

Нарушения баланса натрия и воды



К.М. Лебединский

Что такое норма?

ИОНЫ	Концентрации, мэкв/л:		
	Клетка	Интерстиций	Плазма
Катионы:			
Na ⁺	10	145	140 ± 5
K ⁺	145	4	4,4 ± 0,8
Ca ²⁺	–	3	5 ± 0,5
Mg ²⁺	40	2	2 ± 0,4
NH ₄ ⁺	–	–	
Анионы:			
Cl ⁻	5	117	104
HCO ₃ ⁻	10	27	22 ± 3
H ₂ PO ₄ ⁻ /HPO ₄ ²⁻	50	1	1,1 ± 0,5
SO ₄ ²⁻	10	0,5	0,45 ± 0,1
Орг. кислоты	–	6	5
Белок	60	1	1,9
pH	6,7–7,0	7,35–7,45	7,35–7,45
Осмолярность, мосмоль/л	285–295	285–295	285–295
Объем, мл/кг	300–400	150–180	30–50

Что такое норма?

Среда	Объем, л/кг	
	Женщины	Мужчины
Общая вода ¹ :		
• Новорожденные	0,72 – 0,83	
• грудные дети	0,57 – 0,70	
• младшие дети	0,55 – 0,63	
• подростки	0,50 – 0,60	0,32 – 0,63
• молодые люди	0,46 – 0,60	0,53 – 0,70
• люди зрелого возраста	0,41 – 0,54	0,45 – 0,64
• пожилые (старше 60 лет)	0,42 – 0,53	0,48 – 0,63
Внутриклеточная жидкость (ИЦС, ICF)	0,30 – 0,40	
Внеклеточная жидкость (ЭЦС, ECF)	0,20 – 0,22	
Трансцеллюлярная жидкость	0,005 – 0,010	
Интерстициальная жидкость	0,15 – 0,18	
Внутрисосудистая вода (вода плазмы)	0,03 – 0,05	
Цельная кровь (общий объем)	0,059 – 0,073	0,064 – 0,080
Объем циркулирующей крови (ОЦК)	0,055 – 0,070	0,060 – 0,075
Плазма крови	0,037 – 0,046	0,040 – 0,048
Эритроциты	0,022 – 0,027	0,024 – 0,032

Что такое норма?

Общая вода: 500 – 600 мл/кг

Внеклеточная жидкость (ECF):
200 – 220 мл/кг

Внутриклеточная жидкость (ICF):
300 – 400 мл/кг

Интерстициальная
(межклеточная)
жидкость:
150 – 180 мл/кг

Внутри-
сосудистая:
30 – 50 мл/кг

Что поддерживает эти пропорции?

ОБМЕН НАТРИЯ И ВОДЫ: кое-что из физиологии...

- Поступление воды и натрия извне...
- Что такое «изотонический раствор»?
- Альдостерон
- Вазопрессин – АДГ (V_2 -рецепторы)
- Предсердный натрийуретический пептид (нисеретид)
- Норма Na^+ плазмы: 136 – 145 ммоль/л
- Когда бывает жажда?

Есть два подхода – «старый» и «новый»...

**«... Никогда не нужно
быть первым, кто
принимается за
новое и последним,
кто отказывается
от старого...»**



**Frank Howard Lahey
(1880-1953)**

НОВАЯ СХЕМА СТОИТ на «трех китах»:

