

# **ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫЙ ОБМЕН, ДИСГИДРИИ.**

**РАЗУМОВИЧ И.М.  
КАФЕДРА ДЕТСКОЙ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И  
РЕАНИМАТОЛОГИИ БЕЛМАПО.**

# **ПЛАН**

**Оценка водно-электролитного баланса пациента**

**Обмен воды**

**Обмен  $\text{Na}^+$**

**- дисгидрии кратко**

**Важные состояния:**

**синдром неадекватной секреции АДГ**

**несахарный диабет**

# ОЦЕНКА ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНОГО БАЛАНСА ПАЦИЕНТА

## ОСМОТР И АНАМНЕЗ:

- 1)Состояние витальных функций (ЧСС, АД, ЧД, диурез, уровень сознания!)
- 2)Наличие патологических потерь (рвота, диарея – частота и объем, неощутимые потери, дренажи)
- 3)Хроническая патология (эндокринные расстройства, болезни почек, хроническая патология ЖКТ, ССС, ДС)
- 4)Чем лечился в последнее время (инфузионная терапия)
- 5) Масса тела !**

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ДАННЫЕ:

Электролиты, глюкоза, Ht, Hb.

Биохимический анализ мочи

# ИДЕАЛЬНАЯ МАССА ТЕЛА (ИдМТ):

Дети **старше 8 лет:**

$$\text{ИдМТ(кг)} = 3 * \text{возраст(годы)}$$

Дети **младше 8 лет:**

$$\text{ИдМТ(кг)} = 2 * \text{возраст(годы)} + 9$$

**Ожирение: расчет производим на массу =**

$$\text{ИдМТ(по возрасту)} + 1/3 (\text{ФМТ} - \text{ИдМТ})$$

**ФМТ- фактическая масса тела**

# **КАЗАЛОСЬ БЫ ВСЁ ПРОСТО...**

**Необходимое количество жидкости в сутки**

**=**

**ЖП+ Потери - Невыделенный объем**

**Схема работает только, когда все системы регуляции баланса внутри и внеклеточного пространств в порядке.**

# РАССЧЕТ ЖП:

Классика: **4+2+1**

| Weight (kg) | Hourly rate                                       | Daily volume                                         |
|-------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <10         | 4 mL/kg                                           | 100 mL/kg                                            |
| 10–20       | 40 mL + 2 mL/kg<br>(for each kg<br>between 10–20) | 1000 mL + 50 mL/kg<br>(for each kg<br>between 10–20) |
| ≥20         | 60 mL + 1 mL/kg<br>(for each kg >20)              | 1500 mL + 20 mL/kg<br>(for each kg >20)              |

