

Северный Государственный Медицинский Университет  
Кафедра Анестезиологии и Реаниматологии

Доклад на тему:

«Нарушения водно-электролитного гомеостаза у  
пациентов с поражением головного мозга»



Докладчик:

студент VI курса Лечебного факультета 6 группы

Николаев. В. Ю

Руководитель: зав. РСЦ, к.м.н Саскин. В. А

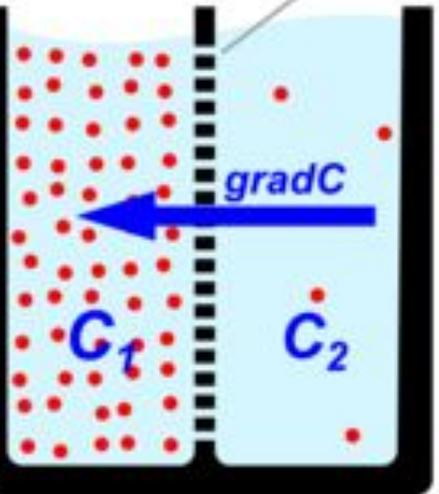
Чем же так особенен головной мозг?

# Актуальность

- ◇ Водно-электролитные нарушения (ВЭН) являются частым спутником поражений головного мозга
- ◇ Рост частоты встречаемости поражений головного мозга различного характера:
  - ◇ ДТП, кататравмы
  - ◇ Тяжелые ЧМТ
  - ◇ Субарахноидальные кровоизлияния (САК)
  - ◇ ОНМК по ишемическому и геморрагическому типов
  - ◇ Опухоли головного мозга (особенно гормон-продуцирующие либо расположенные вблизи гормон-продуцирующих структур)

Но, для начала, нам придется вернуться к курсу физиологии и гистологии

полупроницаемая мембрана



$C$  - концентрация

$C_1 > C_2$

$gradC$  - градиент концентрации

- ◇ В организме существует понятие полупроницаемая мембрана т. е некий барьер, разделяющие среды организма :
- ◇ Внеклеточная жидкость (14л) – внутрисосудистый сектор ( плазма- 3 л) и интерстициальная жидкость (-11л) – в голове это ликвор
- ◇ Внутриклеточный сектор 24 л
- ◇ Этой мембраной служит клеточная стенка
- ◇ Без этой мембраны немислимо поддержание процессов гомеостаза в организме – барьерная функция, транспорт, перенос электролитов, воды, механическая и т.д

Водные секторы	Сокращение	Процент от массы тела	
		у мужчин	у женщин
Общая жидкость тела	ОбщЖ	60	54
Внутриклеточная жидкость	ВнуКЖ	40	36
Внеклеточная жидкость	ВнеКЖ	20	18
Интерстициальная жидкость	ИнЖ	15	14
Плазматическая жидкость	ПЖ	4-5	3,5-4
Объем циркулирующей крови	ОЦК	7	6,5