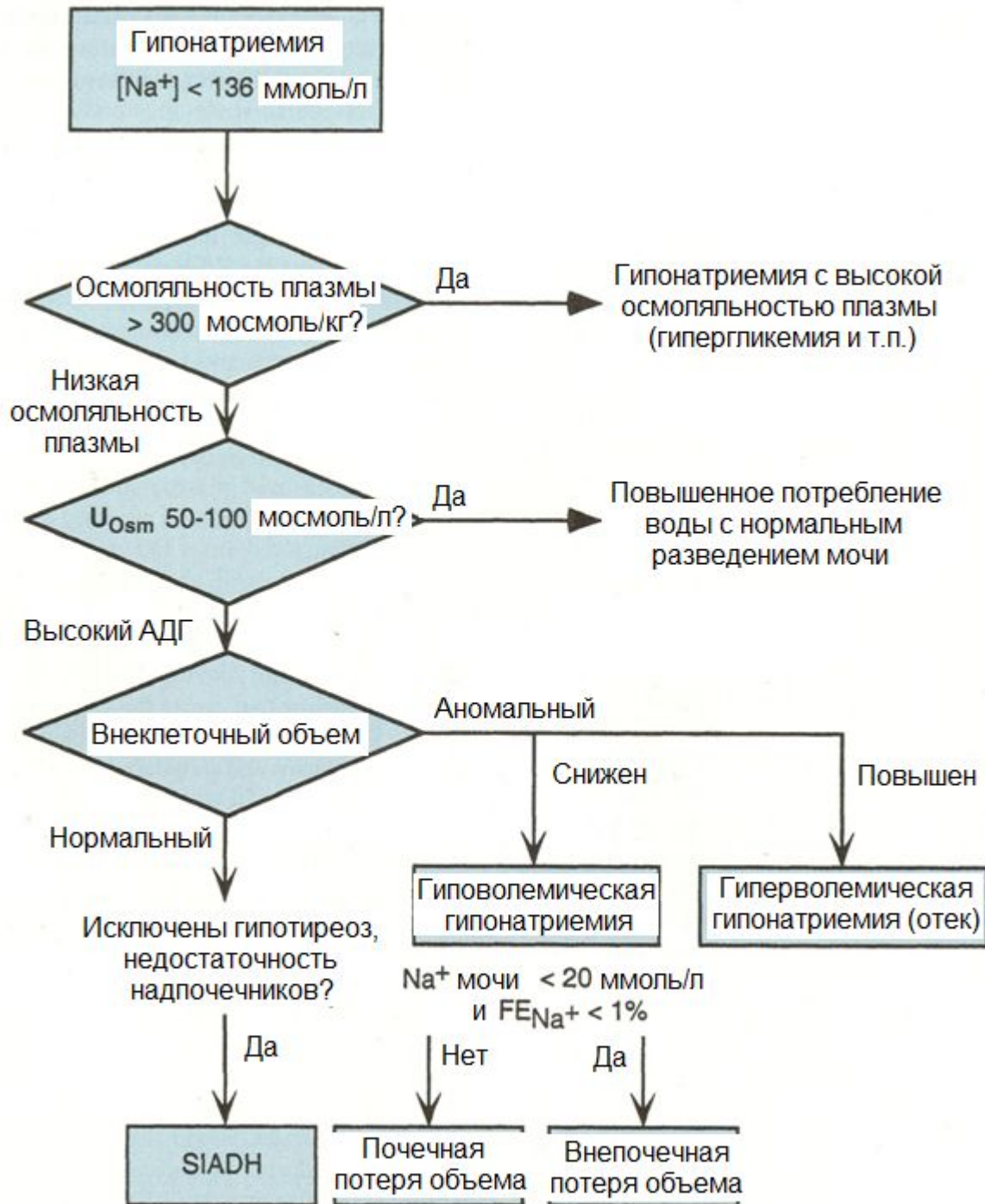
- Na^+ плазмы (норма: 136-145 ммоль/л)
- Осмолярность плазмы (норма: 285-295 мосмоль/л)
- Волемический статус (норма ОЦК: 70 мл/кг, норма ЭЦЖ: 200 мл/кг)

Все нарушения обмена воды и натрия классифицированы по этим трем признакам...