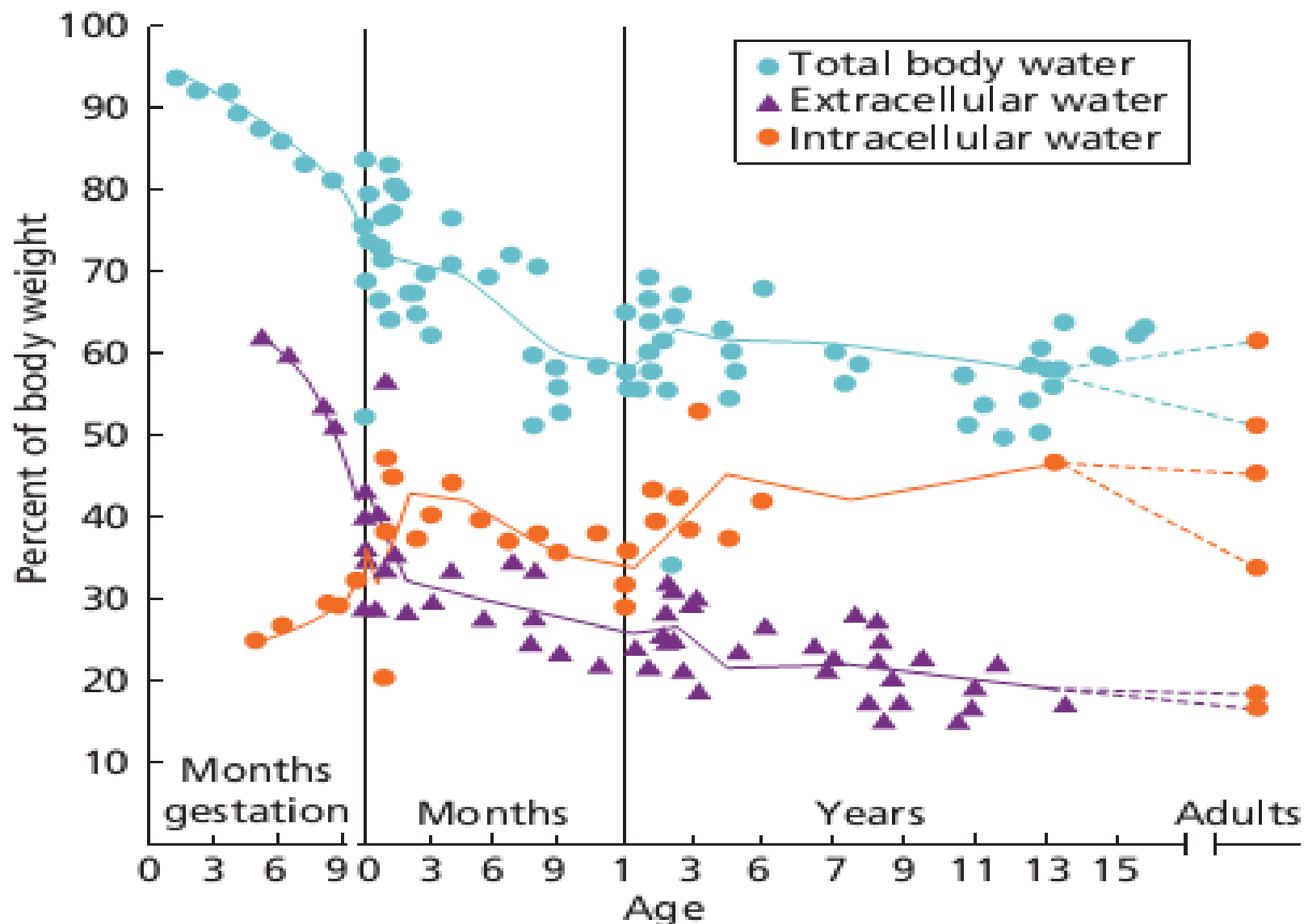
# СОСТАВ ЖИДКОСТЕЙ ОРГАНИЗМА

## Внутри- и внеклеточная жидкость

|                                                      | Extracellular<br>fluid | Intracellular<br>fluid |
|------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Osmolality (mOsm)                                    | 290–310                | 190–310                |
| Cations (meq/L)                                      | 155                    | 155                    |
| Sodium (Na <sup>+</sup> )                            | 138–142                | 10                     |
| Potassium (K <sup>+</sup> )                          | 4.0–4.5                | 110                    |
| Calcium (Ca <sup>++</sup> )                          | 4.5–5.0                | –                      |
| Magnesium (Mg <sup>++</sup> )                        | 3                      | 40                     |
| Anions (meq/L)                                       | 155                    | 155                    |
| Chloride (Cl <sup>-</sup> )                          | 103                    | 2                      |
| Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )         | 27                     | 8                      |
| Hydrogen phosphate (HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ) | –                      | 10                     |
| Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )           | 3                      | 149                    |
| Organic acids                                        | 6                      | Variable               |
| Protein                                              | 16                     | 40                     |

**ОБМЕН ВОДЫ И Na.**

# РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ:



# **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В ОРГАНИЗМЕ:**

**6 месяцам жизни ребенка доля воды достигает взрослого уровня, практически не меняясь в дальнейшем (60% массы тела)**

**Общая вода организма распределена в двух секторах:**

- внутриклеточный сектор составляет 40% массы тела;**
- внеклеточном сектор составляет 20% массы тела.**

# ЭКСТРАЦЕЛЛЮЛЯРНАЯ ЖИДКОСТЬ

Эти 20% и определяют все нарушения гидратации и осмолярности.

На этот сектор мы можем влиять напрямую через внутрисосудистый компонент.

Он – ведущий, а клетка – ведомый сектор, регуляция внутриклеточного баланса солей и воды происходит через изменение внеклеточного.

Вода движется в сторону большей осмолярности.

Дегидратация может сочетаться с отеком!