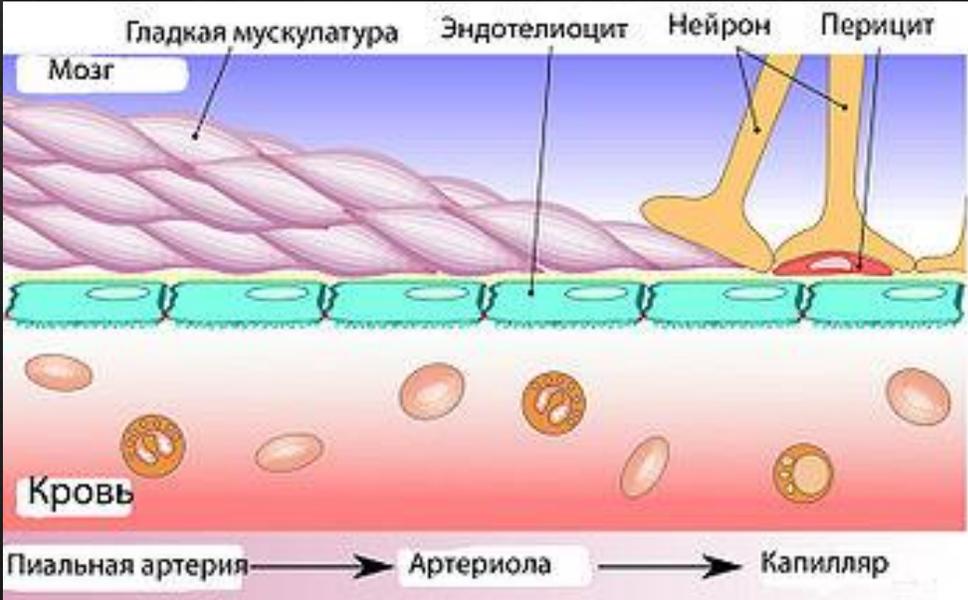
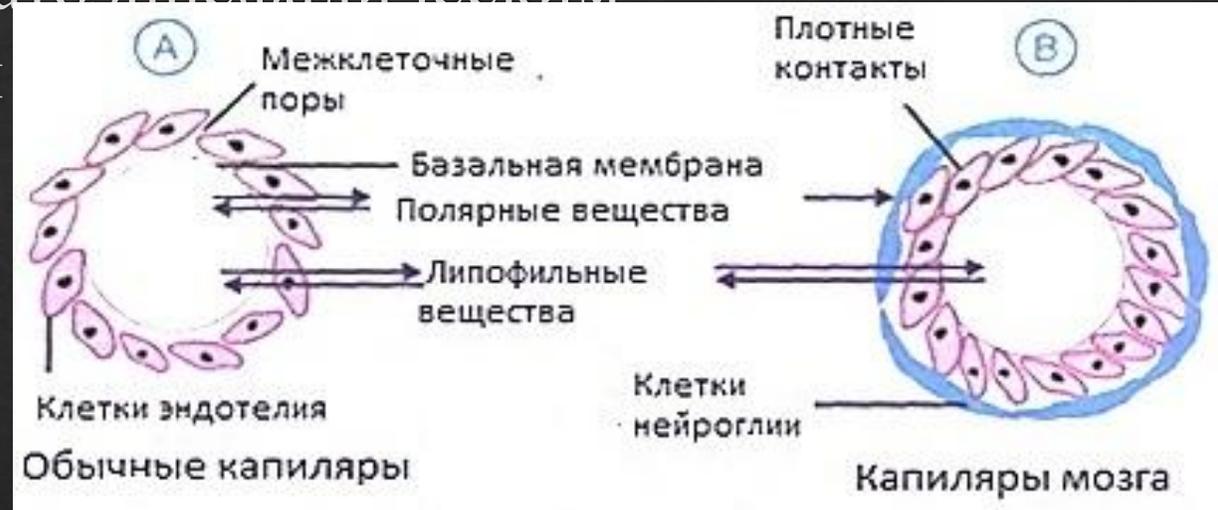
Ведущий внутрисосудистый ион — Na (135-145 мосм/л)

Ведущий внутриклеточный ион — K (3.5 — 5.5 мосм/л)

