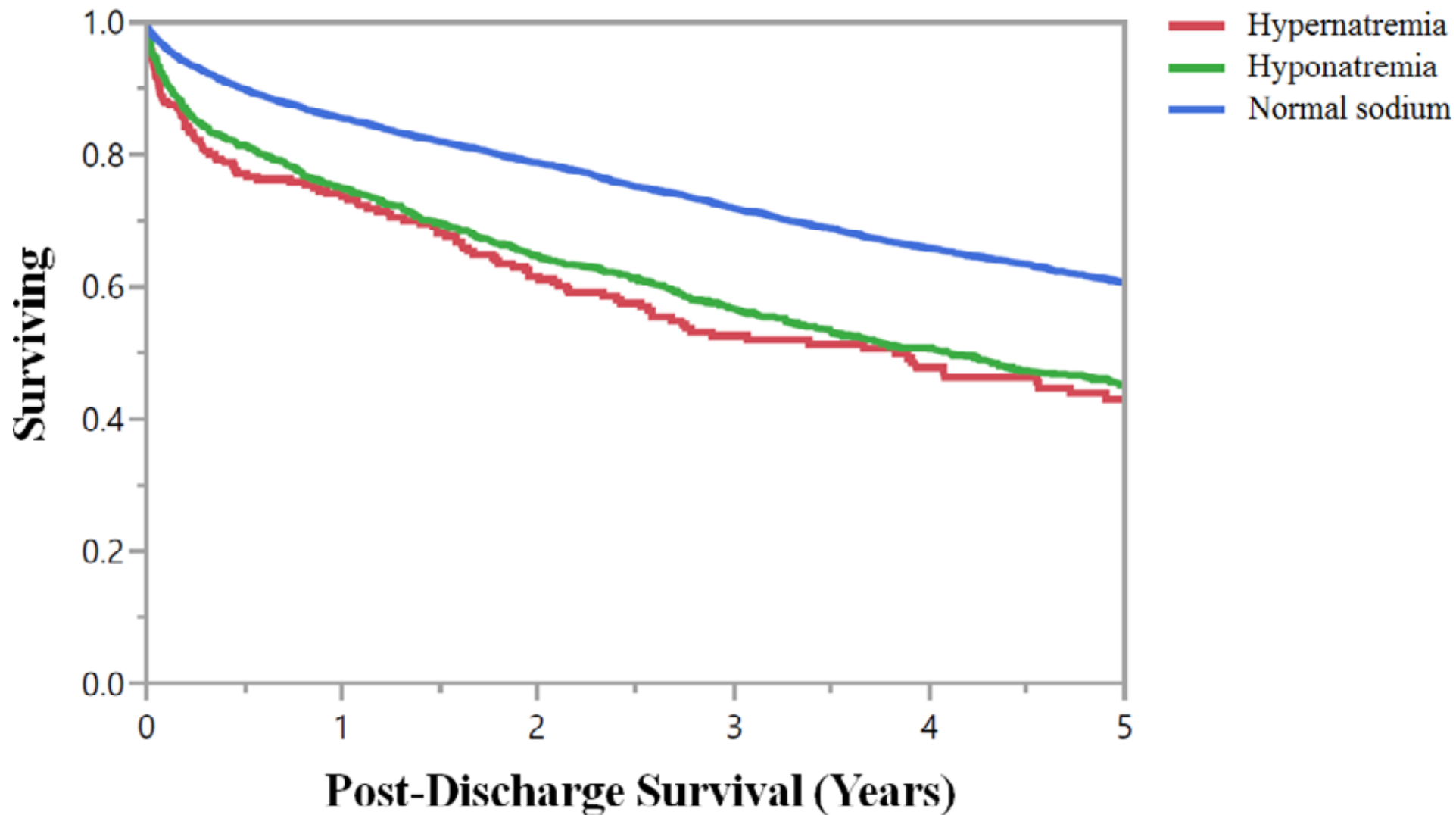
- ✓ Hyperglykemie
- ✓ Hyperlipidemie
- ✓ Hyperproteinemie (např. myelom)
- ✓ Hemolýza

Pohled na zkumavku krve

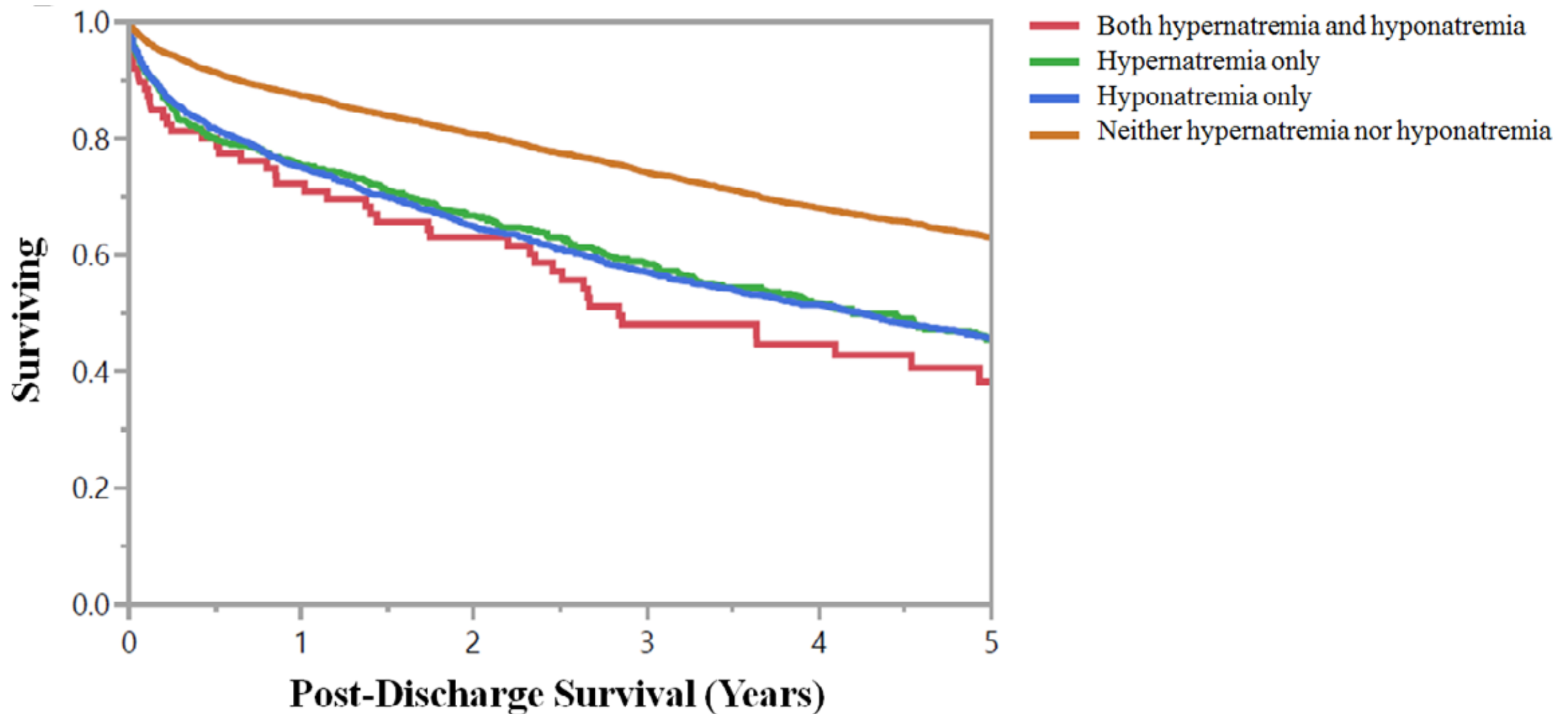
Pseudohyponatremie



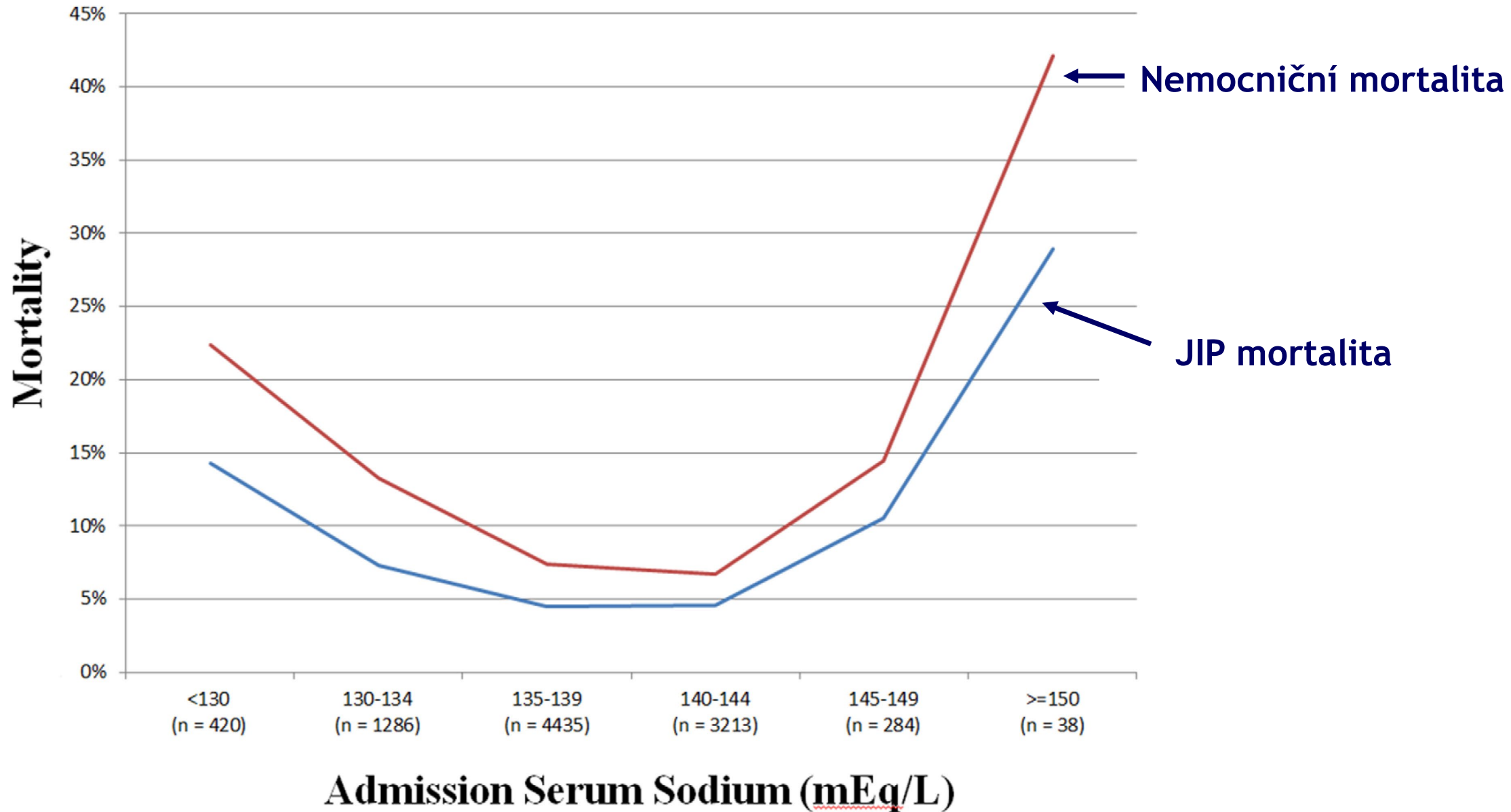
Dysnatrémie při přijetí na kardiologickou JIP



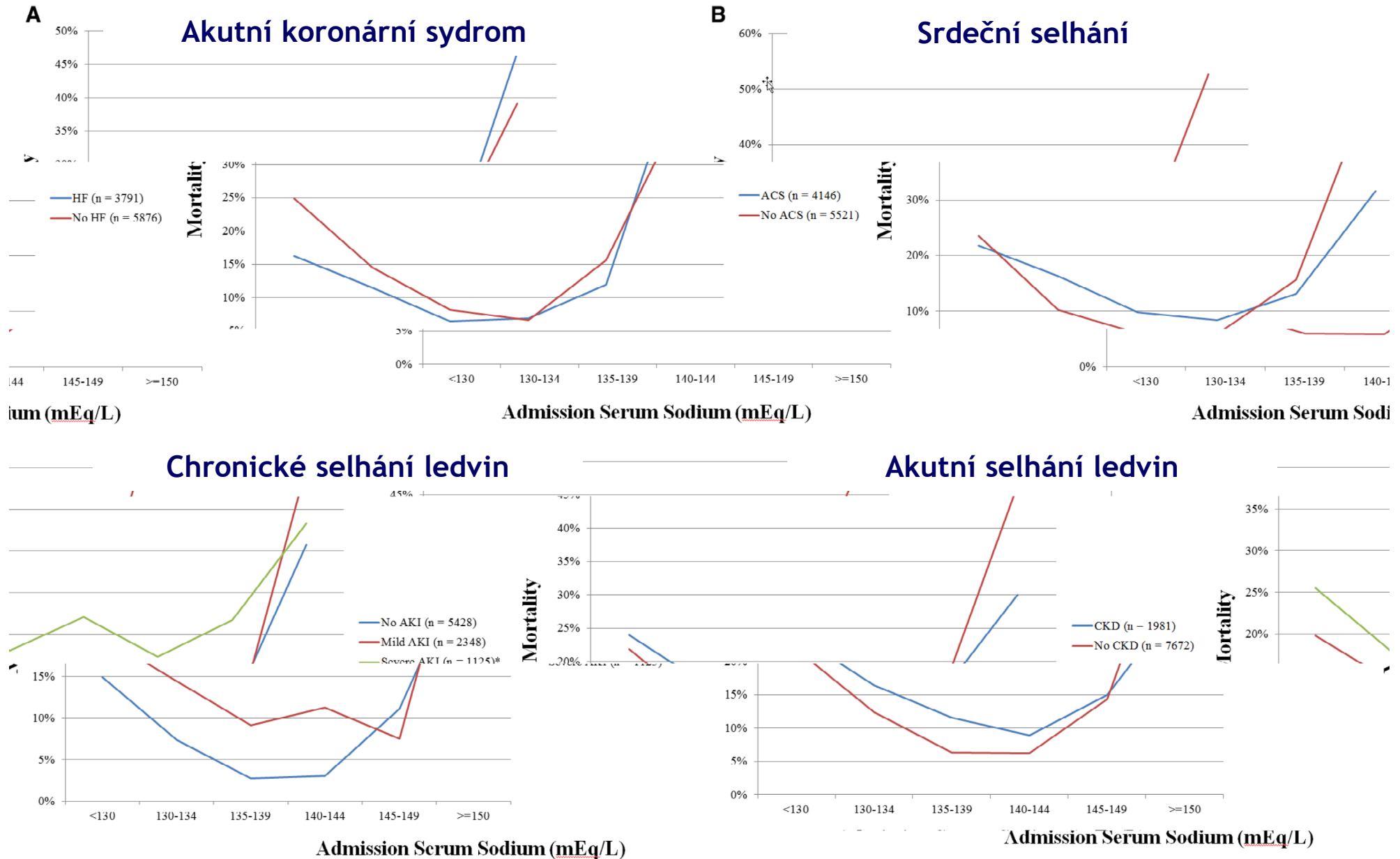
Dysnatrémie během pobytu na kardiologické JIP