# **ЭКСТРАЦЕЛЛЮЛЯРНАЯ ЖИДКОСТЬ**

**Простейшая схема регуляции:**

- **Состояние барорецепторов (АД, внутрисосудистый объем) и осморорецепторов мозга, сердца, почек, периферических тканей**
- **Комплексное взаимодействие на уровне гормонов и медиаторов ( РААС, АДГ, предсердный натрийуретический пептид, катехоламины)**
- **Изменение всасывания Na и воды в почках, тонуса сосудов.**

# **ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЙ КОМПАРТМЕНТ**

**Тесная связь с внеклеточным  
компартом:**

**Вода: Гидростатическое и онкотическое  
давление на клеточную мембрану,  
стремление к выравниванию  
концентраций.**

**Ионы: Градиенты растворенных веществ  
и специфическая проницаемость  
мембраны для них, энергетическое  
состояние клетки.**

# ОСМОЛЯРНОСТЬ

Важная гомеокинетическая константа,  
Норма 285–290 ммоль/л.

Поддерживается в основном  
концентрацией Na

Осмолярность(ммоль/л) =  
 $2 \times \text{Na} + \text{глюкоза} + \text{мочевина}$

# **ДИСГИДРИИ:**

**Гипер- и дегидратация. Определяется объемом воды вне- и внутриклеточного пространства.**

**Гипер, гипо и изотоническая плазма – определяется концентраций Na.**

**Гиповолемия – симптом дегидратации.**

**Встречается наиболее часто.**

# **КЛИНИКА ДЕГИДРАТАЦИИ**

**Жажда.**

**Слизистые рта (влажные, клейкие и ли сухие),  
глаза.**

**Холодные конечности, симптом «бледного  
пятна»**

**ЧД. Повышение ЧД – ранний признак ацидоза.**

**ТАХИКАРДИЯ И ГИПОТЕНЗИЯ**

**Лактат-ацидоз.**

**Уровень сознания – индикатор срочности  
мероприятий!**

# **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОРРЕКЦИИ:**

**Гомеостаз солей и воды при стрессе нарушен в пользу задержки (крехоламины, АДГ).**

**Объемная реанимация кристаллоидами приведет к поступлению большого количества Na,Cl, H<sub>2</sub>O - усиление отеков ( вызовет гипоксию и гипоперфузию тканей).**

**Избыток хлорида вызовет метаболический гиперхлоремический ацидоз, почечную вазоконстрикцию и олигурию.**

**Возможность формирования «порочного круга» – увеличение количества Na и Cl усугубляет тканевой отёк и гипоперфузию...**

**Что делать?**

# **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОРЕКЦИИ:**

**Разумное и своевременное применение коллоидов!**

**Поддержание достаточного уровня альбумина( 25 г/л и более)**

**Сбалансированные (!) кристаллоиды (р-р Рингера).**

# **ГИПОНАТРИЕМИЯ. ПОВРЕЖДЕНИЕ ЦНС**

**Первична стабилизация пациента! Особенно если видим свежие неврологические нарушения. Причины выясним позже.**

## **Быстро:**

**При наличии судорог, признаков отека мозга, начинающегося вклинения(гипонатриемия менее 120):**

- быстро поднять осмолярность на 5 единиц используя гипертонический NaCl (3%) – 5мл/кг**
- восполнить дефицит ОЦК**
- затем суточное титрование дефицита NaCl.**

**Нет угрожающих мозговых симптомов – сразу суточное титрование.**

# **ГИПОНАТРИЕМИЯ ( $Na < 135$ ммоль/л)**

## **Механизм развития:**

**Механорецепторы ЛЖ, дуги аорты, каротидного синуса, почечных афферентных артериол – активация РААС (ренин+ангиотензин<sup>2</sup>+альдостерон) –**

**Неосмотический (или осмотический) выброс АДГ –  
Задержка воды.**

## **Причины:**

**Потери.**

**Гиперсекреция АДГ.**

**ятрогения (растворы с избытком свободной воды – глюкоза 5%)**

# ГИПОНАТРИЕМИЯ

# ГИПОВОЛЕМИЯ

Признаки:

Диурез и ОЦК снижены, все признаки гиповолемии и гипоперфузии присутствуют.