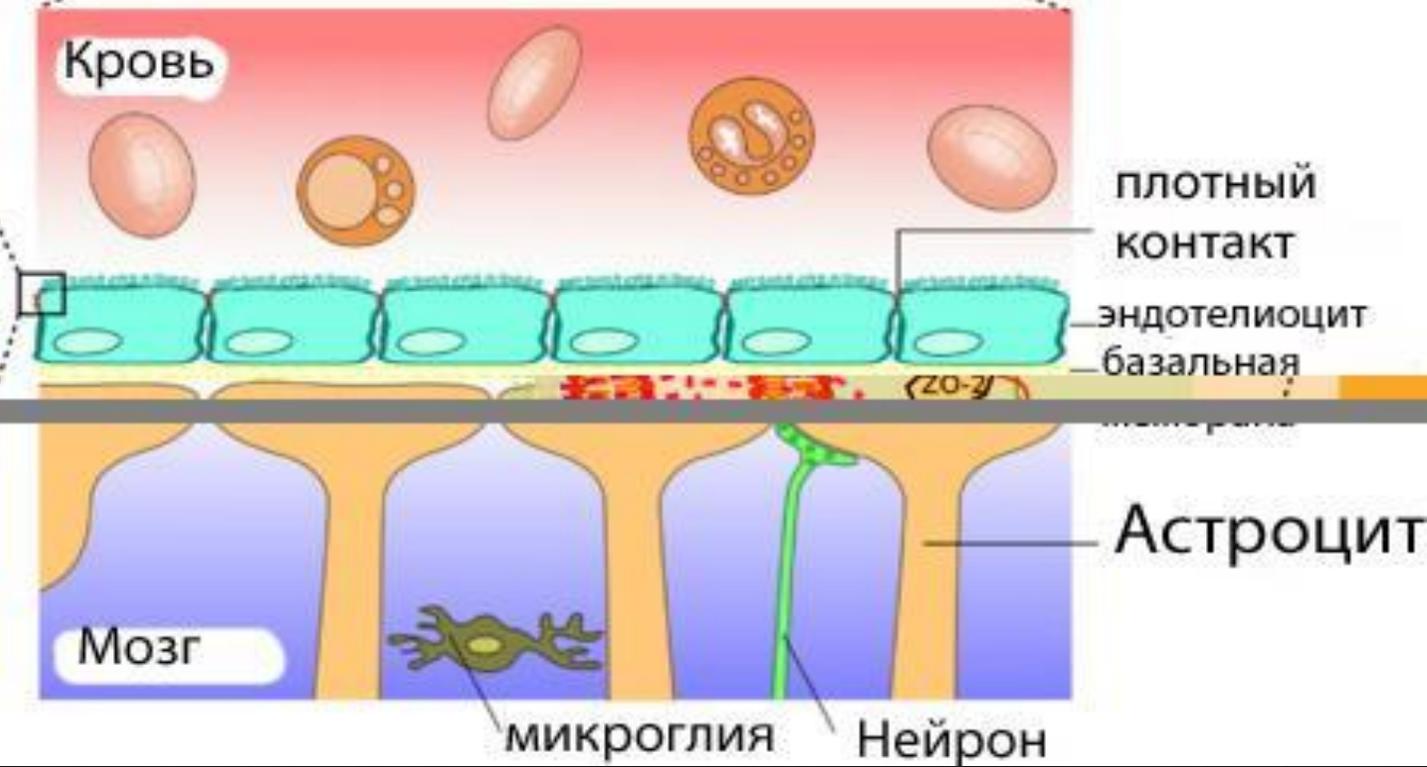
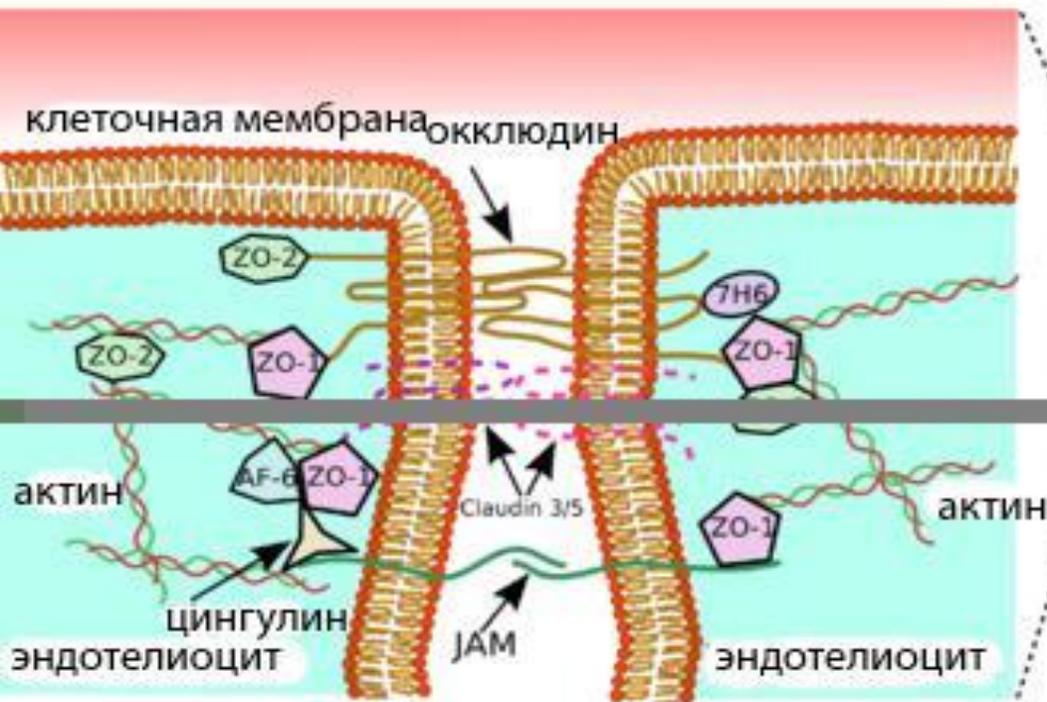