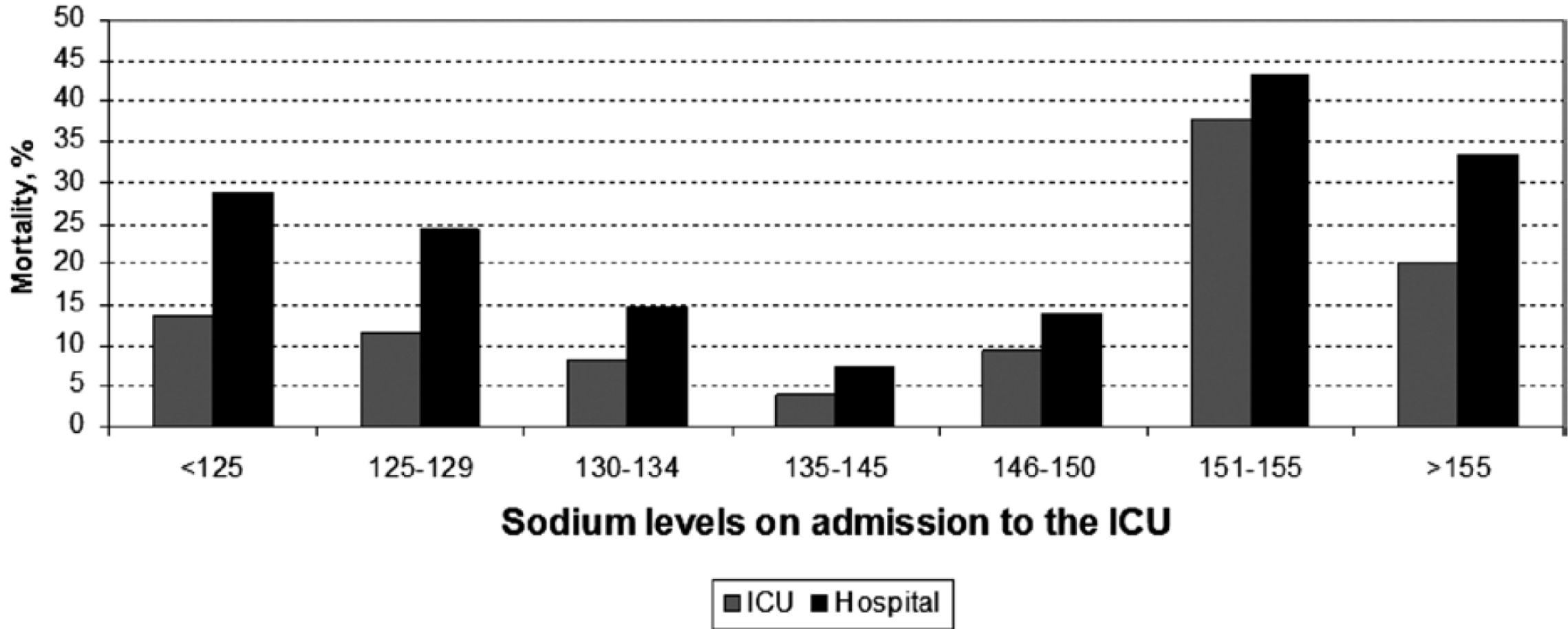
Nemocniční mortalita a dysnatrémie u kardiaků



Nemocniční mortalita a dysnatrémie u kardiaků



Nemocniční mortalita a dysnatrémie u kardiaků

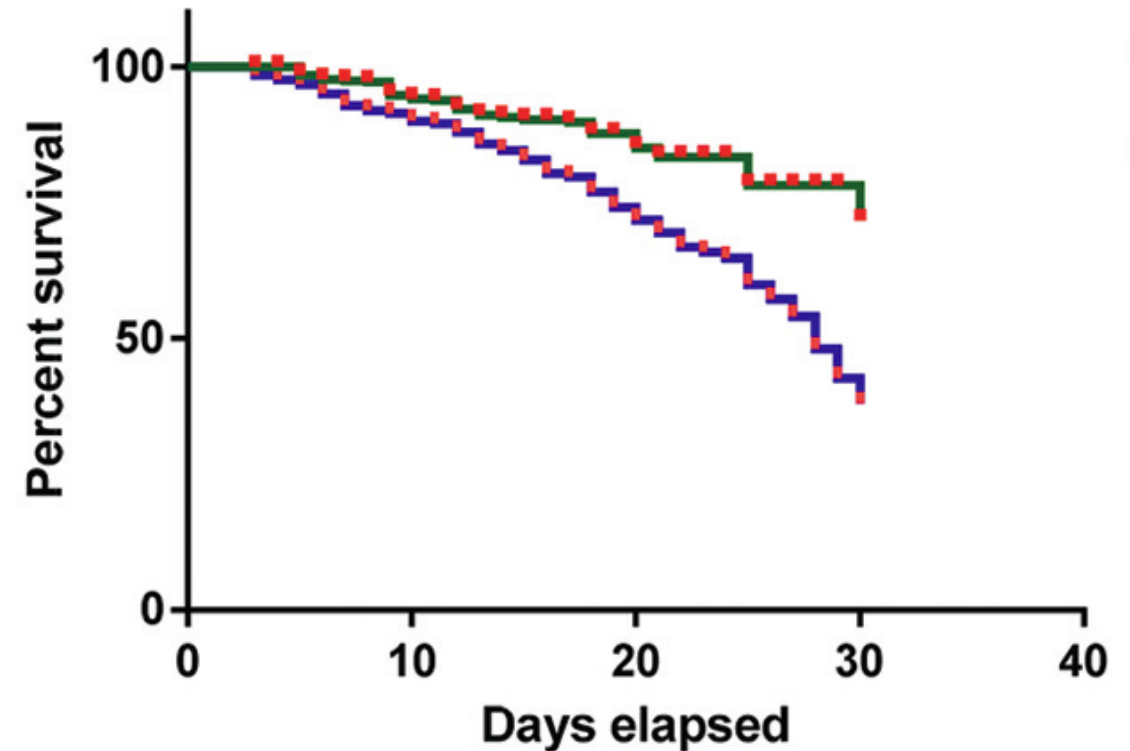


Hyponatremie na JIP

Disorders

No. of patients
(n=251)

SIADH* due to	91
Pneumonia	39
Drugs including SSRIs†, carbamazepine	15
Subarachnoid haemorrhage	5
After elective surgery	19
After emergency surgery	13
Severe sepsis	54
Trauma	53
Renal failure	15
Heart failure	13
Thiazides	12
Liver cirrhosis	9
Hypothyroidism	3
Hypocortisolism	1

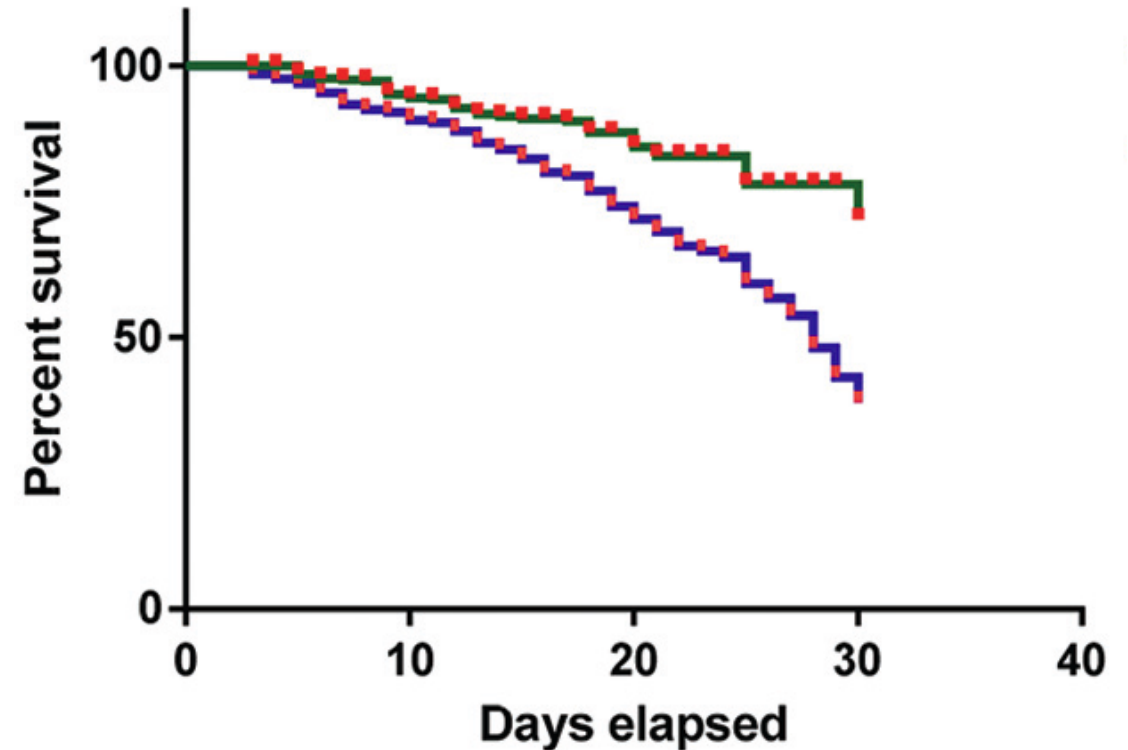


Hyponatremie na JIP

Disorders

No. of patients
(n=251)

SIADH* due to	91
Pneumonia	39
Drugs including SSRIs†, carbamazepine	15
Subarachnoid haemorrhage	5
After elective surgery	19
After emergency surgery	13
Severe sepsis	54
Trauma	53
Renal failure	15
Heart failure	13
Thiazides	12
Liver cirrhosis	9
Hypothyroidism	3
Hypocortisolism	1



Je to SIADH?

SIADH - syndrom neadekvátní sekrece ADH

- ✓ Hyponátemie
- ✓ Nejsou známky dehydratace ani hypovolemie
- ✓ Centrální žilní tlak (CVP) > 6 cmH₂O
- ✓ Normální krevní tlak
- ✓ Diuréza ≤ 2 ml/kg/h
- ✓ Koncentrace sodíku v moči > 40 mmol/l.

Clinical analysis of 103 cases of tuberculous meningitis complicated with hyponatremia in adults

Qinglin Ye¹ · Xi Peng² · Xiaogang Zhang^{1,3} · Qingqing Cao^{1,4} · Kaiyan Tao¹ · Liang Wang¹ 

Volémie

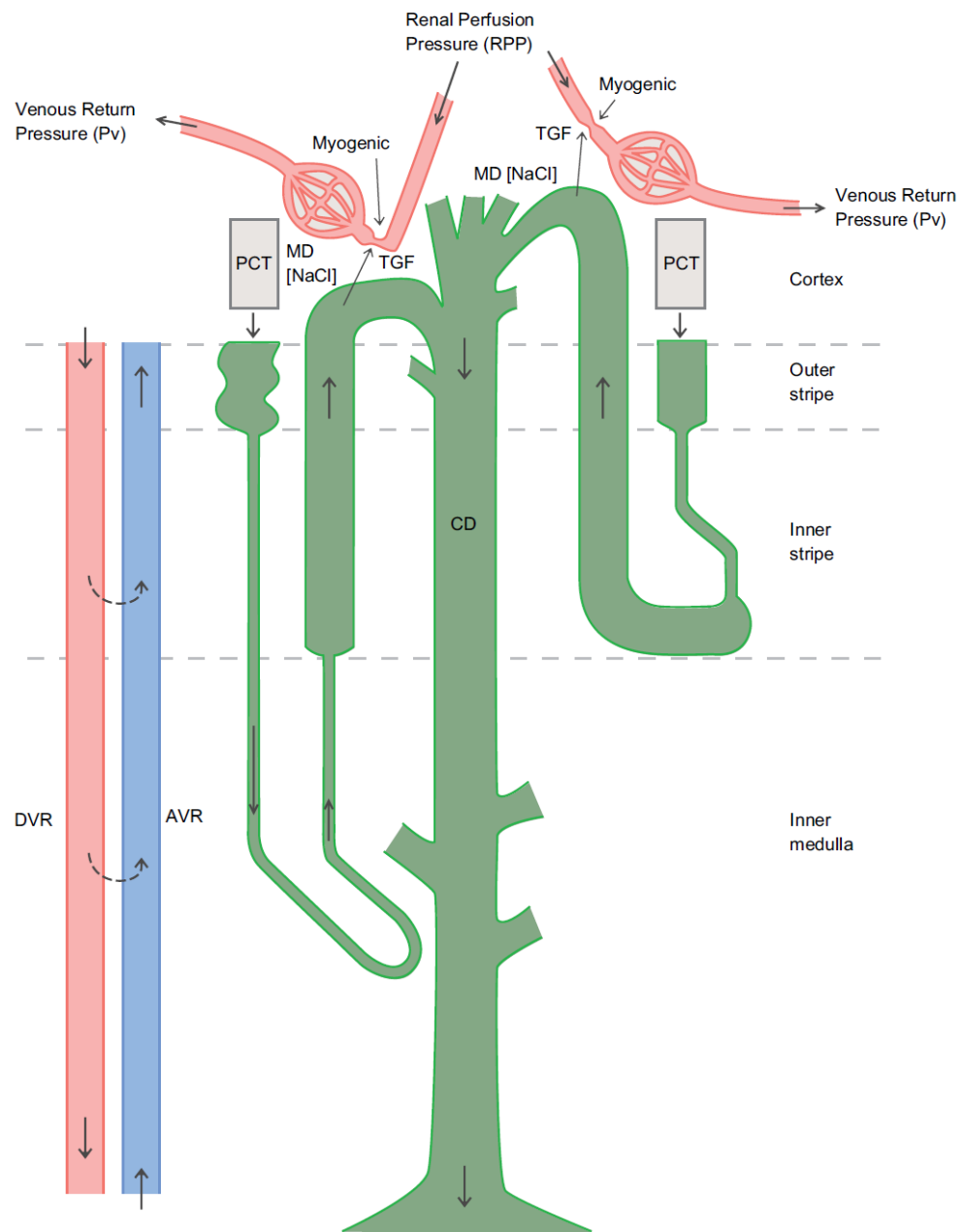
- Žilní tlak
- Krevní tlak
- Diuréza
- Sodík v moči

SIADH

- ✓ Hyponatrémie
- ✓ Bez známek dehydratace
- ✓ Centrální žilní tlak (CVP) > 6 cmH₂O
- ✓ Normální krevní tlak
- ✓ Moč výdej ≤ 2 ml/kg/h
- ✓ Sodík v moči > 40 mmol/l.

CSW

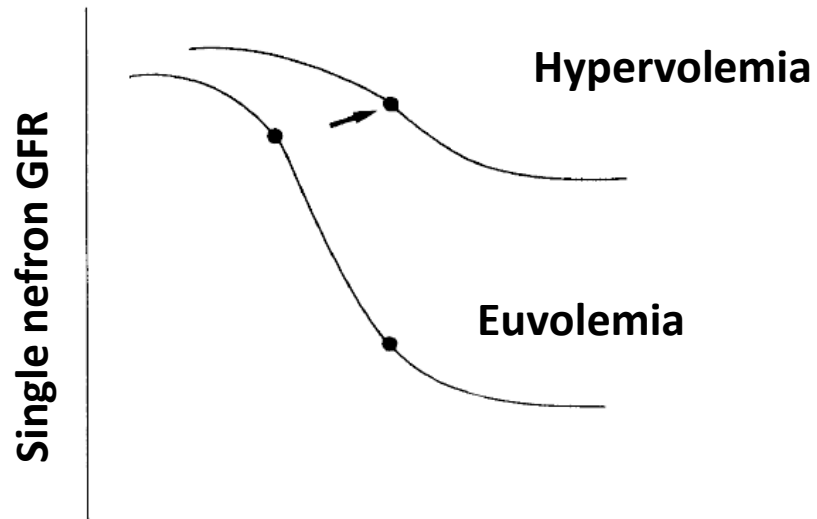
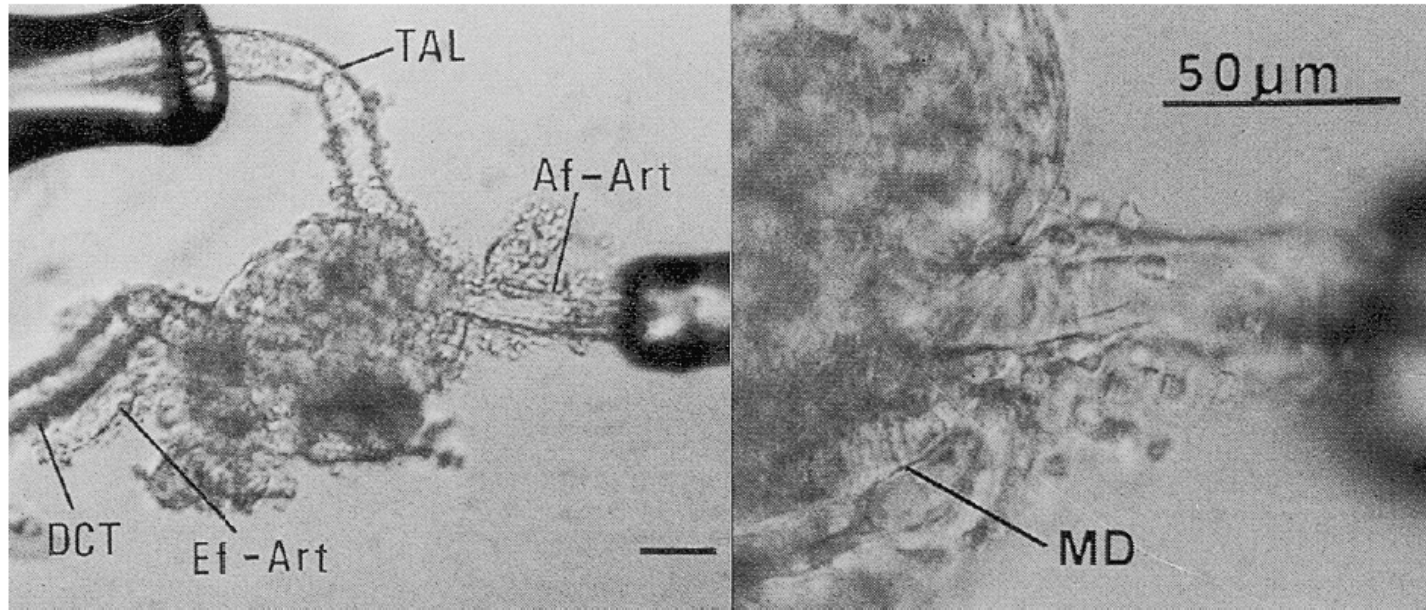
- ✓ Hyponatrémie
- ✓ Klinické příznaky dehydratace
- ✓ CVP < 5 cmH₂O
- ✓ Nízký krevní tlak
- ✓ Výdej moči > 4 ml/kg/h
- ✓ Sodík v moči > 40 mmol/l.