**Нв, Нт, белок относительно повышены**

| Причины | Потери в «третье пространство»                                                              | Внепочечные потери                         | Почечные потери                                                                                                                                      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | Рабдомиолиз<br>Краш-синдром<br>Перитонит<br>Кишечная непроходимость<br>Панкреатит<br>Сепсис | Ожоги<br>Рвота<br>Диарея<br>Кишечные свищи | Осмодиурез (глюкозурия, кетонурия, бикарбонатурия)<br>Диуретики<br>Почечные потери солей<br>Церебральная потеря солей<br>Дефицит минералокортикоидов |

# ГИПОНАТРИЕМИЯ

# ГИПОВОЛЕМИЯ

## Лечение:

Устранение причины, ликвидация гиповолеми изотоническим сбалансированным раствором.

Восполнение уровня  $\text{Na}^+$  за сутки планово:

$\text{Na}(\text{mmol/l}) = 0,2 * m(\text{масса}) * (140 - \text{Na}$   
**больного)**

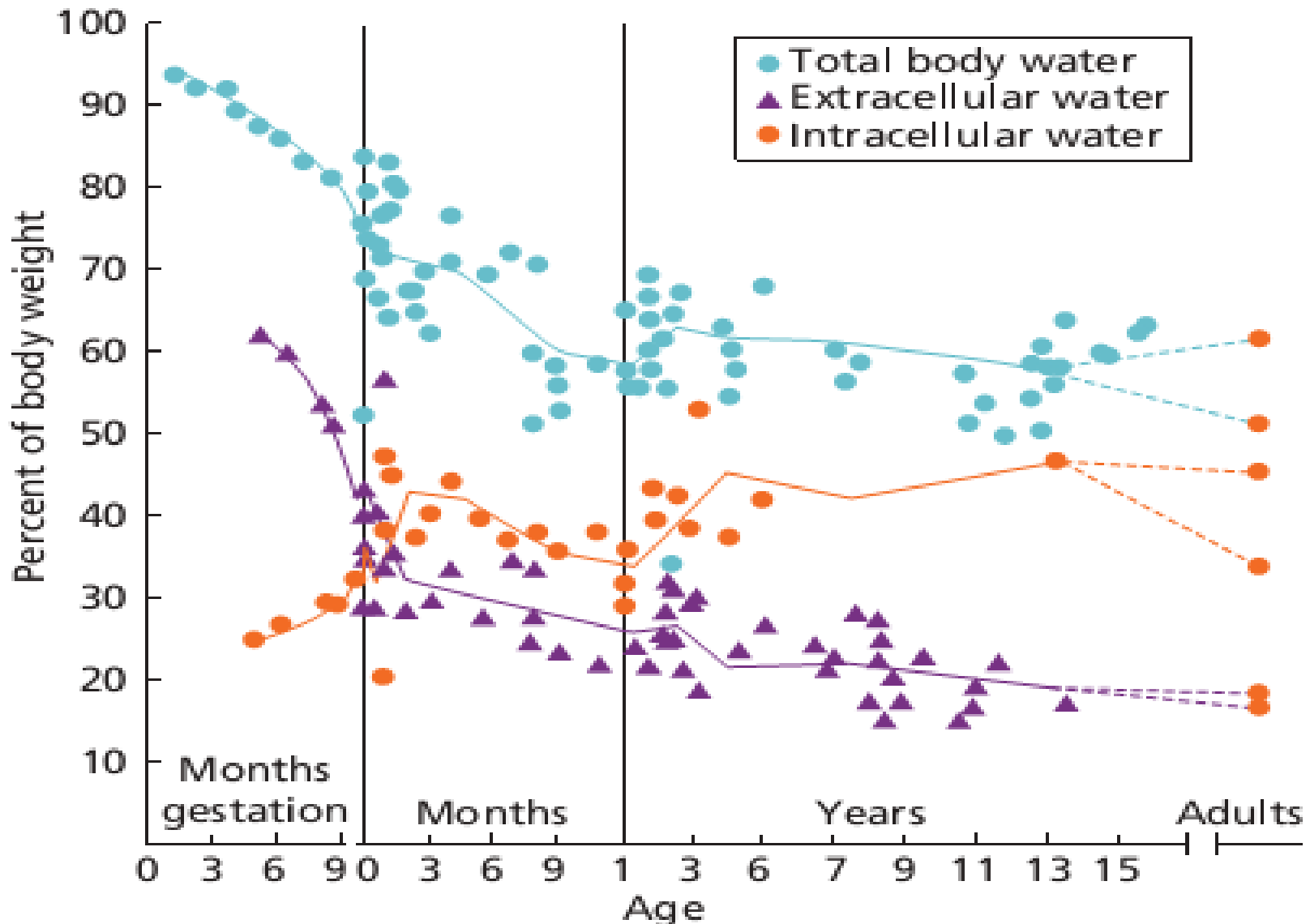
1мл  $\text{NaCl}10\%$  содержит 1,7 mmol/l  $\text{Na}^+$