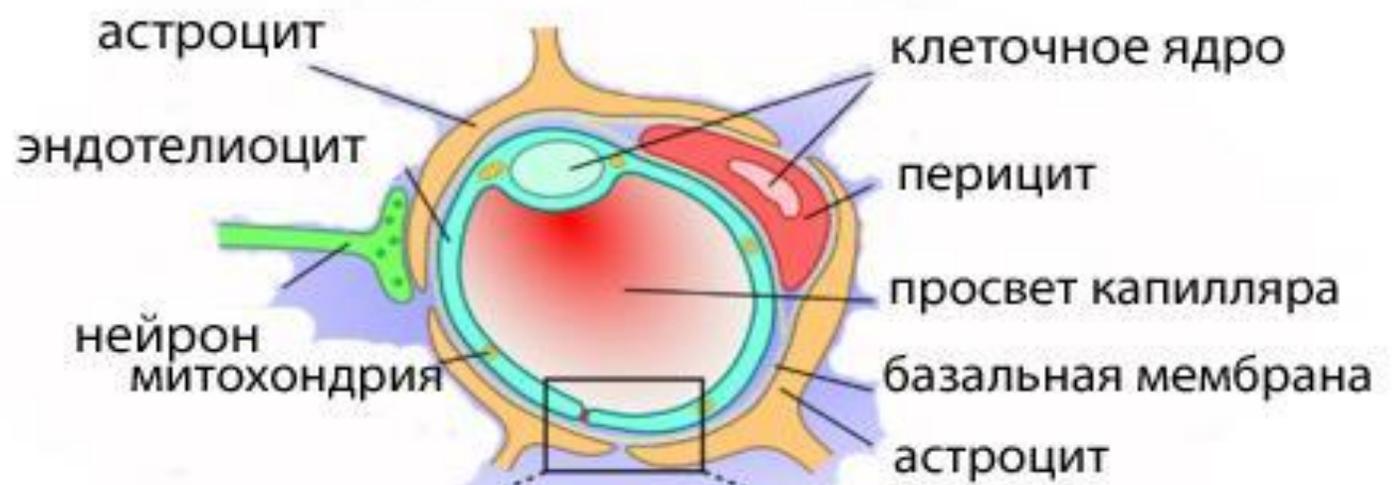
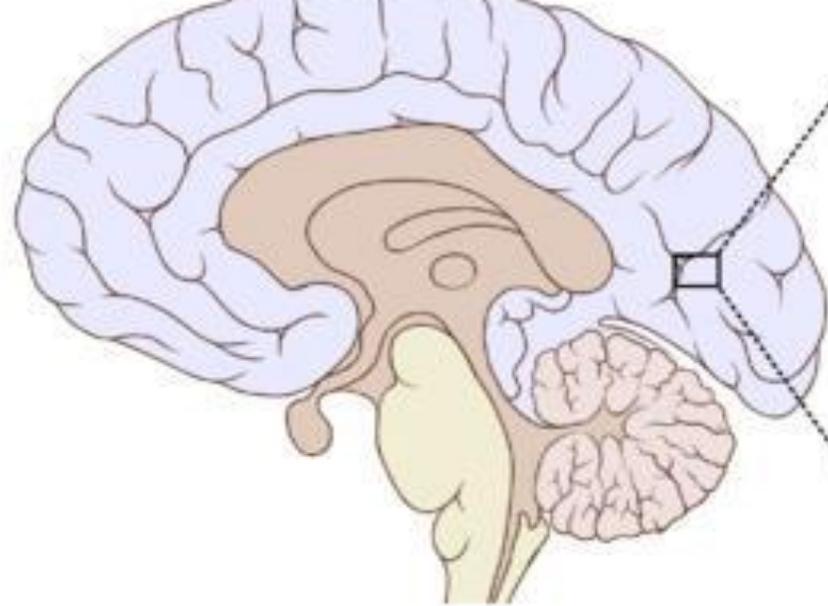
При чем здесь головной мозг?