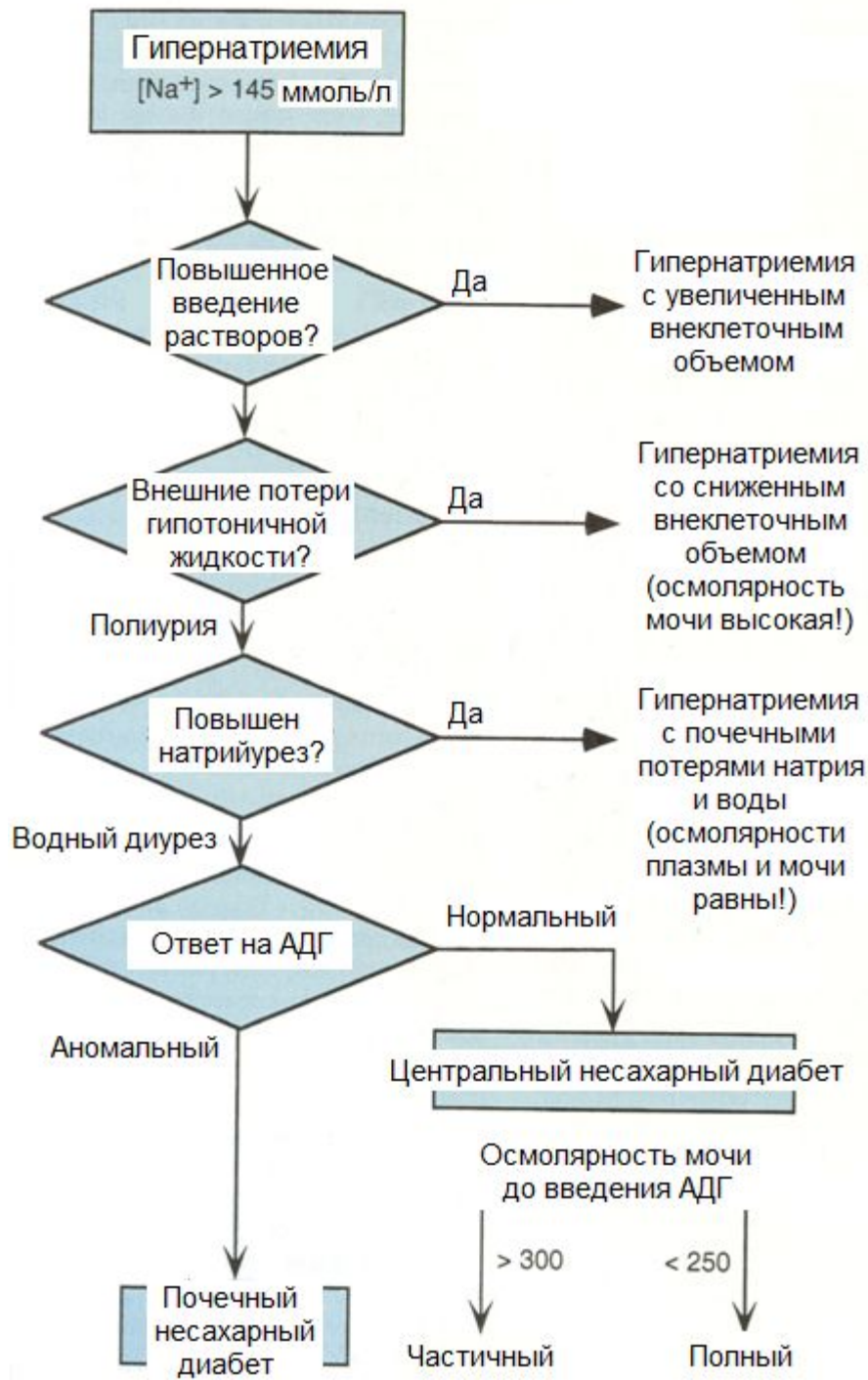
В итоге получается такая классификация:

- Гипонатриемии (<136 ммоль/л):
 - Изотоническая
 - Гипертоническая
 - Гипотонические:
 - Изоволемическая
 - Гиперводемическая
 - Гиповолемическая
- Гипернатриемии (>145 ммоль/л):
 - Изоволемическая
 - Гиперводемическая
 - Гиповолемическая

Гипонатриемии



Гипернатриемии



Все хорошо на бумаге (и на слайдах!), НО...



- У нас почти нет осмометров!...
- Распространено бездумное применение фуросемида...
- Большинство полагает, что «изотонический» раствор изотоничен, а «физиологический» – физиологичен...
- Никто ничего не считает, даже примерно...
- Инфузионные программы не подстраиваются под климат и время года...

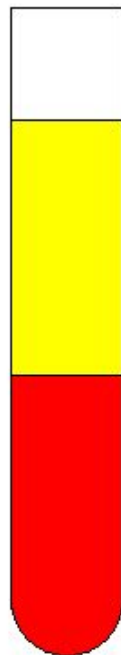
Старая, старая схема...