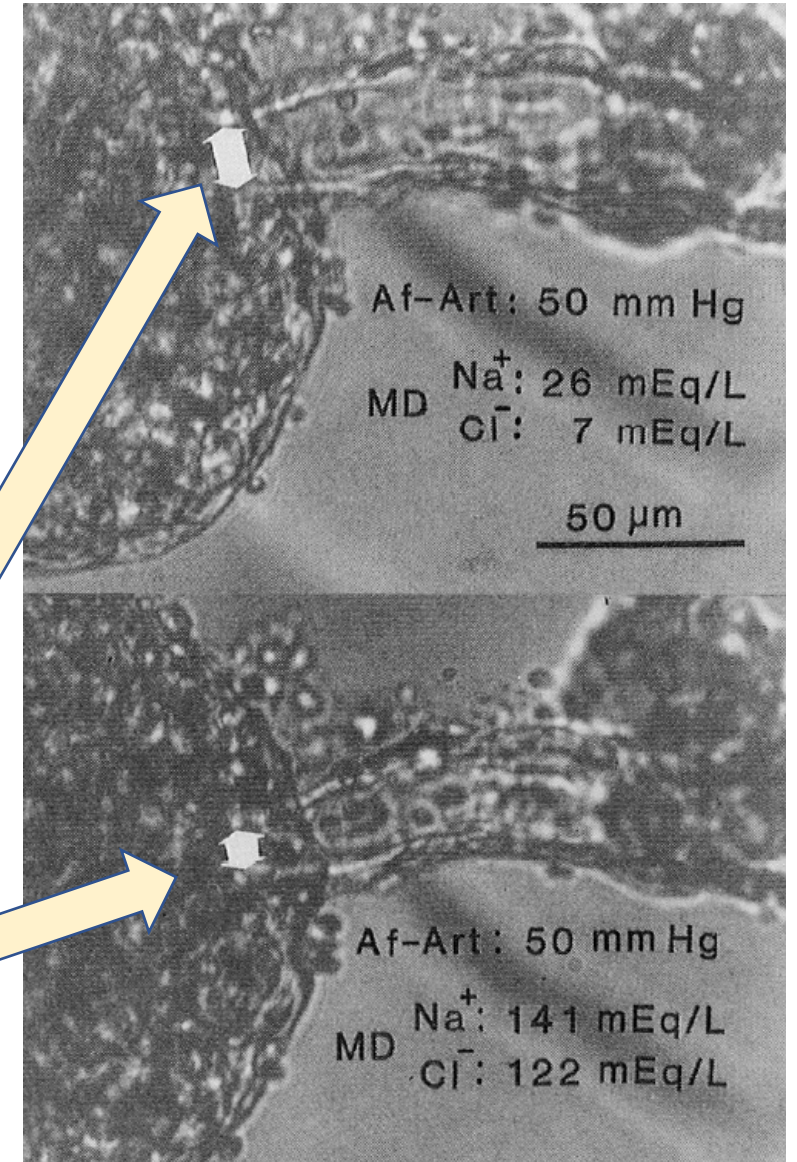
Regulační funkce ledvin

- Glomeruly
- Tubuly
- Makula denza

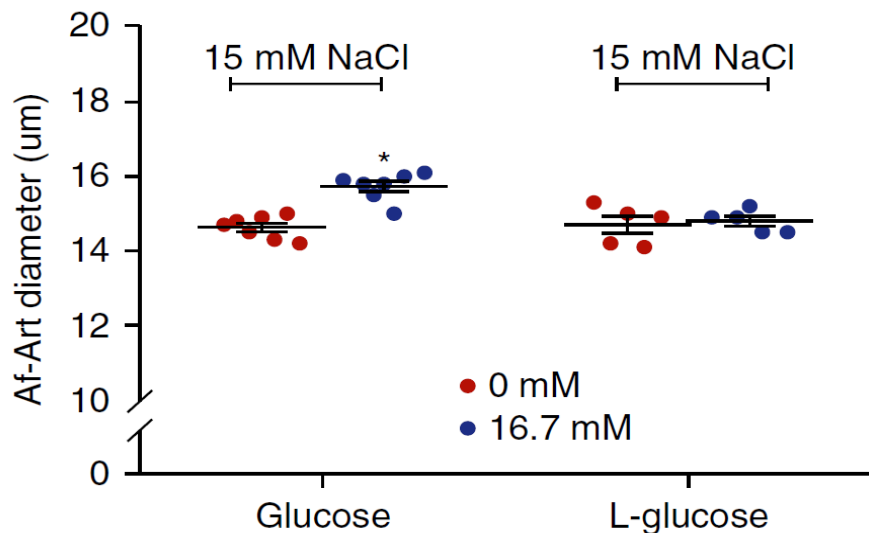
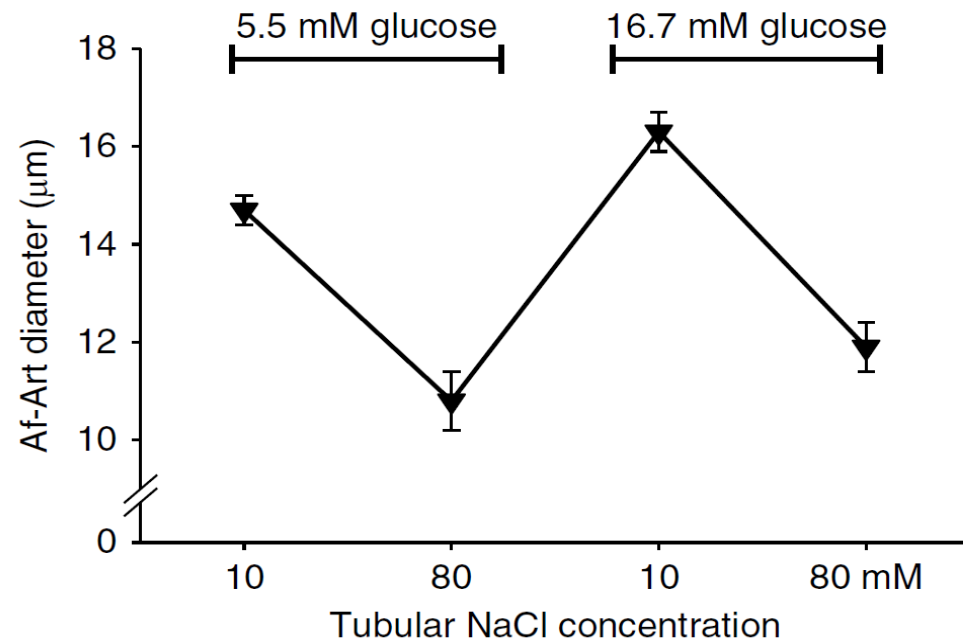
Makula denza - vztah Na v distálním tubulu a vasokonstrikce v.afferent



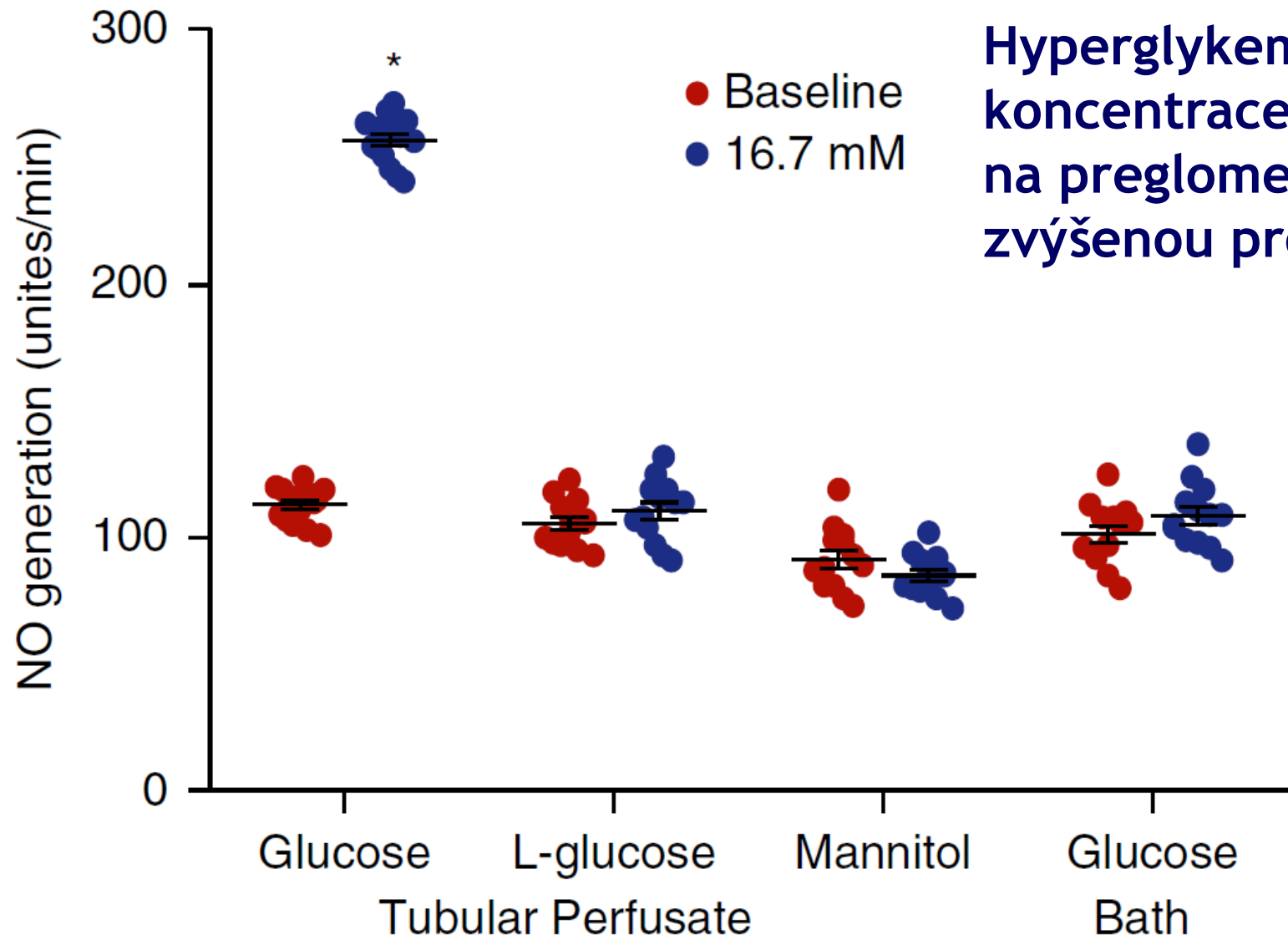
NaCl - macula densa



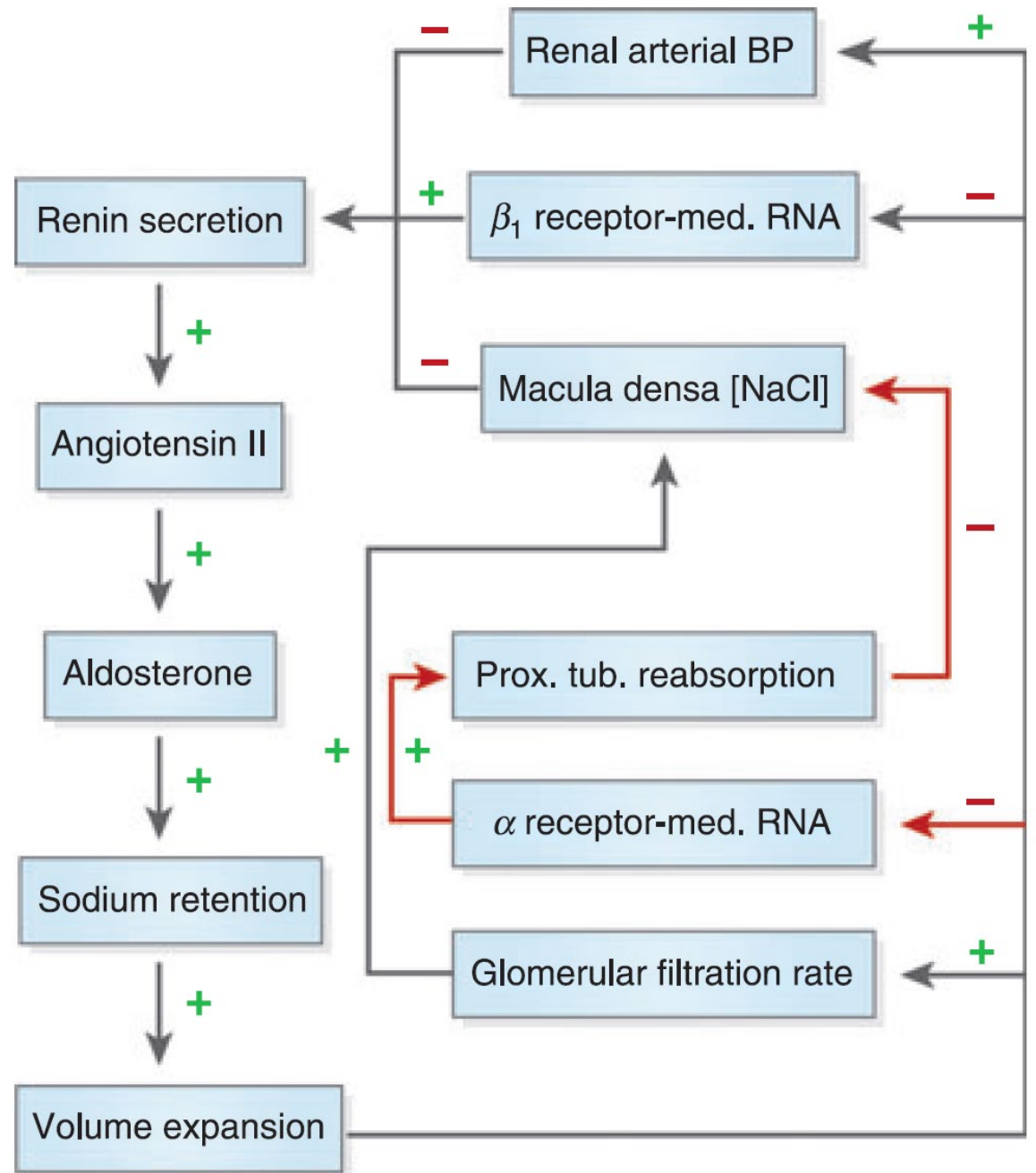
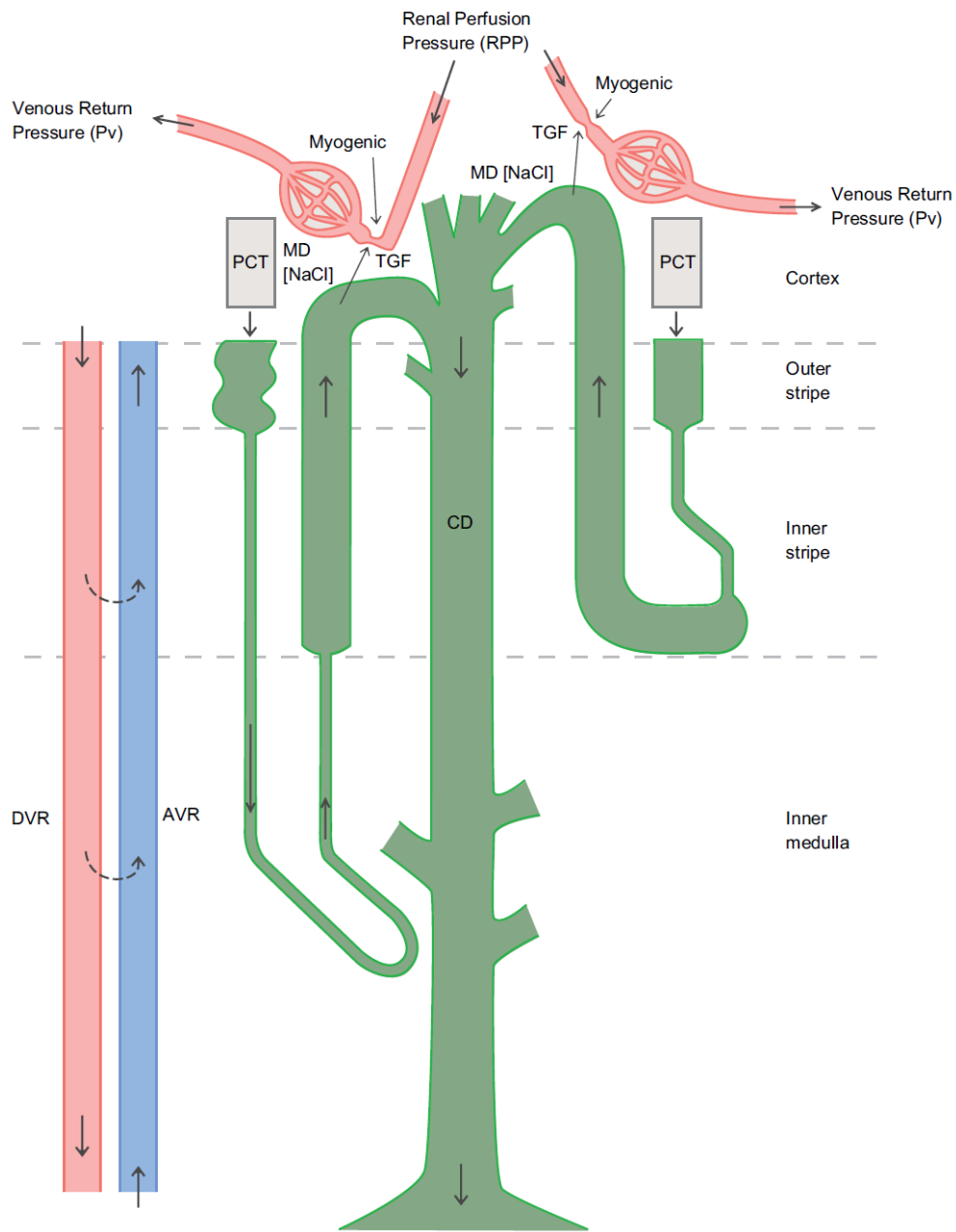
Glykemie