0,2 – коэффициент отражающий содержание воды в экстрацеллюлярном секторе у взрослых

0,3- дети

0,45- новорожденные

# ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ ПО СЕКТОРАМ В РАЗНЫХ ВОЗРАСТАХ



# **ГИПОНАТРИЕМИЯ**

# **НОРМОВОЛЕМИЯ**

**Клинические признаки:**

**диурез снижен, нормоволемия , пастозность.**

**Реже: отечный синдром: отек легких, признаки отека ГМ: дезориентация, судороги, повышение ВЧД.**

**Причины:**

**СНСАДГ(синдром неадекватной секреции АДГ)**

**дефицит ГКС**

**«Переключение» осмостата (секреция плацентой хорион-гонадотропина, хроническое голодание).**

# **ГИПОНАТРИЕМИЯ НОРМОВОЛЕМИЯ (СНСАДГ)**

## **Лабораторные признаки**

- гипонатриемия;**
- снижение осмолярности плазмы < 275 мосм/л**
- повышенная осмолярность мочи > 300 мосм/л**
- Na в моче  $\geq 60$  ммоль/л**
- гипоурикемия (низкий уровень мочевой кислоты)**

**Может служить для дифф. диагноза. Не встречается при терапии диуретиками, почечном или церебральном синдроме потери солей.**

# **ГИПЕРСЕКРЕЦИЯ АДГ**

**Причины множественны:**

**Частые: избыточные потери Na ( двота, диарея), уход в 3-е пространство (сепсис, др. ССВО) – ведет к осмотическому выбросу АДГ.**

**Неосмотический выброс АДГ:**

**Боль, тошнота и рвота, назначение опиоидов и ингаляционных анестетиков, вентиляция с положительным давлением на вдохе.**

**Реже: диуретики, ХСН, недостаточность надпочечников, аномалии развития ЦНС, другие**

# РАСШИРЕННЫЙ СПИСОК ПРИЧИН ГИПЕРСЕКРЕЦИИ АДГ.

## Central Nervous System

Meningitis  
Encephalitis  
Head trauma  
Brain tumors  
Brain abscess  
Guillain-Barré syndrome  
Hypoxia (neonatal)  
Hydrocephalus  
Rocky Mountain spotted fever  
Vincristine  
Salicylates  
Cerebral thrombosis or hemorrhage  
Subarachnoid or subdural hemorrhage  
Acute psychosis  
Peripheral neuropathy  
Multiple sclerosis  
Hypopituitarism

## Pulmonary

Pneumonia  
Positive-pressure ventilation  
Asthma  
Pneumothorax

## Tumors

Lymphoma, thymoma  
Ewing sarcoma, mesothelioma  
Carcinoma (bronchogenic, duodenum pancreas, ureter, prostate)

## Drugs

Antidiuretic hormone analogs  
Chlorpropamide  
Vincristine  
Cyclophosphamide  
Carbamazepine  
Barbiturates  
Colchicine  
Haloperidol  
Fluphenazine  
Tricyclics, selective serotonin reuptake inhibitors  
Clofibrate  
Salicylates  
Indomethacin, nonsteroidal antiinflammatory drugs  
Interferon  
Ecstasy (MDMA)

## Miscellaneous

Infants (0–6 mo) receiving diluted feeding  
Marathon runner  
Postoperative, postprocedural patients

# **ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ:**

**Диуретики - по показаниям.**

**Поддержание уровня Na с коррекцией гипертоническими растворами при гипонатриемии < 130 ммоль/л**

**Большинство банальных случаев (послеоперационные пациенты) решается использованием сбалансированной инфузии (избегание гипотонических растворов в п/о периоде), одно-двукратной стимуляцией диуреза.**

# **ГИПОНАТРИЕМИЯ ГИПЕРВОЛЕМИЯ**

**Характерна для ЗСН, нефротического синдрома, цирроза печени, ОПН, ХПН.**

**Гиперволемия вызывает синтез предсердного натрийуретического пептида (его эффекты - натрийурез, диурез)**

**Гипонатриемия связана с худшим прогнозом при СН.**

**Лечение: ограничение жидкости, диуретики, избегание гипотонических растворов**

# ГИПЕРНАТРИЕМИЯ ( $Na > 150$ ммоль/л)

Общая **клиническая картина** – симптомы со стороны ЦНС:

возбудимость, громкий плач сменяющийся летаргией.