Потому что мозг обладает

гематоэнцефалическим барьером



- ◆ ГЭБ состоит из:
- ◆ Эндотелиальных клеток капилляров с плотными контактами
- ◆ Перицитов, окружающих эндотелиальные клетки (1 на 2-4 эндотелиальных)
- ◆ Астроцитов (охватывают своими отростками мозговые капилляры, т.е. контакт сомы нейрона и эндотелия)
- ◆ ГЭБ не функционирует как обычная полупроницаемая мембрана в других органах, иначе это может оказаться смертельно опасно!



В норме через ГЭБ нет свободной диффузии кроме:

Воды

Мочевина

Спирт

Кислорода

Углекислого  
газа

На не проходит  
через ГЭБ!!!

И Больше  
ничего!

## Водно-электролитные нарушения и синдромы

## Повреждения головного мозга бывают:

### Первичные

Возникают при непосредственном повреждении области головного мозга (оперативное вмешательство, травма, прораствание опухоли)

### Вторичные

Связанны с повреждением, опосредованно связанные через первичные (отек мозга, осмотическое повреждение, закупорка ликворных дренажей сгустками крови)

1) Существует 2 типа фатального повреждения клеток при нарушении осмолярности:

-сморщивание

-набухание

2) Выделяют 2 состояния:

-гипонатриемия

- гипернатриемия

(Важно: острая и хроническая)

3) Существует

- отек мозга

- осмотический демиелинизирующий синдром (включает понтинный миелолиз и экстрапонтинный миелолиз)

4) А также:

-Центральный несахарный диабет

-Церебральный сольтеряющий синдром

-Синдром неадекватной секреции вазопрессина

# Соотношения волемии и уровня Na

## Уровни волемии

	Гиповолемия	Нормоволемия	Гиперволемия
Волемия			
Уровень Na			
Na > 145	Гиповолемия Na>145	Нормоволемия Na>145	Гиперволемия Na>145
Na 135-145	Гиповолемия Na- норма	Нормоволемия Na- норма	Гиперволемия Na - норма
Na <135	Гиповолемия Na<135	Нормоволемия Na <135	Гиперволемия Na<135

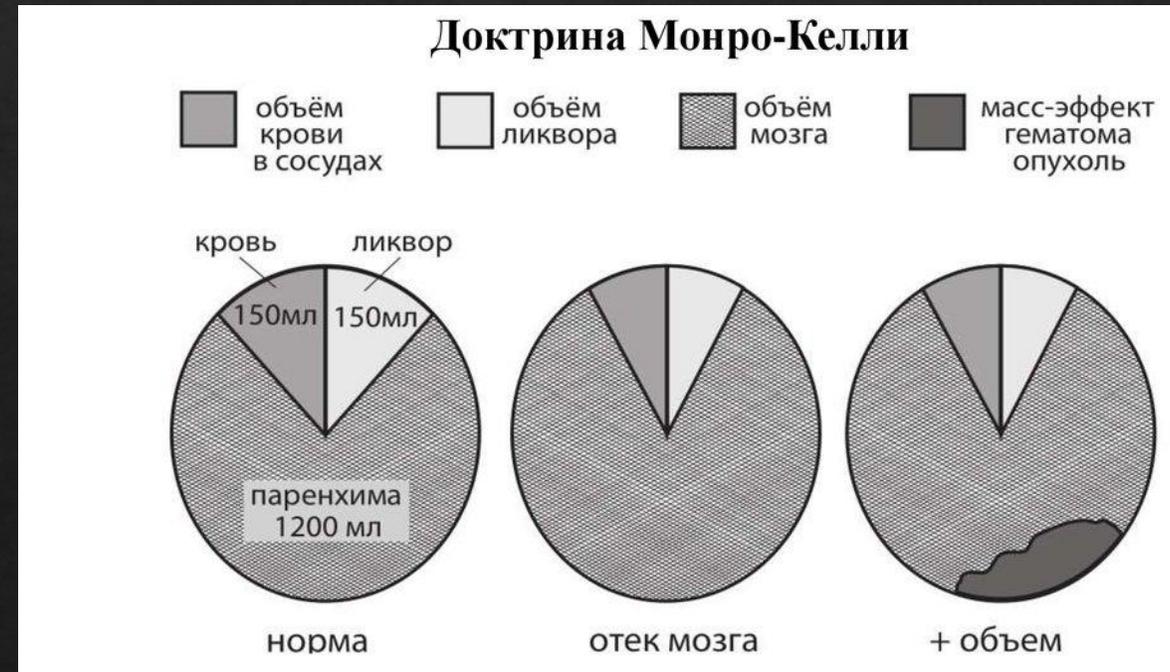
# Соотношения волемии и уровня Na

## Уровни волемии

	Гиповолемия	Нормоволемия	Гиперволемия
Волемия			
Уровень Na			
Na > 145	Гиповолемия Na>145	Нормоволемия Na>145	Гиперволемия Na>145
Na 135-145	Гиповолемия Na- норма	<u>Нормоволемия Na- норма</u>	Гиперволемия Na - норма
Na <135	Гиповолемия Na<135	Нормоволемия Na <135	Гиперволемия Na<135