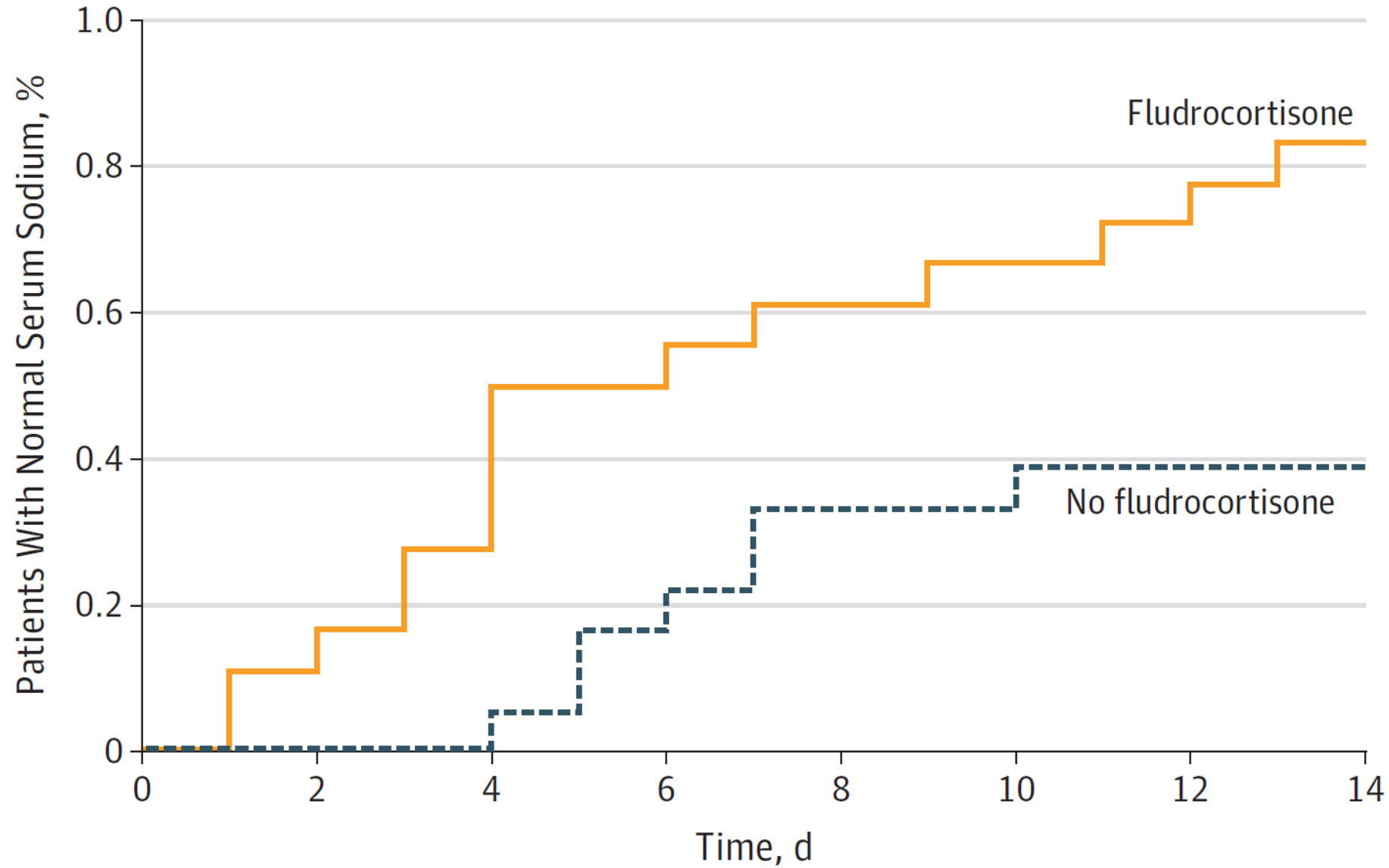
- ✓ **Hyperglykemie zvyšuje průtok krve glomerulem**
- ✓ **Snižuje efekt vysoké koncentrace sodíku v makula denza na preglomerulární vazokonstrikci**



Hyperglykemie snižuje efekt vysoké koncentrace sodíku v makula denza na preglomerulární vazokonstrikci zvýšenou produkcí NO



Hyponatremie - vliv mineralkortikoidů



Hyponatrémie

Hypovolemie:

- ✓ Zvýšená ztráta vody Gastrointestinální ztráty (zvracení, průjem)
Renální ztráty (nefropatie, M. Addison, diuretika)
- ✓ CSWS - Syndrom cerebrálního plýtvání solí

Euvolemie:

- ✓ Zvýšená ztráta sodíku a příjem čisté vody
- ✓ SIADH Syndrom nepřiměřené sekrece ADH
- ✓ Endokrinní dysfunkce (hyperkortikalismus, hypotyreóza)

Hypervolemie

- ✓ Retence vody
- ✓ Edematózní syndromy (cirhóza, srdeční selhání, selhání ledvin, nefrotický syndrom)

Hypernatrémie

Euvolemická:

- ✓ Ztráta volné vody - ztráty kůží a dechem
- ✓ Snížená stimulace žízně
- ✓ Neurogení nebo nefrogení diabetes insipidus

Hypovolemie:

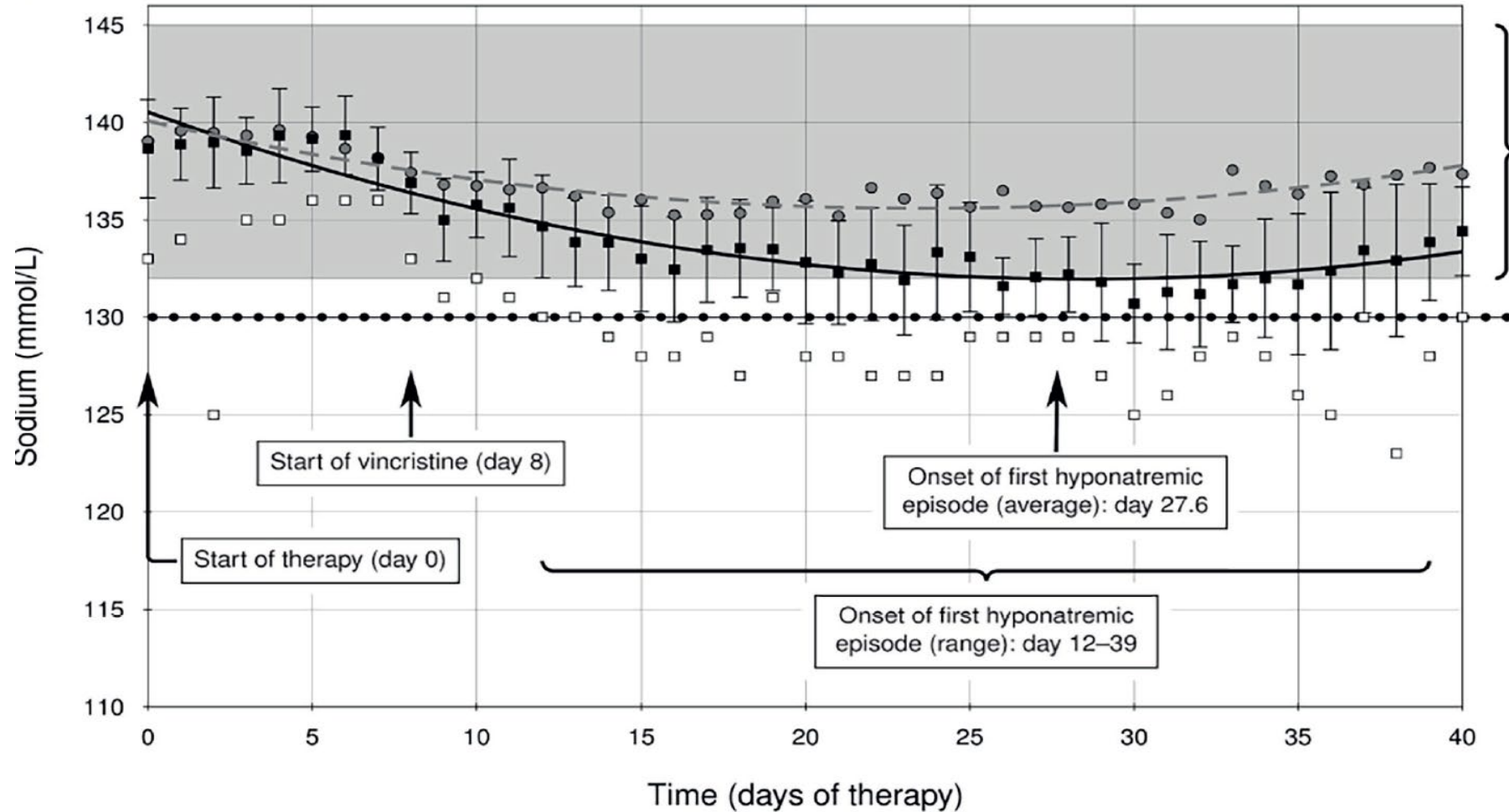
- ✓ Ztráta volné vody - poruchy ledvin (diuretika, tubulární nekróza)
- ✓ Gastrointestinální poruchy (např. zvracení, nazogastrická drenáž, entero-kutánní píštěle, průjem)
- ✓ Kožní onemocnění (popáleniny, nadměrné pocení)
- ✓ Osmotická diuréza (glukóza, urea, manitol)

Hypernatrémie

Hypervolemie:

- ✓ Retence sodíku
- ✓ Hypertonická infuze hydrogenuhličitanu sodného nebo hypertonického fyziologického roztoku
- ✓ Nadměrné požití NaCl
- ✓ Použití emetik bohatých na NaCl
- ✓ Enterální výživa
- ✓ Urogenitální injekce hypertonického fyziologického roztoku
- ✓ Hypertonická dialýza
- ✓ Primitivní hyperaldosteronismus
- ✓ Cushingův syndrom

Hyponatremie u dětí po chemoterapii ALL

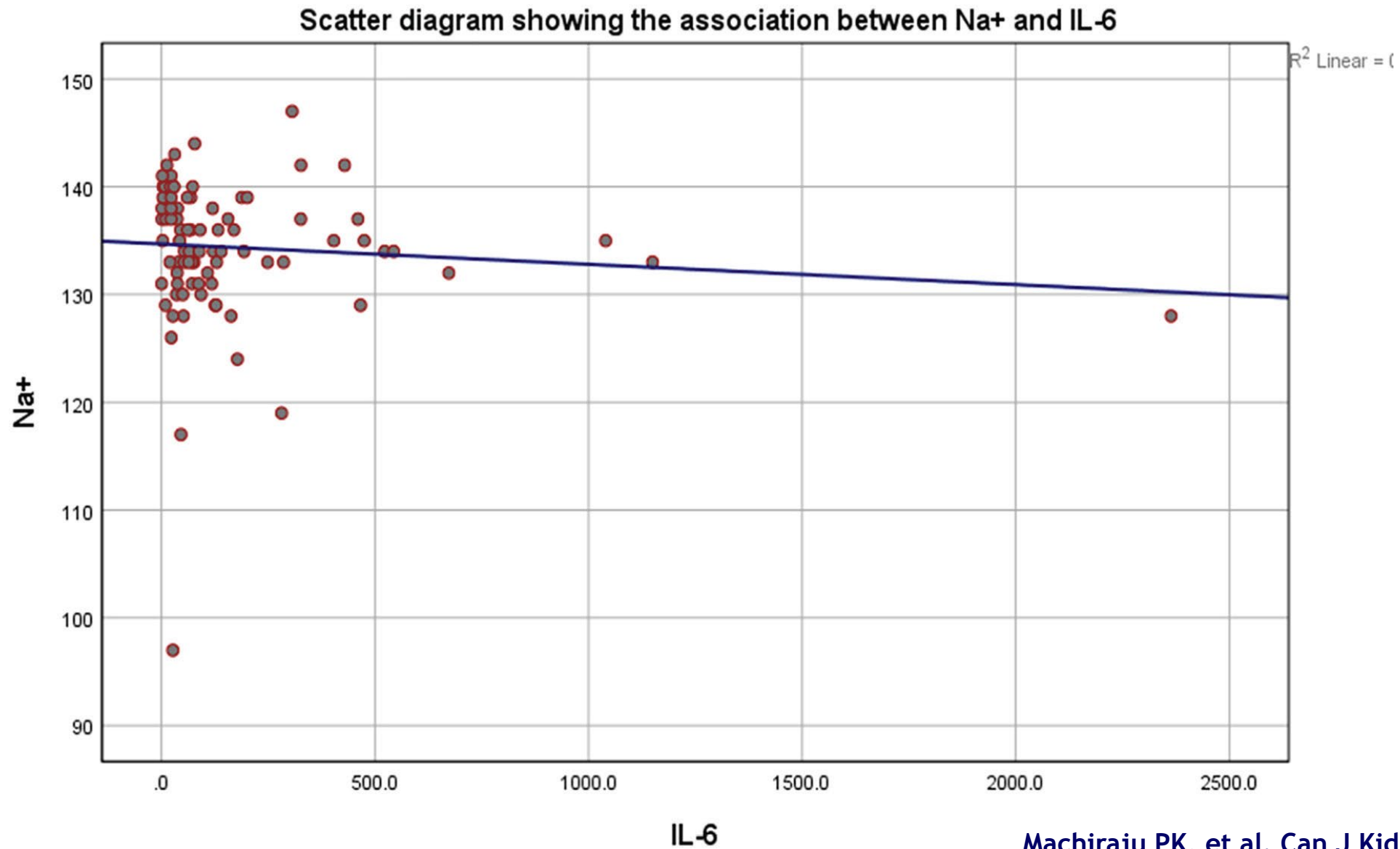


- - - - : All patients without hyponatremic episodes during induction therapy
- — : All patients with hyponatremic episodes during induction therapy (\pm SD)
- : Minimal values of sodium of patients with hyponatremic episodes during induction therapy

Hyponátrémie u dětí po chemoterapii ALL

- ✓ **Hyperlipidémie (vysoká hladina TG)**
- ✓ **Katabolismus**
- ✓ **Nízká hladina proteinů**
- ✓ **Otok (anasarka) -distribuční změny**
- ✓ **SIADH - vliv tumoru a chemoterapie**