судорожная готовность

рвота

лихорадка

гипергликемия, гипокальциемия (+/-)

Реже: респираторный дистресс.

При быстром развитии (48 и менее часов) – опасность развития демиелинизирующего синдрома. (быстрый рост осмолярности или быстрое лечение)

# **ГИПЕРНАТРИЕМИЯ**

# **ГИПОВОЛЕМИЯ**

**По сути есть и дефицит общего содержания воды в организме и натрия, с преобладающим дефицитом воды.**

**Клиника может быть маловыражена, гипоперфузия развивается при потере >10 % массы тела, симптоматика со стороны ЦНС несколько раньше: Беспокойство, возбудимость или летаргия, жажда.**

**Лабораторно: концентрированный  $\text{Ht}$ ,  $\text{Hb}$ .**

# ГИПЕРНАТРИЕМИЯ ГИПОВОЛЕМИЯ

**Причины:** потери гипотонической жидкости – ожоги, гастроэнтериты, осмодиурез (применение маннитола).

**Из-за риска развития отека головного мозга восстановление натриемии занимает не менее 48 часов**

**(снижение натриемии до 145 ммоль/л не должно превышать 0,5–1,0 ммоль/л Na<sup>+</sup> в час).**

**Для расчета дефицита «свободной» воды можно воспользоваться формулой:**

**Дефицит воды, мл = (Na<sup>+</sup>больного – 145) ×  
× m больного (кг) × 4 мл.**

**Дефицит жидкости (л) = МТ здоров. – МТ 6-го**

# НЕСАХАРНЫЙ ДИАБЕТ

**Центральный:** состояние дефицита АДГ (травма, рост опухоли, кровоизлияния, гибель клеток гипофиза в результате отека мозга).

**Нефрогенный:** АДГ достаточно, но рецепторы почек нечувствительны к нему.

**врожденный** (рвота, полиурия, запоры, фебрильная температура – периодически без иных причин.

**приобретенный** (хронические заболевания почек, электролитные расстройства – гипоK<sup>+</sup>, гиперCa<sup>++</sup>, лекарств препараты – литий, демеклоциклин)

# НЕСАХАРНЫЙ ДИАБЕТ

**Клиника:**

**Полиурия вплоть до развития гипотензии.**

**Моча неконцентрированная.**

**гипернатриемия**

# НЕСАХАРНЫЙ ДИАБЕТ

## Лечение:

При наличии умеренно-тяжелого НСД предпочтительно начать с инфузионной терапии (диурез до 5 мл/кг/ч) сбалансированным изотоническим раствором в объеме потерь

Применение гипотонических растворов не приводит к нормализации осмолярности, вызывает прогрессирование отека мозга.

В более тяжелых ситуациях – применение препаратов вазопрессина ( в РБ – Десмопрессин, Минирин)

Доза для в/в вазопрессина - 0.5 - 10 mU/kg/h.

Уровень Na плазмы более 165 ммоль/л ассоциируется с плохой выживаемостью.

# **ГИПЕРНАТРИЕМИЯ**

## **НОРМОВОЛЕМИЯ**

**Умеренный избыток общего содержания натрия в организме без отеков.**

**Причины: дефицит поступления свободной воды.**

**нетяжелый несахарный диабет**

**повышенные неощутимые потери.**

**Лечение: устранение причин, возмещение дефицита свободной воды, сбалансированная инфузия**

# **ГИПЕРНАТРИЕМИЯ ГИПЕРВОЛЕМИЯ**

**Причины: -ятрогения!**

**-недостаточность почечной функции при  
изотонической инфузии.**

**Лечение: сбалансированная инфузия, поддержание  
диуреза.**

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ.**



# КАЛЬЦИЙ

**Ацидоз уменьшает связывание Са и повышает содержание Са<sup>++</sup> (ионизированный)**

**Алкалоз по той же причине снижает уровень Са<sup>++</sup>**