# Отек мозга

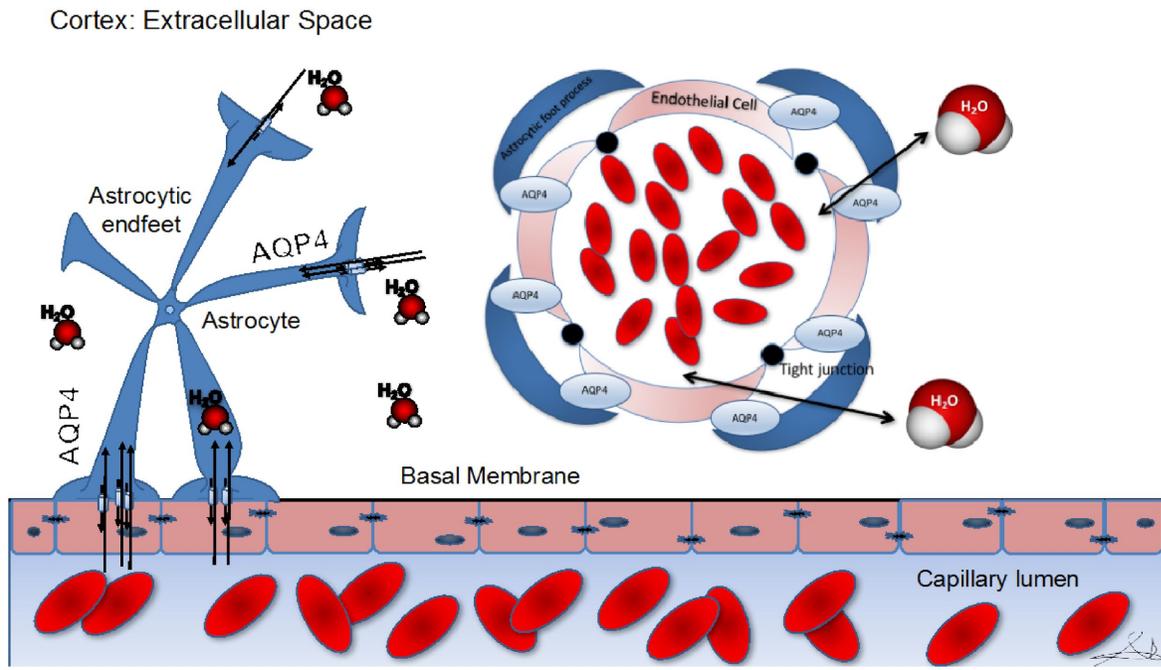
- ♦ Увеличение объема внесосудистой жидкости
- ♦ Выделяют вазогенный, цитотоксический, интерстициальный и осмотический
- ♦ Мозг существует в твердой, ригидной структуре – череп
- ♦ Мозг не может безопасно накапливать жидкость
- ♦ Триада Монро-Келли: ВЧД = мозг+кровь+ликвор
- ♦ ВЧД= 0 -10 мм рт. ст
- ♦ ПДМ= САД- ВЧД (N=70 мм рт.ст)





# Осмотический отек мозга

## AQPs and Brain Edema



- ◇ Возникает при разведении плазмы с формированием гипонатриемии
- ◇ Осмолярность ликвора и интерстициальной жидкости становится выше, чем в плазме
- ◇ По осмотическому градиенту вода переходит в интерстициальную жидкость
- ◇ Возникает при избыточном потреблении воды, синдроме неадекватной секреции вазопрессина, быстрой коррекции гиперосмолярной гипергликемии