Hyponatremie u infekce COVID-19



Hyponatremie u infekce COVID-19

Blood parameter	Deceased		Discharged		P value
	Median	Range	Median	Range	
Ferritin (ng/mL) (N = 88; 17 vs 71)	924.6	683.5-1292.4	377	154.7-706.5	.002
LDH (U/L) (N = 100; 17 vs 83)	562	407-776	392	318.5-488.5	.005
IL-6 (pg/mL) (N = 88; 17 vs 71)	140	78-326.9	23	1-127	.009
Total white blood cells count (cells/mm ³) (N = 113; 17 vs 96)	10 950	6700-15 900	5340	4040-7135	.0001
ESR (mm/h) (N = 81; 17 vs 64)	41	26.6-60	12	8-34	.001
CRP (mg/L) (N = 81; 17 vs 64)	18.3	12.1-138	16.3	5.6-89.8	.028

Mortalita byla častější u:

- Zvýšené zánětlivé aktivity
- Buněčného rozpadu
- Přesunu železa do zásobáren
- Katabolismu

Hyponatremie u infekce COVID-19

Blood parameter	Hyponatremia group		Normonatremia group		P value
	Mean	95% confidence interval	Mean	95% confidence interval	
CRP (mg/L) (N = 81; 39 vs 42)	114.2	95.5-132.8	70.9	50.1-91.6	.0001
Serum creatinine (mg/dL)	1.1	0.4-1.8	0.8	0.5-1.1	.016
Lymphocyte count (cells/mm ³)	989.3	449.4-1529.2	1434.2	591.1-2277.3	.002
Serum uric acid levels (mg/dL)	3.9	2.2-5.6	4.7	3-6.4	.033
Respiratory rate (per minute)	27.6	21-34.2	22.7	17-28.4	.0001
SpO ₂ levels (%)	89	83.5-94.5	91.5	87.3-95.7	.006

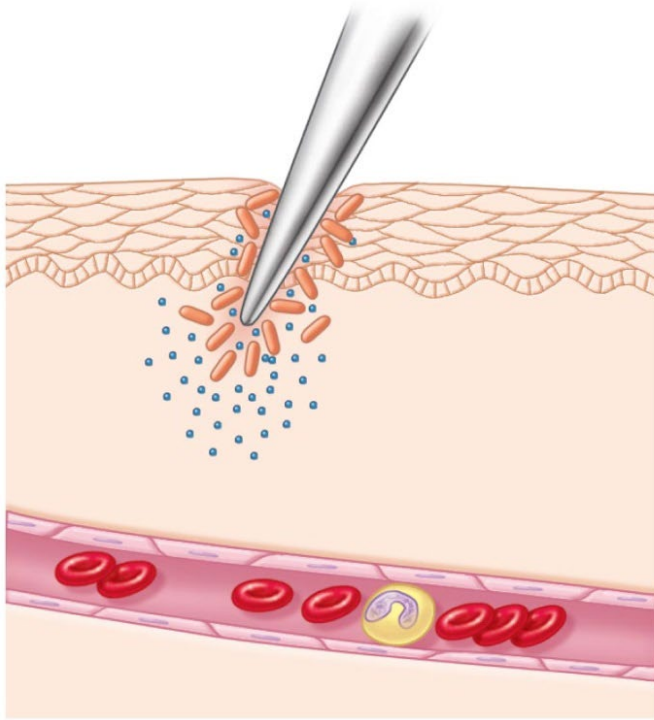
Hyponatremie byla častější u:

- Zhoršeného stavu
- Zvýšené zánětlivé aktivity
- Hypoxie
- Katabolismu

Natrémie souvisí se zánětlivým stavem organismu

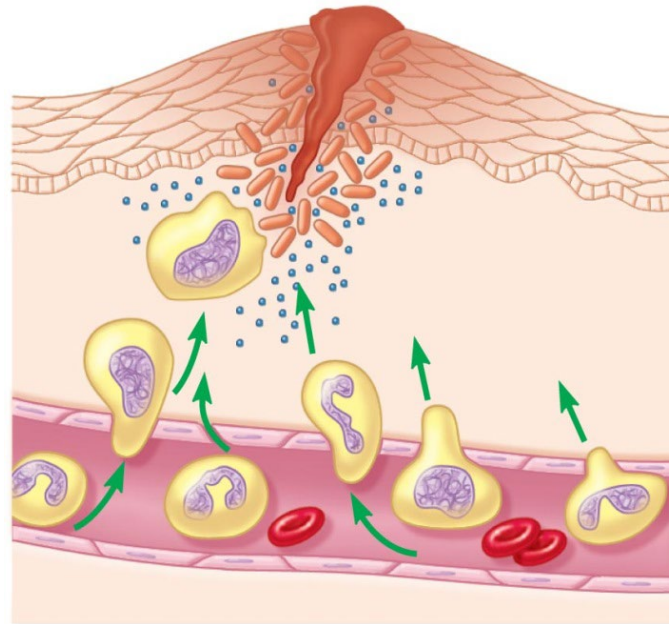


Natrémie souvisí se zánětlivým stavem organismu

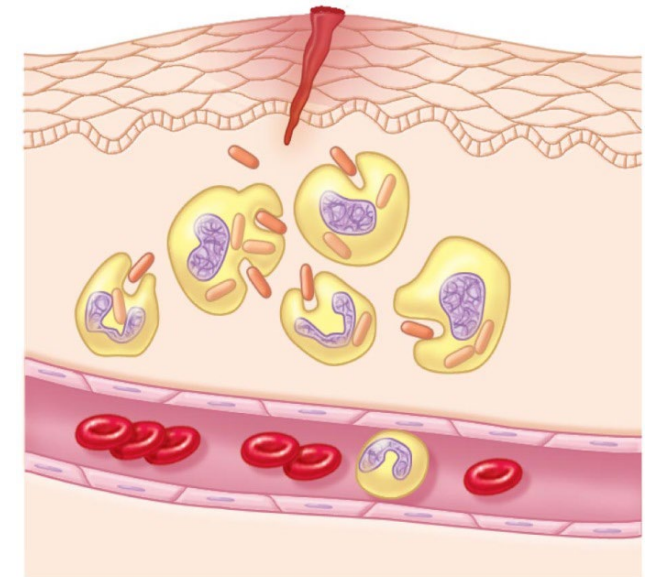


Poškození a
mikrobiální invaze

Copyright

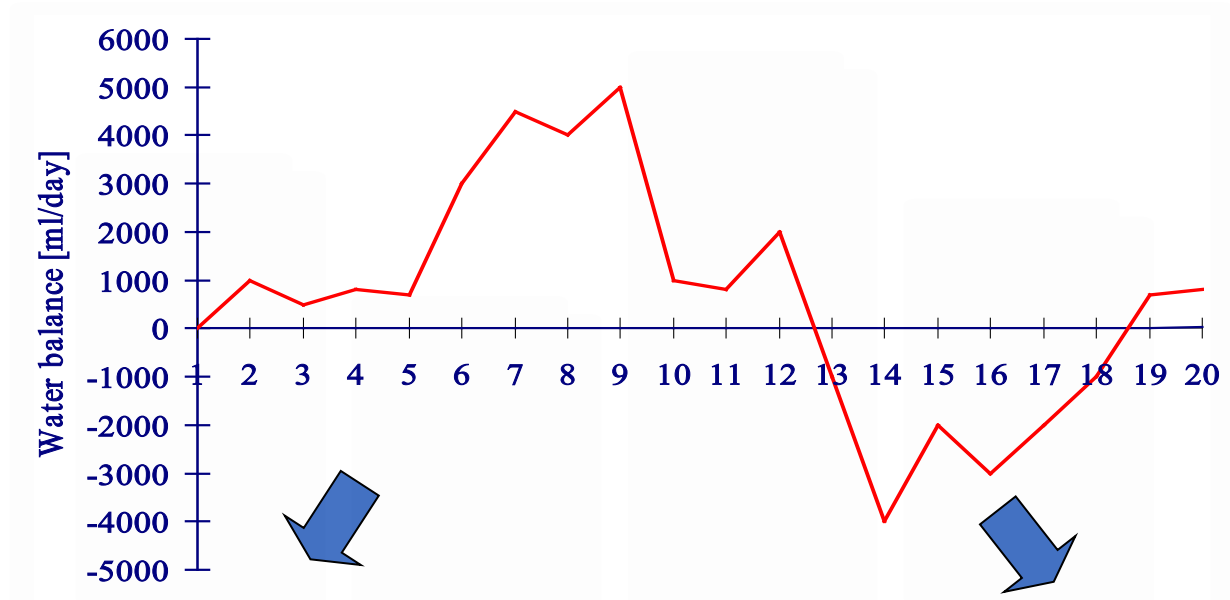


Zánět

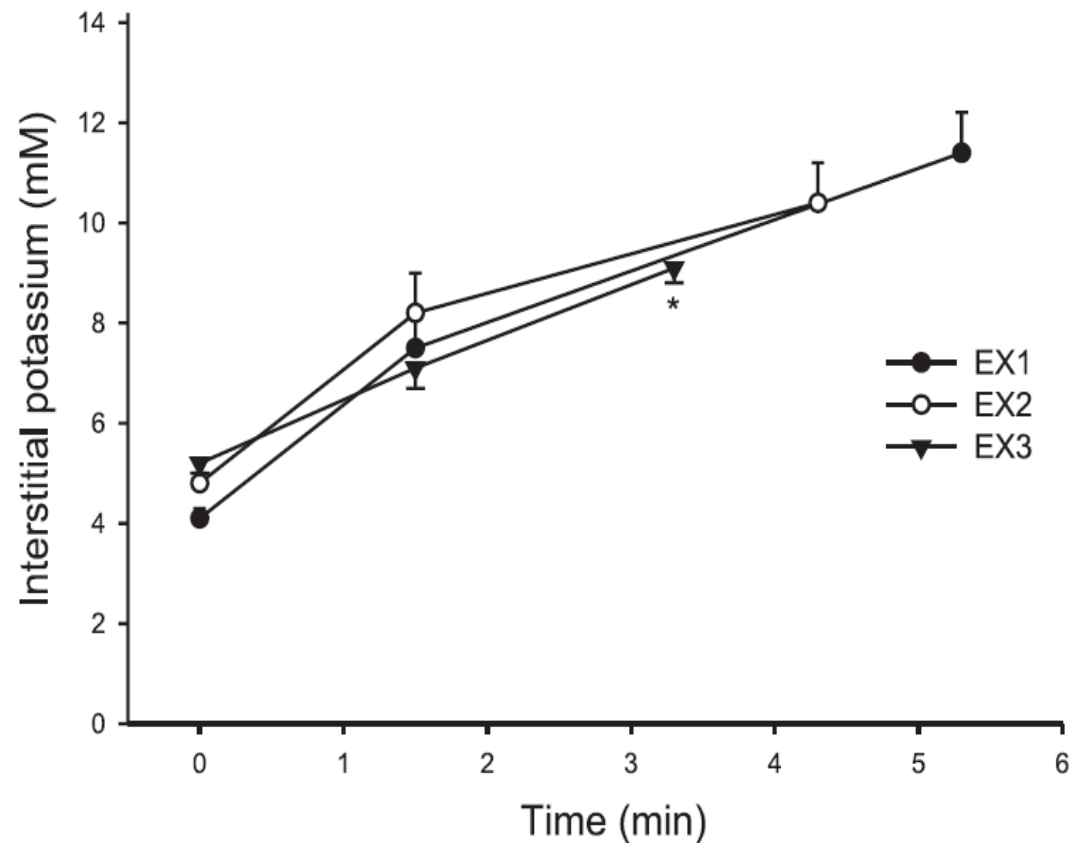
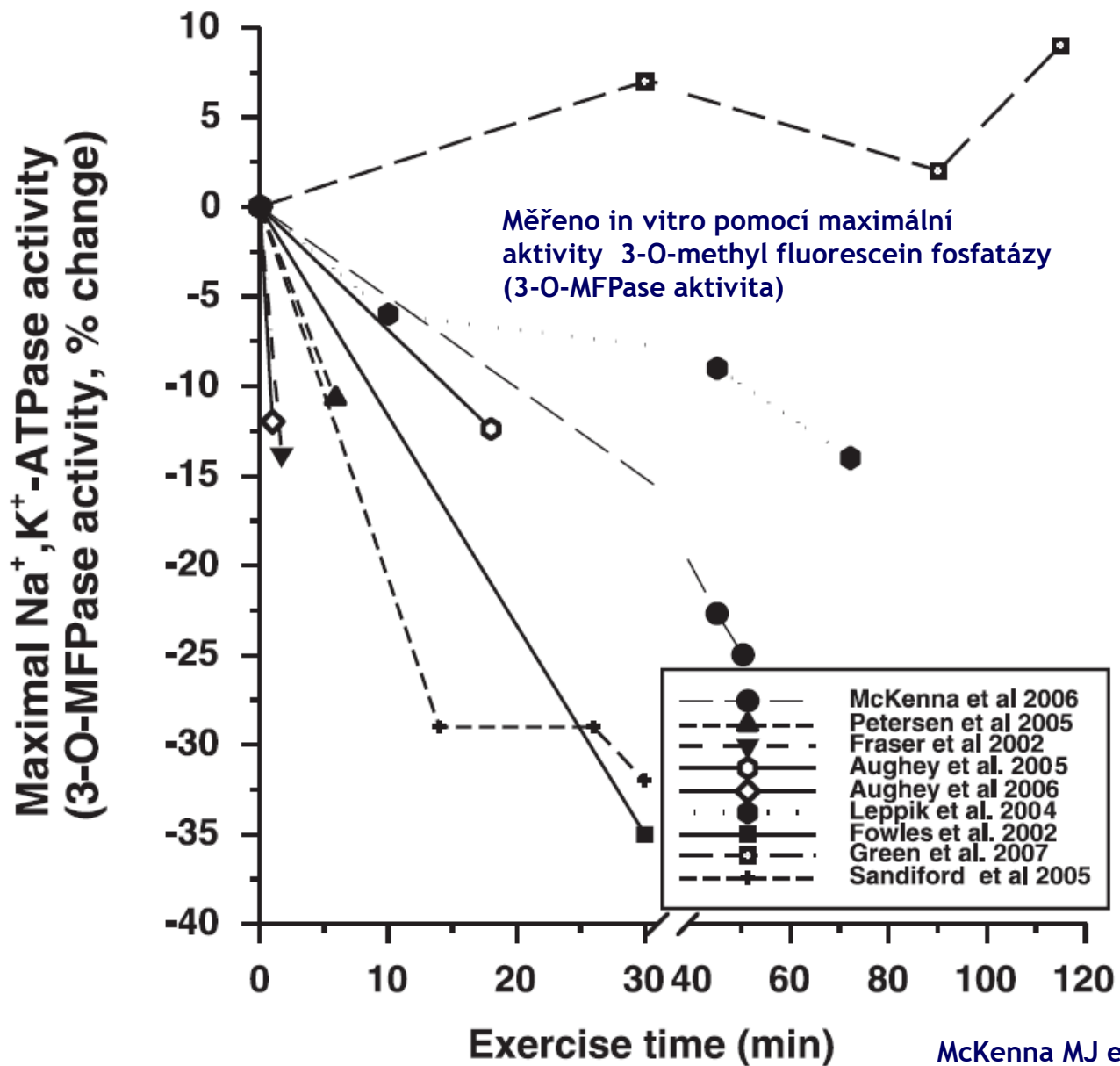