Тип нарушения	Схема		Клинические симптомы					Лабораторные данные					Возможные причины	Главная опасность
	ИЦС	ЭЦС	Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	МСНС		
Гипоосмолярная дегидратация	↑	↓	-	-	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓	1. Недостаток Na ⁺ 2. Осмодиурез 3. Минералокортикоидная недостаточность	Гиповолемия
Изоосмолярная дегидратация	N	↓	±	-	↓	↓	↓	↑	N	↑	N	N	1. «Третье пространство» 2. Потери из ЖКТ	Гиповолемия
Гиперосмолярная дегидратация	↓	↓	+	-	↓	↑	N	↑	↑	N, ↑	↓	↑	1. Недостаток H ₂ O 2. Гипервентиляция 3. Обильное потение 4. Гипо- и изостенурия	Тканевая гипоксия
Гипоосмолярная гипергидратация	↑	↑	-	+	↑	↓↓	↑	↓	↓	N	↑	↓	1. Боль (через ↑АДГ) 2. Сердечная недостат-сть 3. Избыток гипо- и изотонических растворов	Отек головного мозга
Изоосмолярная гипергидратация	N	↑	-	+	↑	↓	↑	↓	↓	↓	N	N	1. Избыточная инфузия 2. Сердечная недостат-сть 3. Ренальная олигоанурия	Сердечная недостаточность и отек легких
Гиперосмолярная гипергидратация	↓	↑	+	+	↓	N	↑	↓	↓	↓	↓	↑	1. Избыток гипертонических растворов 2. Изотонич. инфузия при ↓ функцион. резерва почек	Отек легких

ГЕМАТОКРИТ: модель пропорции секторов



Изотоническая
дегидратация
или
гипотоническая
гипергидратация?



НОРМА



Изотоническая
гипергидратация
или
гипертоническая
дегидратация?

МОЖНО ЛИ ДОВЕРЯТЬ

Ht?



Изотоническая
дегидратация
или
гипотоническая
гипергидратация?



НОРМА



Изотоническая
гипергидратация
или
гипертоническая
дегидратация?

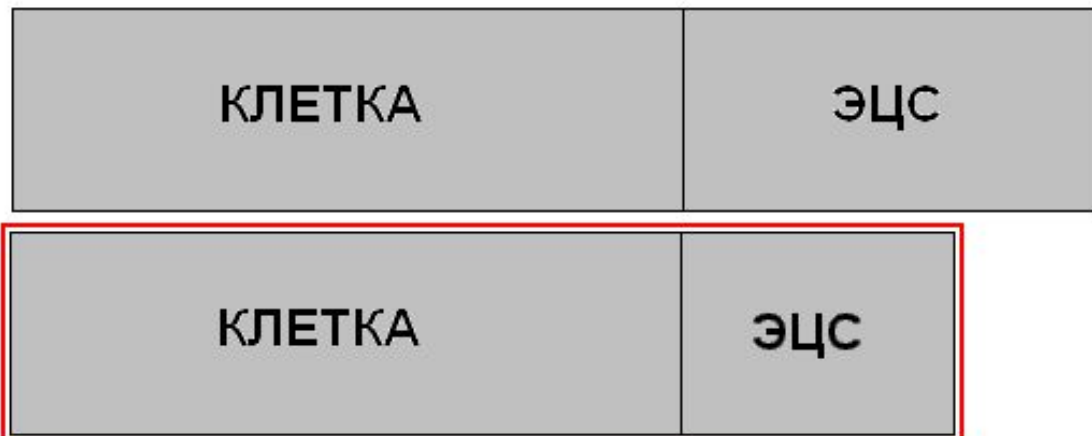
Ориентировка на Ht – ТОЛЬКО
при условии изоосмолярности
(280—305 мосмоль/л)!

- СКГЭ (МСНС) = Hb/Ht
- Норма: 320—360 г/л

Нарушения гидратации и осмолярности: **ОБЩИЕ ПРАВИЛА**

- Все всегда начинается с внеклеточного сектора!
- Он же определяет вид нарушения осмолярности
- Он же определяет общий баланс жидкости
- Он – ведущий, а клетка – ведомый сектор!
- Осмолярность внутри клетки считается нормальной!
- Осмолярность потерь обратна итогу!
- Вода движется в сторону большей осмолярности
- Дегидратация не исключает отека!

Изоосмолярная дегидратация



- Потери из ЖКТ, перитонит
- Ожоги
- «Третье пространство» (там, где оно есть!)
- (Кровопотеря: Ht падает!)