Hojení

Zánět a bilance tekutin

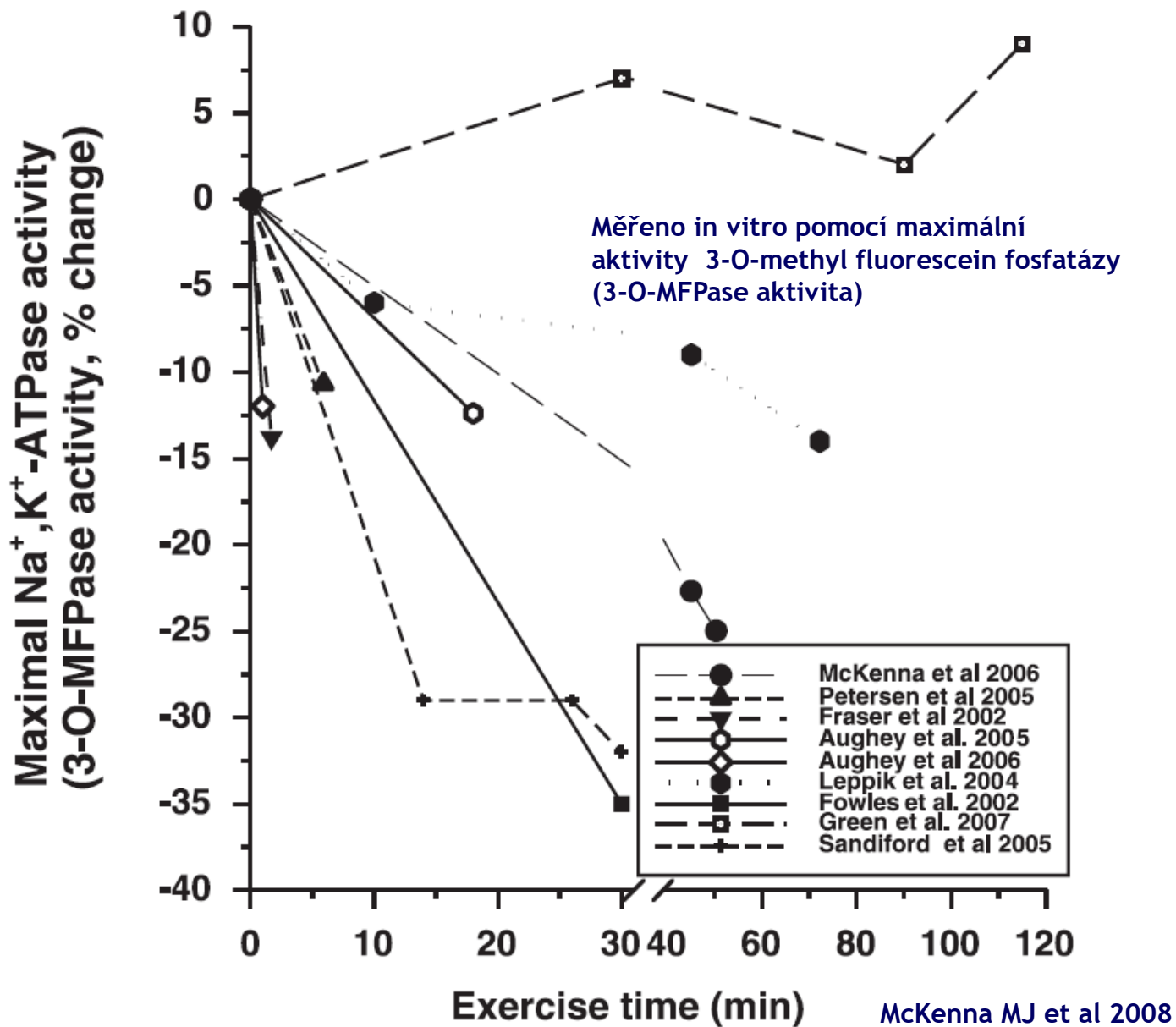


Depresivní vliv tělesné námahy na maximální aktivitu Na⁺K⁺- ATPázy v kosterním svalu člověka.

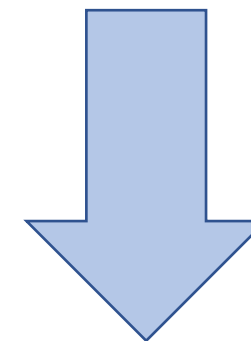


Mohr M et al., Pflugers Arch 2004.

Depresivní vliv tělesné námahy na maximální aktivitu Na⁺K⁺- ATPázy v kosterním svalu člověka.

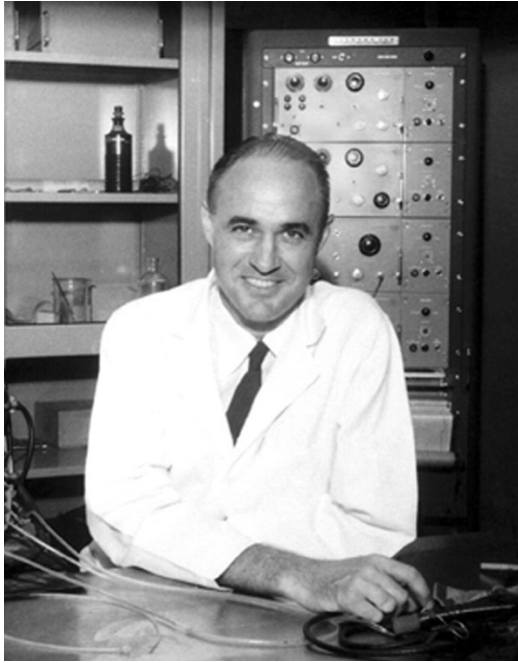


Vyčerpání má negativní vliv na aktivitu Na⁺K⁺- ATPásu v kosterním svalu člověka.

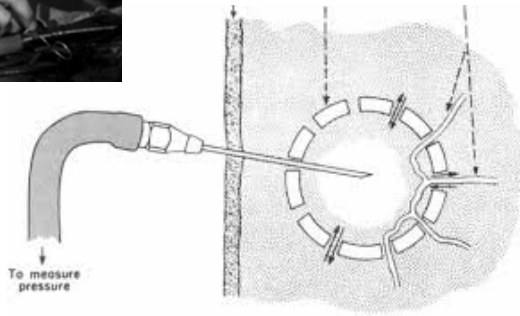


Energetický deficit snižuje membránový gradient, zvyšuje intracelulární koncentraci Na a snižuje hladinu Na v krvi.

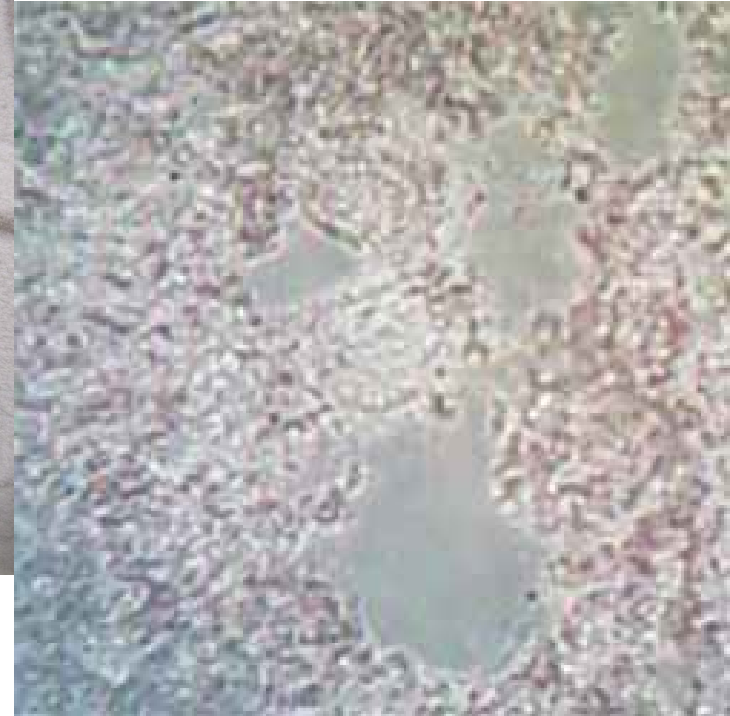
Výzkum intersticiálního tlaku - 1966



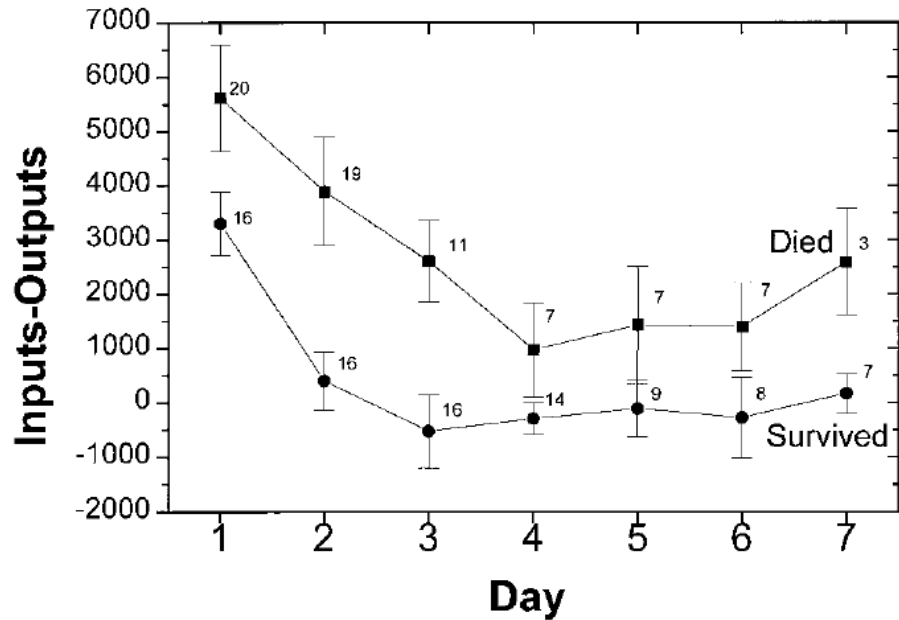
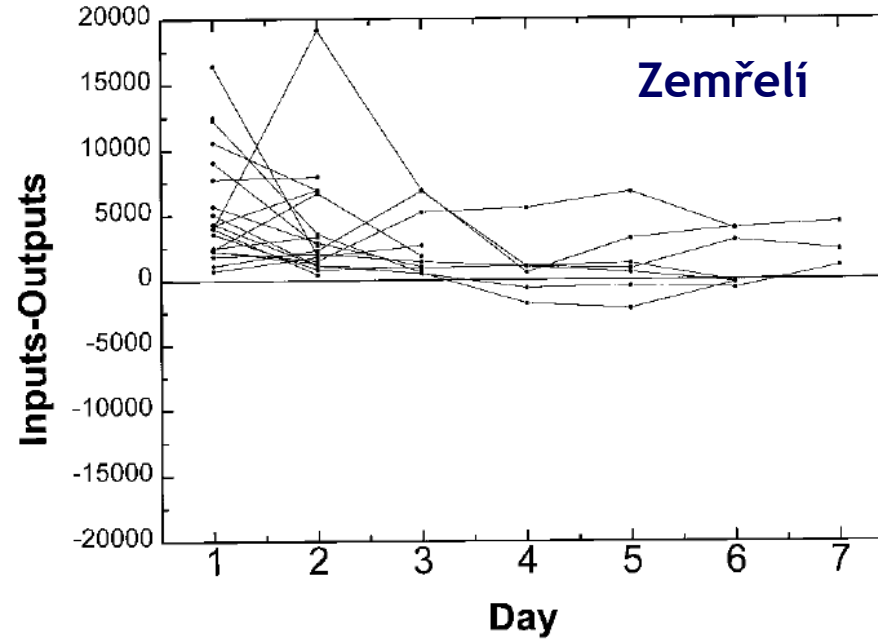
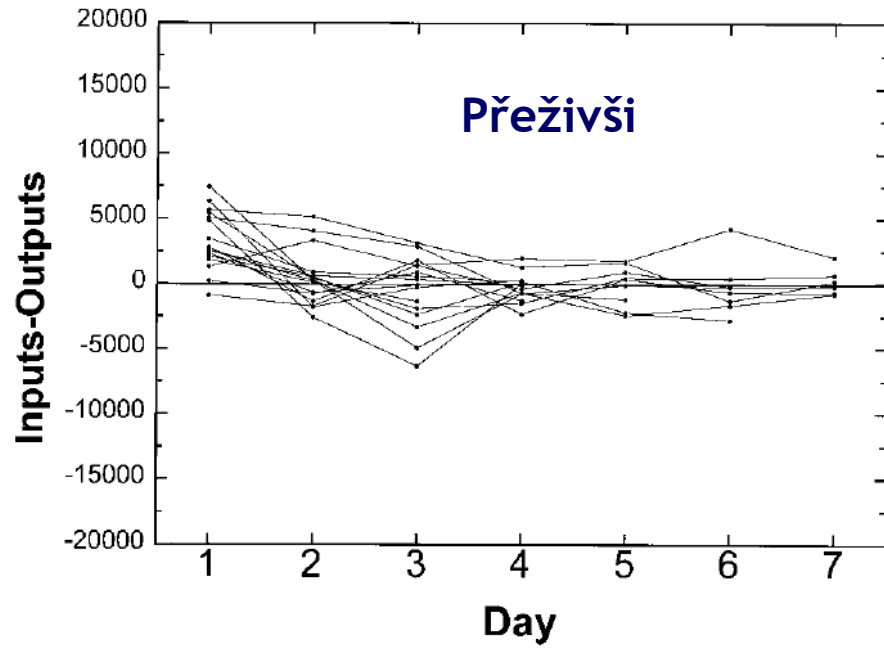
Prof. A.C. Guyton



Normální intersticiální tlak je asi -
7 mm Hg.



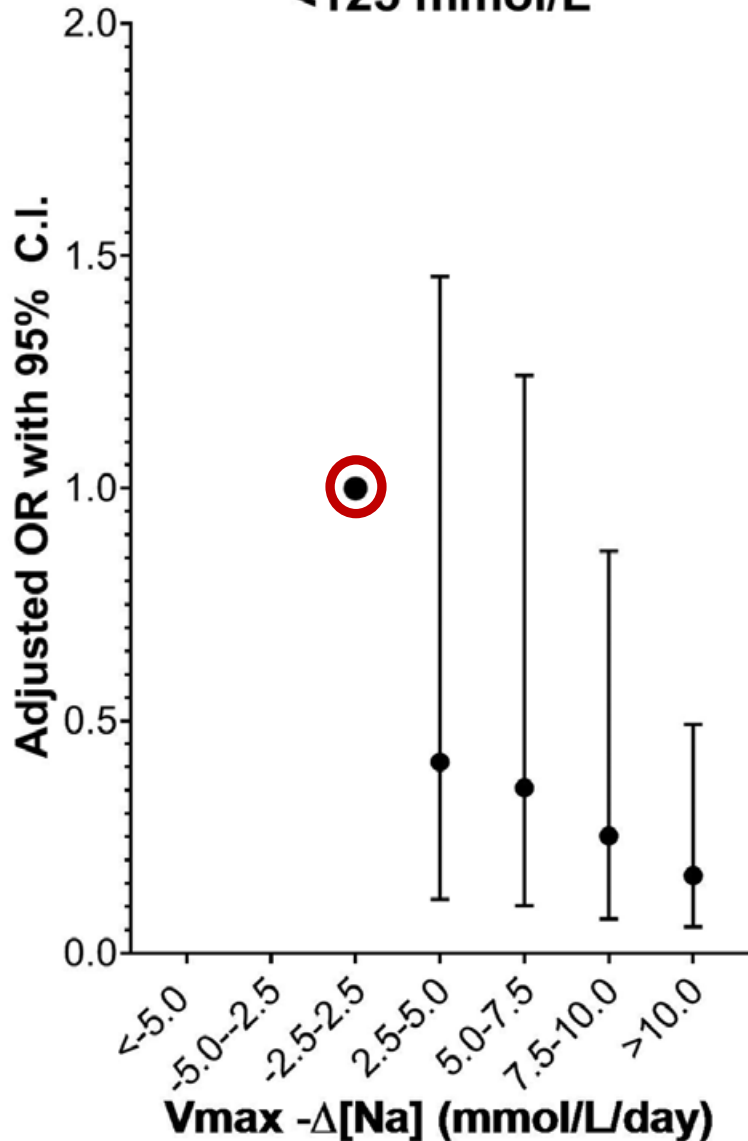
Bilance tekutin



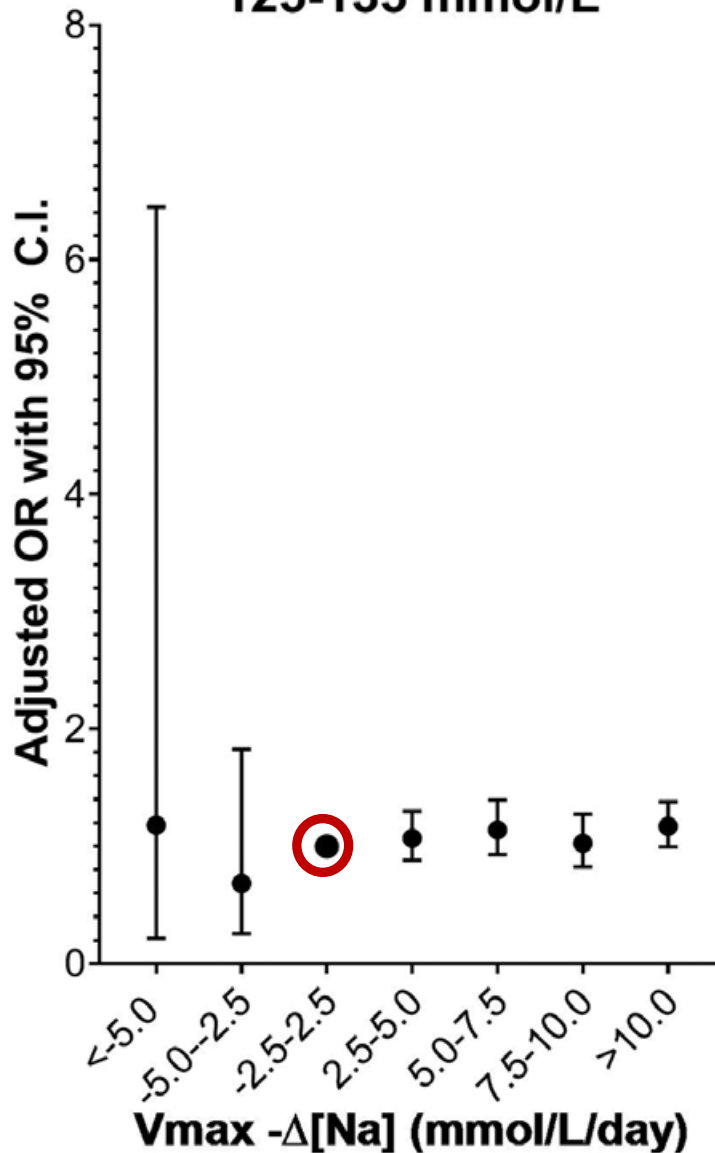
Negativní bilance tekutin dosažená během prvních tří dní septického šoku predikovala dobrou prognózu.

Zemřelí měli nižší hladinu Na v krvi

Těžká hyponatrémie <125 mmol/L



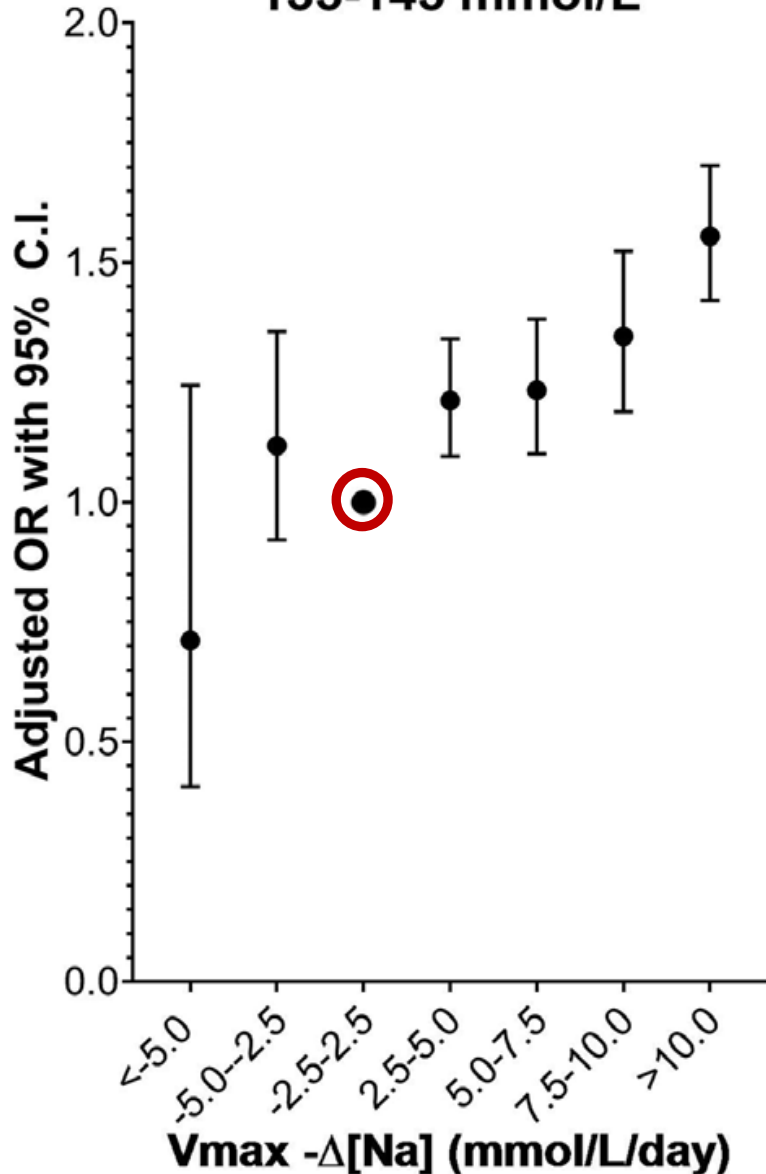
Mírná hyponatrémie 125-135 mmol/L



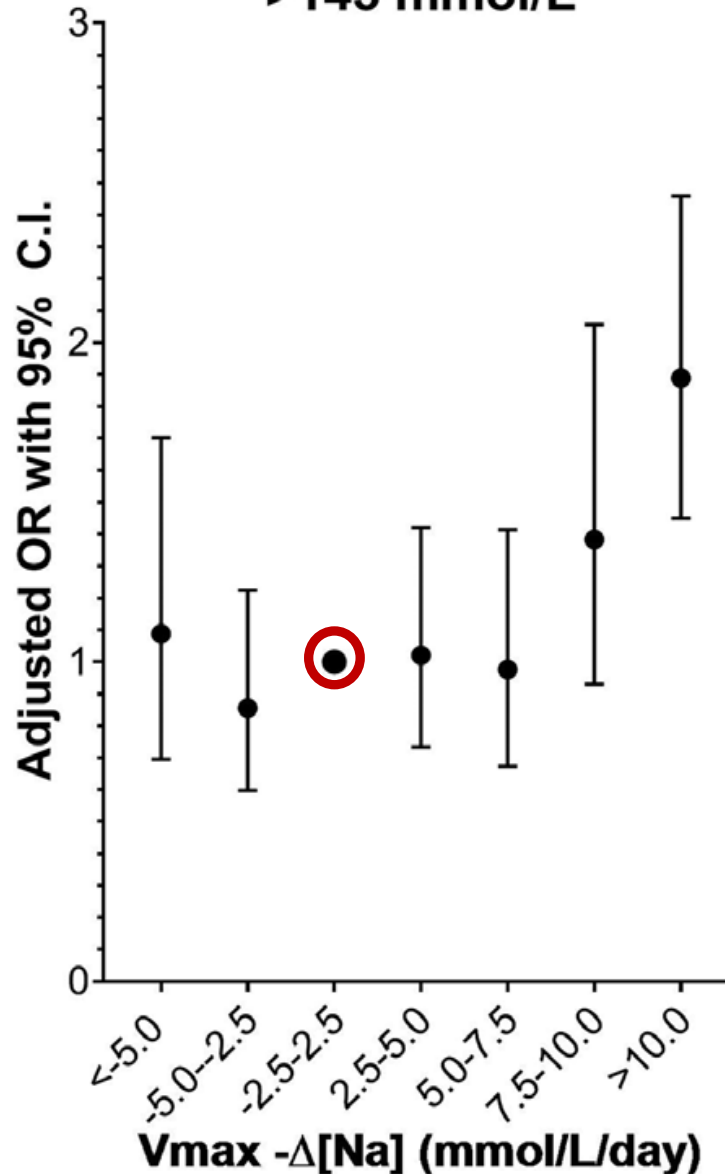
Změna natrémie a nemocniční mortalita - JIP pacienti -

Pokud je v bezpečných mezích
(pod 0,5 mmol/hod) pak
rychlost úpravy hyponatrémie
ovlivňuje a nemocniční
mortalitu pokud je těžká.

Normální natrémie 135-145 mmol/L



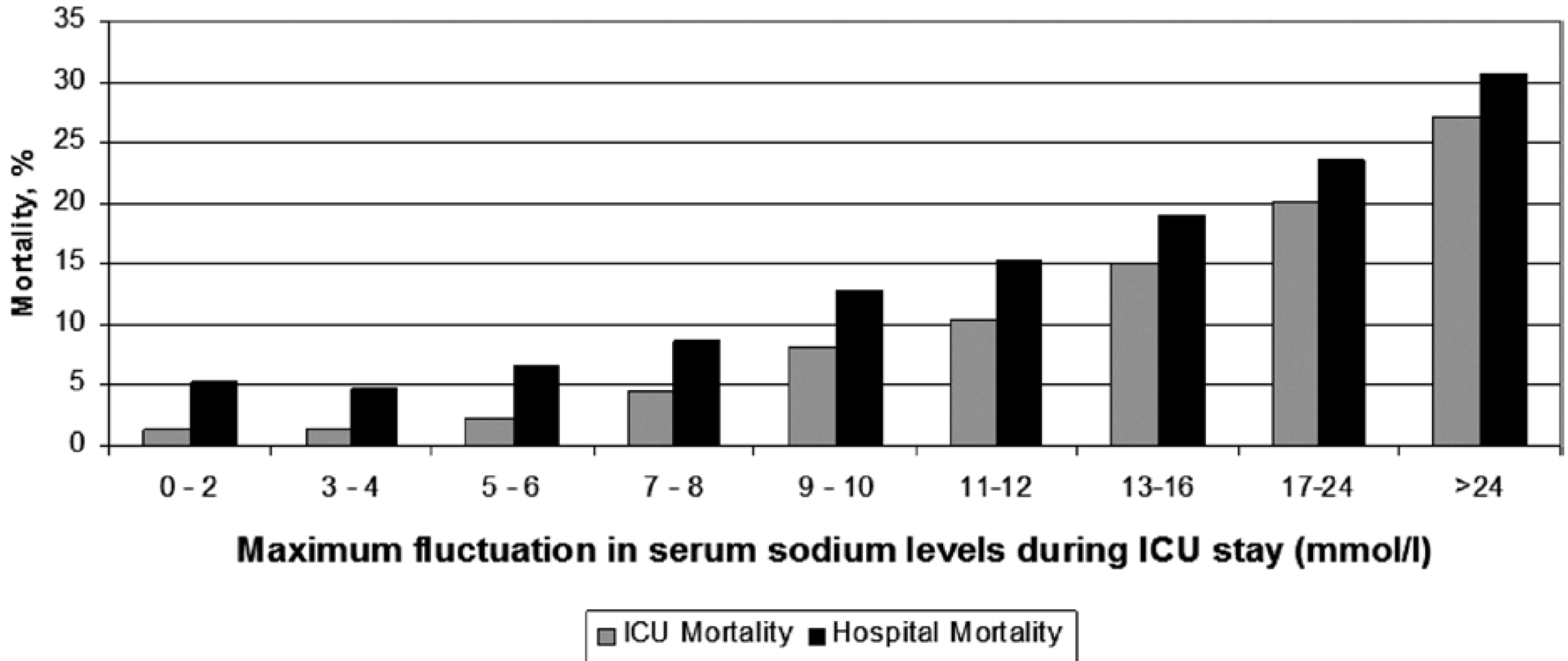
Hypernatrémie >145 mmol/L



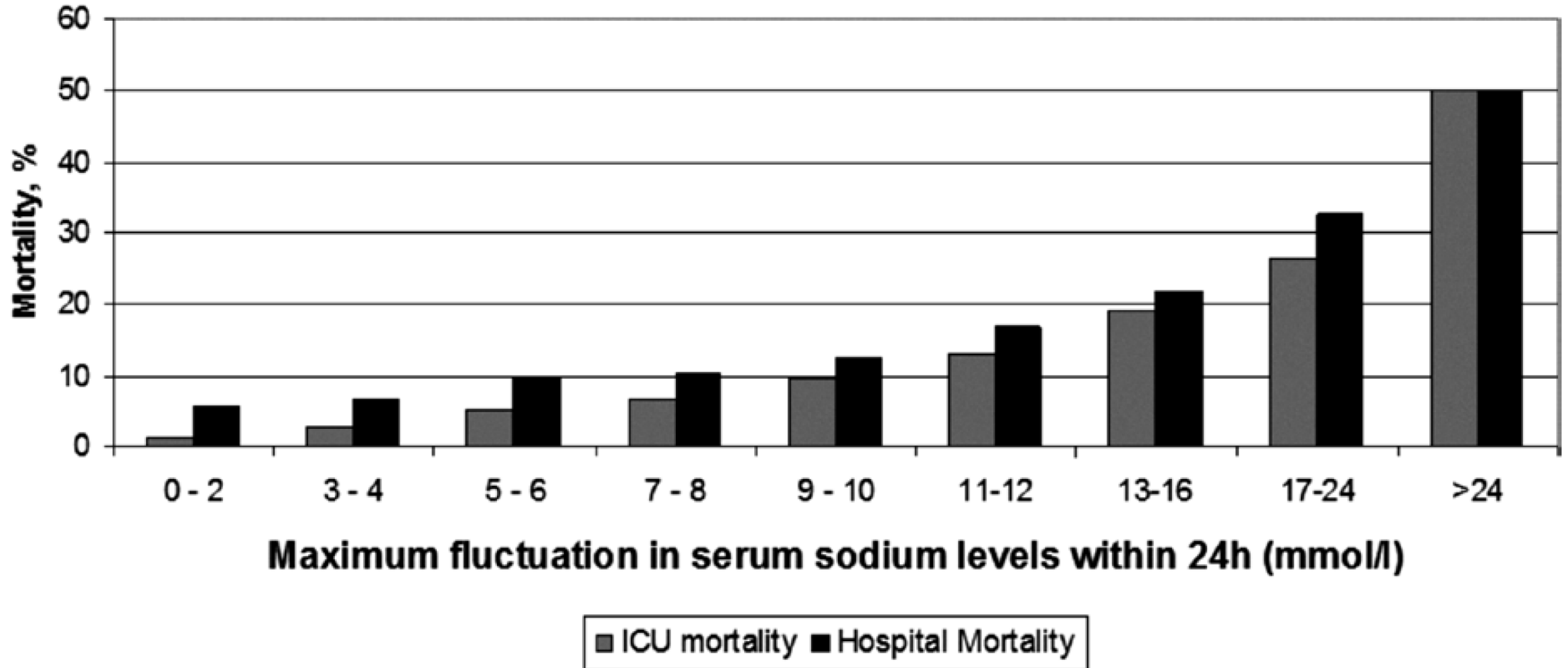
Změna natrémie a nemocniční mortalita - JIP pacienti -