Клинические симптомы					Лабораторные данные				
Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	MCHC
±	-	↓	↓	↓	↑	↑	↑	N	N

Изоосмолярная дегидратация

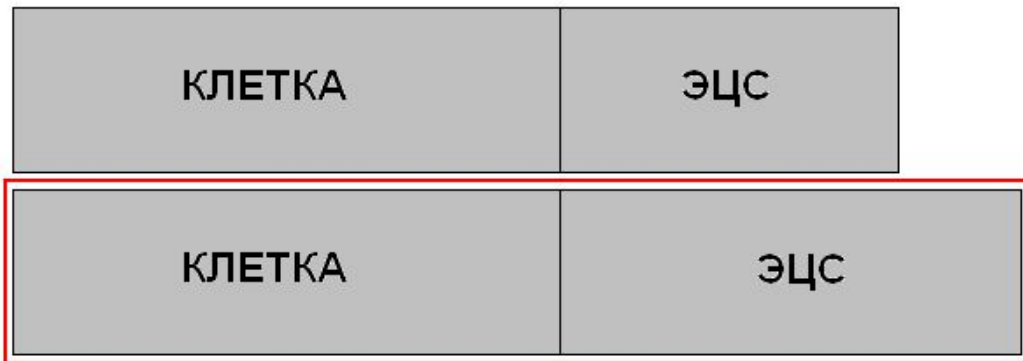
КЛЕТКА	ЭЦС
КЛЕТКА	ЭЦС

- Расчет дефицита жидкости:

$$\frac{0,2MT (100 - Ht_B)}{Ht_B (Ht_B - Ht_N)}$$

- Устранение причины!
- Возмещение объема изотоничными средами
- Возможен контроль по Ht

Изоосмолярная гипергидратация



- Сердечная недостаточность
- Избыточная инфузия
- Ренальная олигоанурия

Клинические симптомы					Лабораторные данные				
Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	MCHC
-	+	↑	↓	↑	↓	↓	↓	N	N

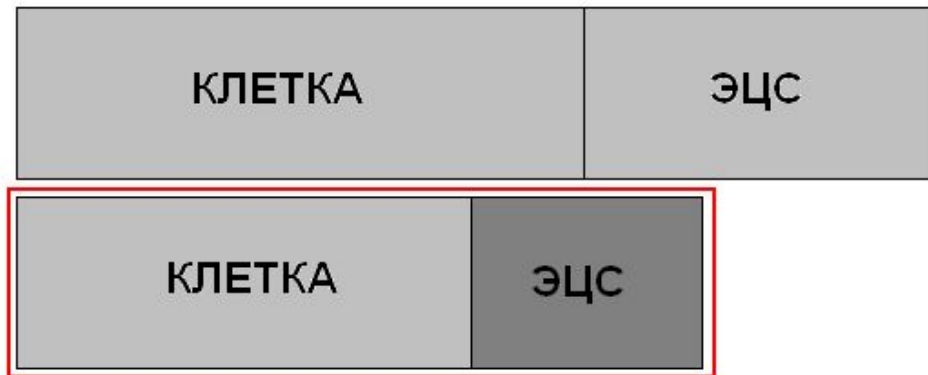
Изоосмолярная гипергидратация

КЛЕТКА	ЭЦС
КЛЕТКА	ЭЦС

- Устранение причины!
- Выведение избытка жидкости

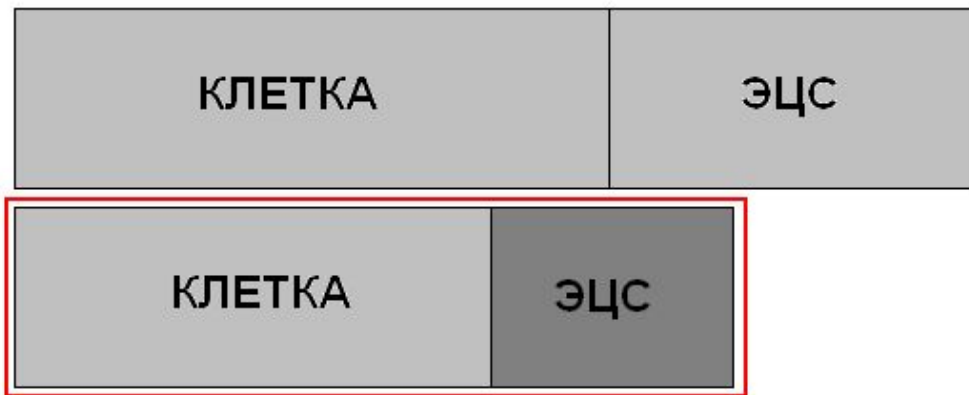


Гиперосмолярная дегидратация



- Дефицит воды
- Гипервентиляция
- Обильный пот
- Гипо- или изостенурия (несахарный диабет?)

Клинические симптомы					Лабораторные данные				
Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	MCHC
+	-	↓	↑	N	↑	↑	N, ↑	↓	↑



Гиперосмолярная дегидратация

- Расчет дефицита свободной воды неточен:

$$\frac{0,6\text{MT} (\text{Na}_B - 142)}{\text{Na}_B}$$

- Устранение причины (десмопрессин?)!
- Возмещать дефицит 0,45% NaCl или 5% глюкозой
- Необходимо «титрование» эффекта!

Гиперосмолярная гипергидратация



- Избыток гипертонических растворов
- Изотоничная инфузия при снижении функции почек

Клинические симптомы					Лабораторные данные				
Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	МСНС
+	+	↓	N	↑	↓	↓	↓	↓	↑

Гиперосмолярная гипергидратация

- Устранение причины!
- Салуретики, если эффективны
- Эфферентные методы?
- Контроль в динамике!

КЛЕТКА	ЭЦС
--------	-----

КЛЕТКА	ЭЦС
--------	-----



Гипоосмолярная дегидратация



- Дефицит Na^+
- Осмотический диурез
- Минералокортикоидная недостаточность

Клинические симптомы					Лабораторные данные				
Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	MCHC
-	-	↓	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↓

Гипоосмолярная дегидратация



- Расчет дефицита Na^+ ненадежен:

$$0,2 \text{ МТ} (142 - \text{Na}_B)$$

- Устранение причины!
- Восполнение дефицита Na^+ 5,85% или 7,2% NaCl
- Осторожно: острый понтинный миелолиз!
- Контроль в динамике!

Острый понтинный миелолиз

- «Осмотическая демиелинизация»: олигодендроциты лежат близко к сосудам серого вещества...
- Возникает из-за слишком быстрой коррекции Na^+ , если гипонатриемия длилась более 48 ч
- Признаки: нарушение сознания, парез глазодвигательного нерва, парез верхних конечностей, затем – тетраплегия
- Бывает экстрапонтинный миелолиз...
- Прогноз плохой!
- Диагноз – МРТ!



Острый понтинный миелинолиз

- $\text{Na}^+ > 125$ ммоль/л – срочности уже нет!
- Коррекция < 5 ммоль/л в сутки всегда безопасна!
- Обычная целевая скорость ≈ 8 ммоль/л в сутки
- $\Delta \text{Na}^+_{\text{плазмы}} = V_{\text{раствора}} \cdot (\text{Na}^+_{\text{раствора}} - \text{Na}^+_{\text{плазмы}}) / \text{OOB} + 1,$
- где $\text{OOB} = \text{MT} \cdot 0,6 \cdot 140 / \text{Na}^+_{\text{плазмы}} = 84 \cdot \text{MT} / \text{Na}^+_{\text{плазмы}}$



Гипоосмолярная гипергидратация



- Сердечная недостаточность
- Избыток гипотонических растворов
- Боль (посредством АДГ)
- Синдром неадекватной секреции АДГ (SIADH)

Клинические симптомы					Лабораторные данные				
Жажда	Отеки	Диурез	ЦНС	ЦВД	Er, Hb	Ht	Белок	MEV	MCHC
-	+	↑	↓↓	↑	↓	↓	N	↑	↓

Синдром неадекватной секреции АДГ (SIADH)

- Опухоли (овсяноклеточный рак легкого)
- Ткань больного легкого (ХОБЛ, пневмония, тbc...)
- Повреждения ЦНС
- Наркотики, нейролептики, антиконвульсанты, антидепрессанты, цитостатики...
- Высокое среднее давление в альвеолах!
- Осмолярность мочи > осмолярности плазмы
- Na мочи > 20 ммоль/л
- Терапия: -ваптаны!



Гипоосмолярная гипергидратация

КЛЕТКА	ЭЦС
--------	-----

КЛЕТКА	ЭЦС
--------	-----

- Устранение причины!
- Ограничение жидкости
- Диуретики
- Эфферентные методы...



Электролитные расстройства: основные идеи

- Искать причину!!!
- Не ставить диагнозы нарушений ВЭБ «по клинике»!
- Не корректировать все отклонения подряд!
- Принцип расчета: $MT \times 0,2 \times (C_{\text{норм}} - C_{\text{пац}})$, кроме K^+ !
- Расчет – только ориентир: всегда титровать эффект!
- Отличать « типовые » ситуации от нестандартных
- В последних – просить максимум лабораторных данных

ВОПРОСЫ – ?...