Zhoršení hypernatrémie
na JIP zhoršuje mortalitu

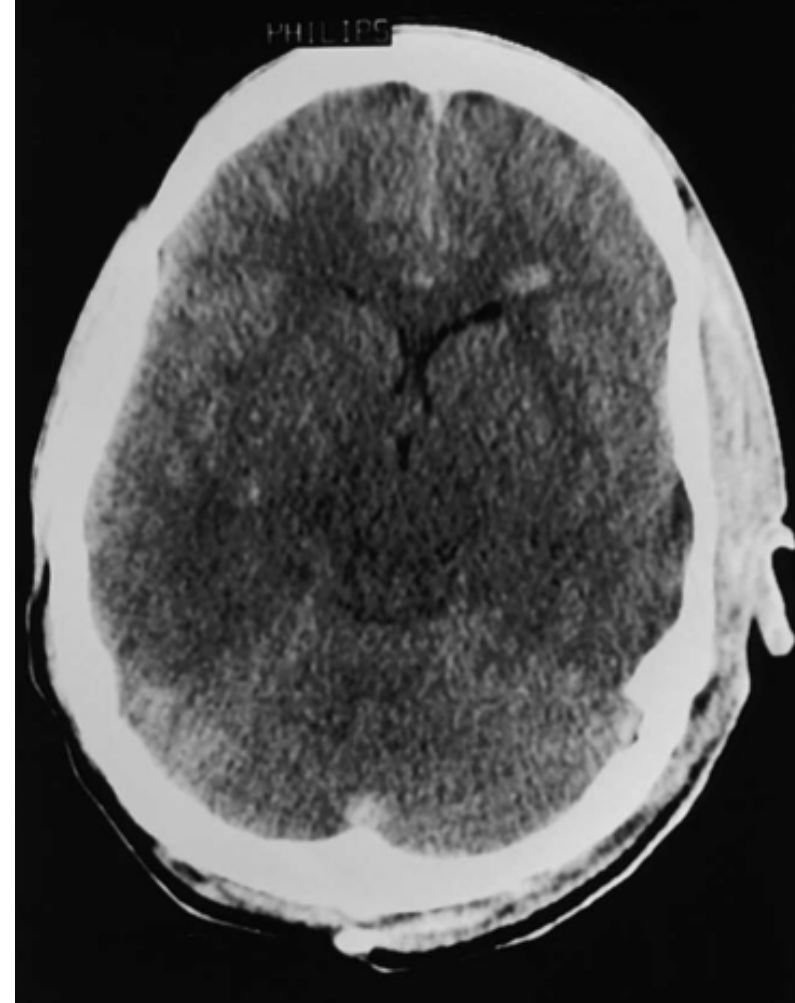
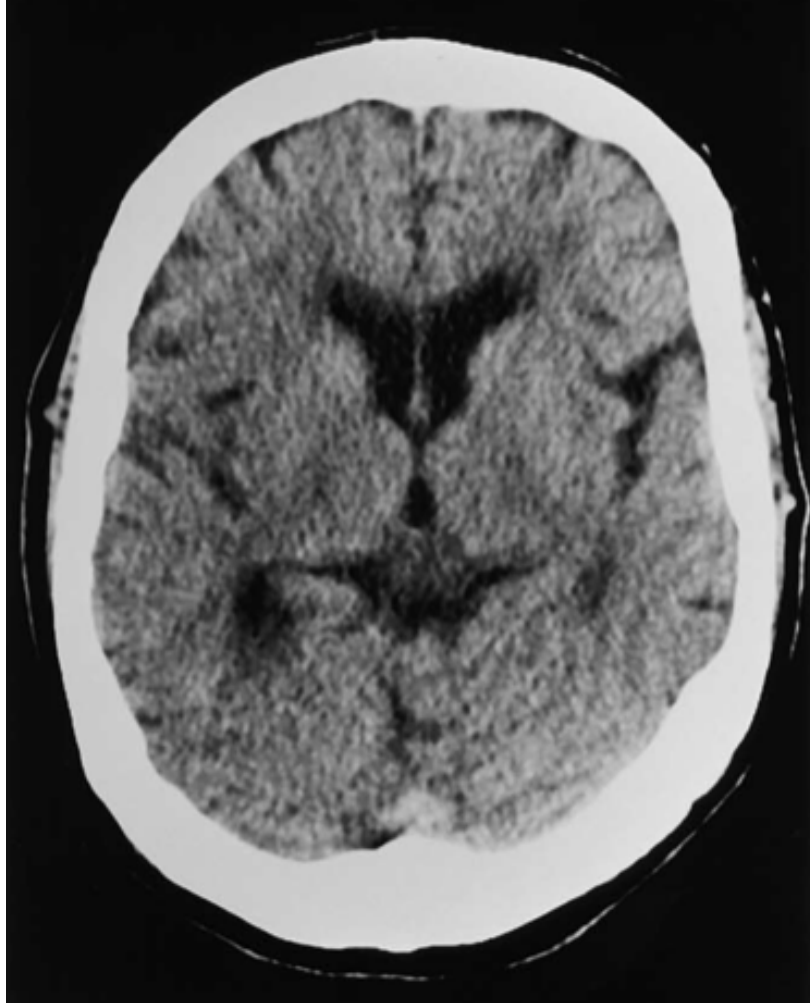
Důležitá je fluktuace natrémie na JIP ...



... důležitá je fluktuace natrémie i na standardním oddělení



**Akutní závažná hyponatremie (<115 mmol) <36 to 48 h
- otok mozku -**



Centrální pontijní myelinolýza

Osmotický demyelinizační syndrom - léčba hyponatremie

Příznaky

Porucha motorických funkcí

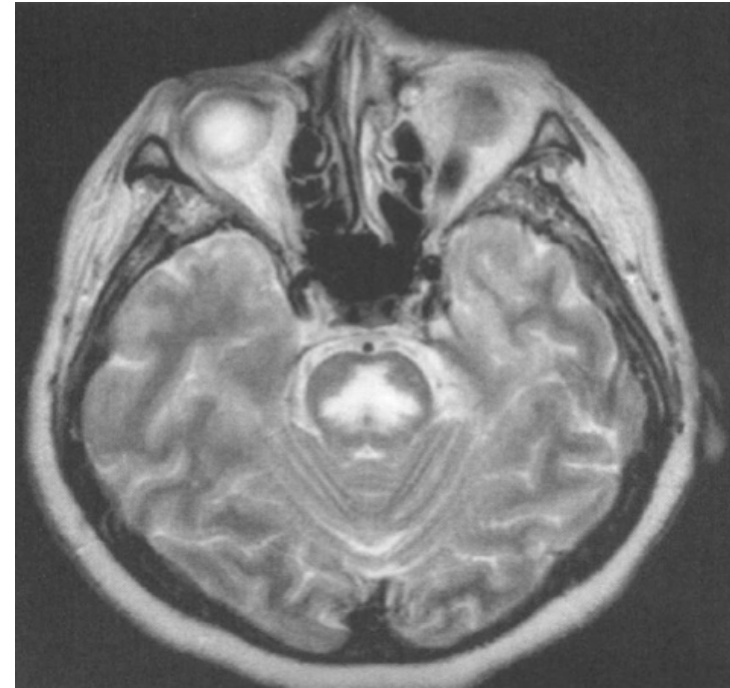
Spastická kvadruparéza

Pseudobulbární sy.

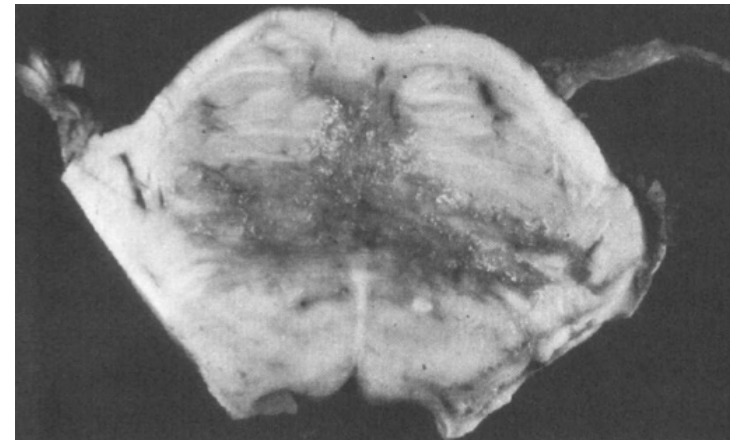
Mentální postižení

konfúze ...

... kóma a smrt

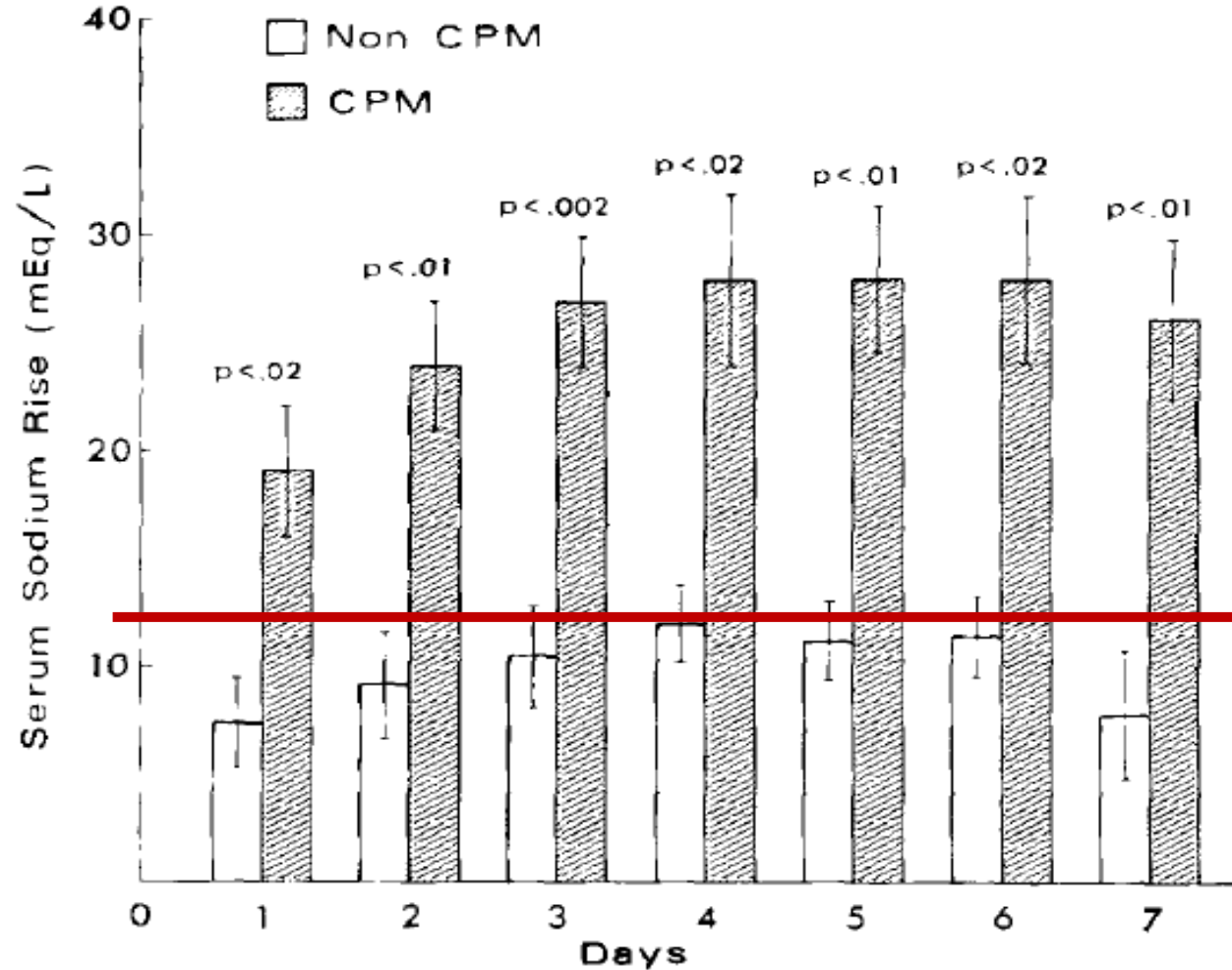


MRT



Path.
anatomy

Léčba chronické hyponatremie



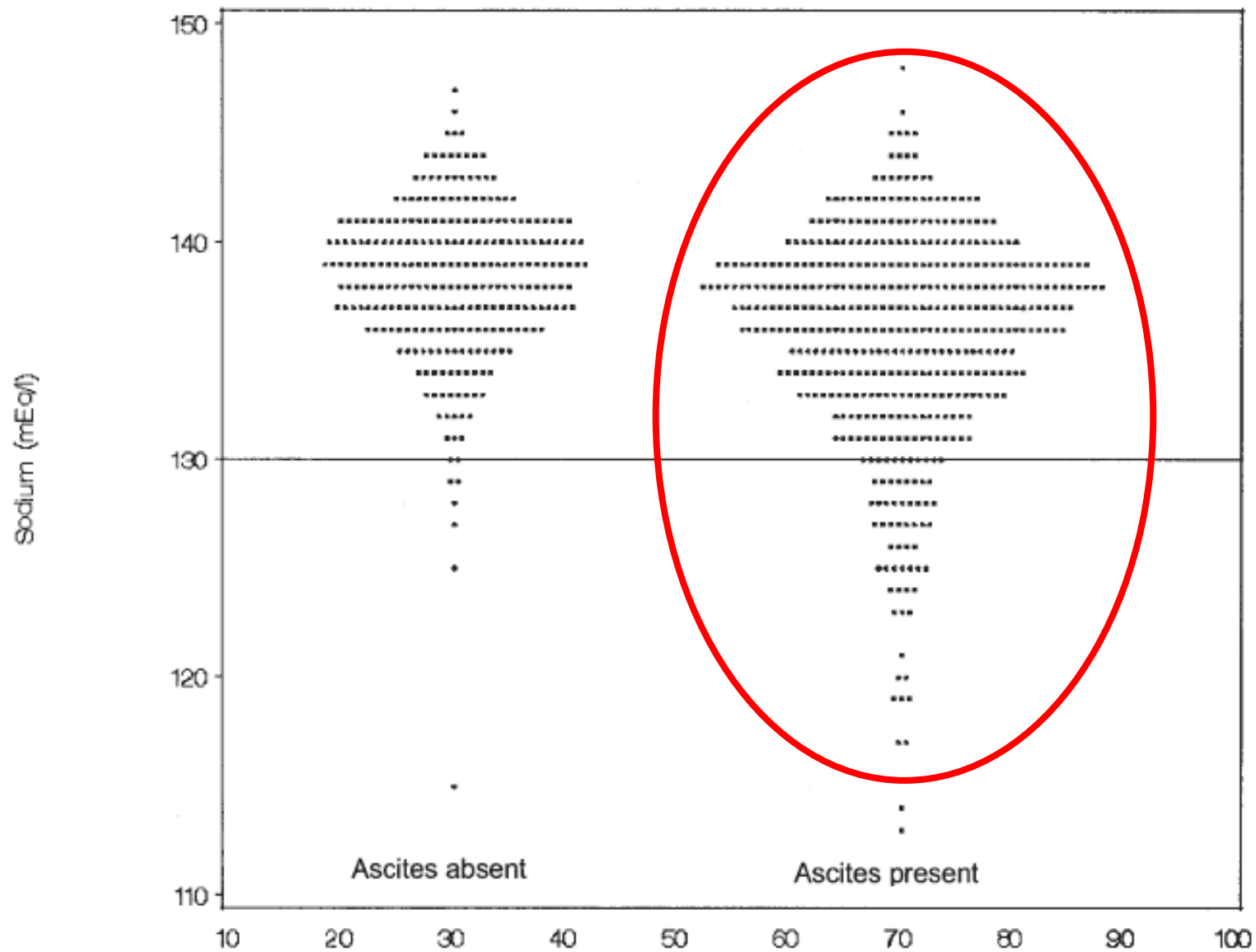
Doporučení

Denní vzestup Na by neměl překročit hodnotu 12 mmol/l

Serum sodium rise above baseline (day 0) in 12 patients with and 9 without central pontine myelinolysis (mean \pm SE). Comparisons were by Student t test.

Hladina sodíku nesouvisí s jeho zásobami

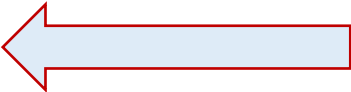
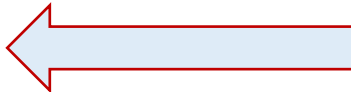
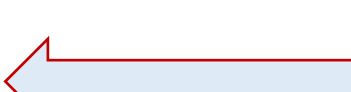

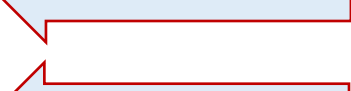

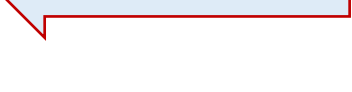
Jaterní cirhóza -
prevalence
hyponatremie
753 kandidátů
transplantace



Elektrolyty v lidském těle

Elektrolyt	ECF (mmol/l)	ICF (mmol/l)	Celk. v těle (mmol/l)
Sodík	140-155	10-18	3000-4000
Draslík	4.0-5.5	120-145	3000-3500
Vápník	2.2-2.5		25000-27000
Ionis. vápník	0.9-1.3	0.0001	
Hořčík	0.7-1.2	15-25	900-1200
Chloridy	98-108	2-6	3000-4000
Fosfát	0.7-1.3	8-20	30000-32000

Jak nás informují sérové hadiny?

Elektrolyt	ECF (mmol/l)		
Sodík	140-155		Ne
Draslík	4.0-5.5		Ano při nízké hodnotě
Vápník	2.2-2.5		Ne
Ionis. vápník	0.9-1.3		Ne
Hořčík	0.7-1.2		Ano při nízké hodnotě
Chloridy	98-108		Ne
Fosfát	0.7-1.3		Ano při nízké hodnotě

Katabolismus

Stress

Retence Na - udržení cirkulujícího objemu
sekvestrace do intersticia, energetický
deficit.

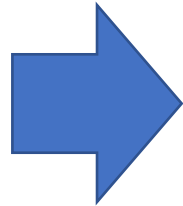
Retence Na ale hyponatrémie

Ztráta K, Mg, P - katabolická reakce



Stress & reparace

Stress



Retence Na - udržení cirkulujícího objemu
Ztráta K, Mg, P - katabolická reakce

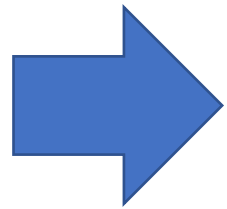
Reparace



Mobilizace a vylučování sodíku
Zvýšená potřeba „anabolických elektrolytů“

Výživa a elektrolyty

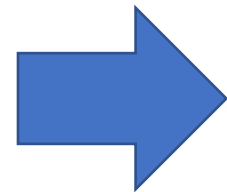
Stress



Výživa obtížně zabrání anabolismu

Potlačení katabolismu - nízká potřeba K, Mg, P

Reparace



Výživa má navodit anabolismus

Zvýšené dodání K, Mg, P & omezení Na

Děkuji za pozornost



Lacemaker - J Vermeer