# Гипонатриемия

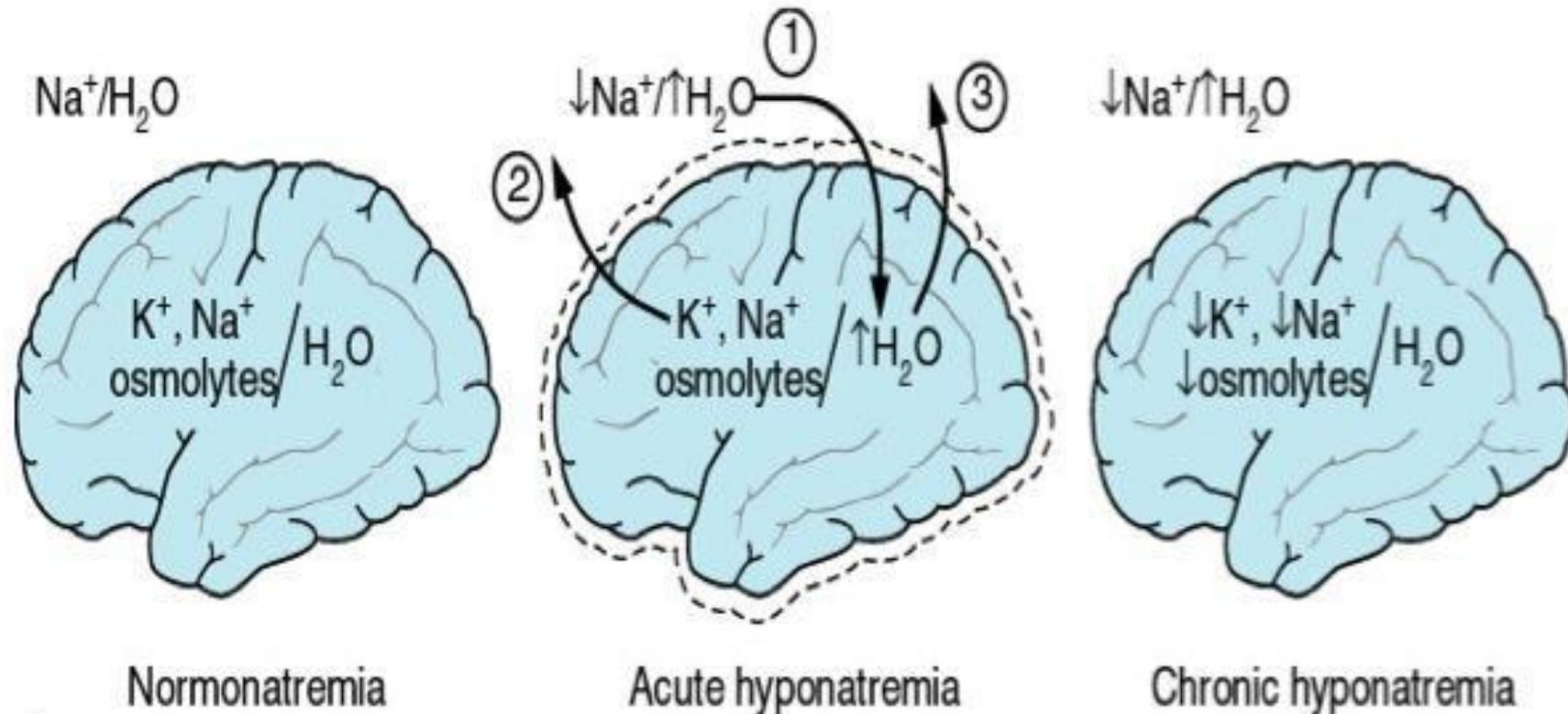
- ◇ Снижение концентрации Na в крови  $<135$  мосм/л
- ◇  $<125$  мосм/л – сопор,  $<120$  мосм/л – кома,  $<110$  мосм/л – смерть
- ◇ В результате нарушения процесса поляризации-деполяризации-реполяризации - угнетение сознания и судороги
- ◇ Встречается при **церебральном сольтеряющем синдроме, синдроме неадекватной секреции вазопрессина**
- ◇ Быстрое снижение концентрации Na создает осмотический градиент и вода устремляется в клетки - происходит «набухание» клетки, т.е угроза отека, а в дальнейшем дислокации и вклинения

- ♦ В условиях хронической гипонатриемии клетка мозга удаляет из себя органические осмолиты, приспособляясь, таким образом (чтобы они не «затягивали» воду в клетку)

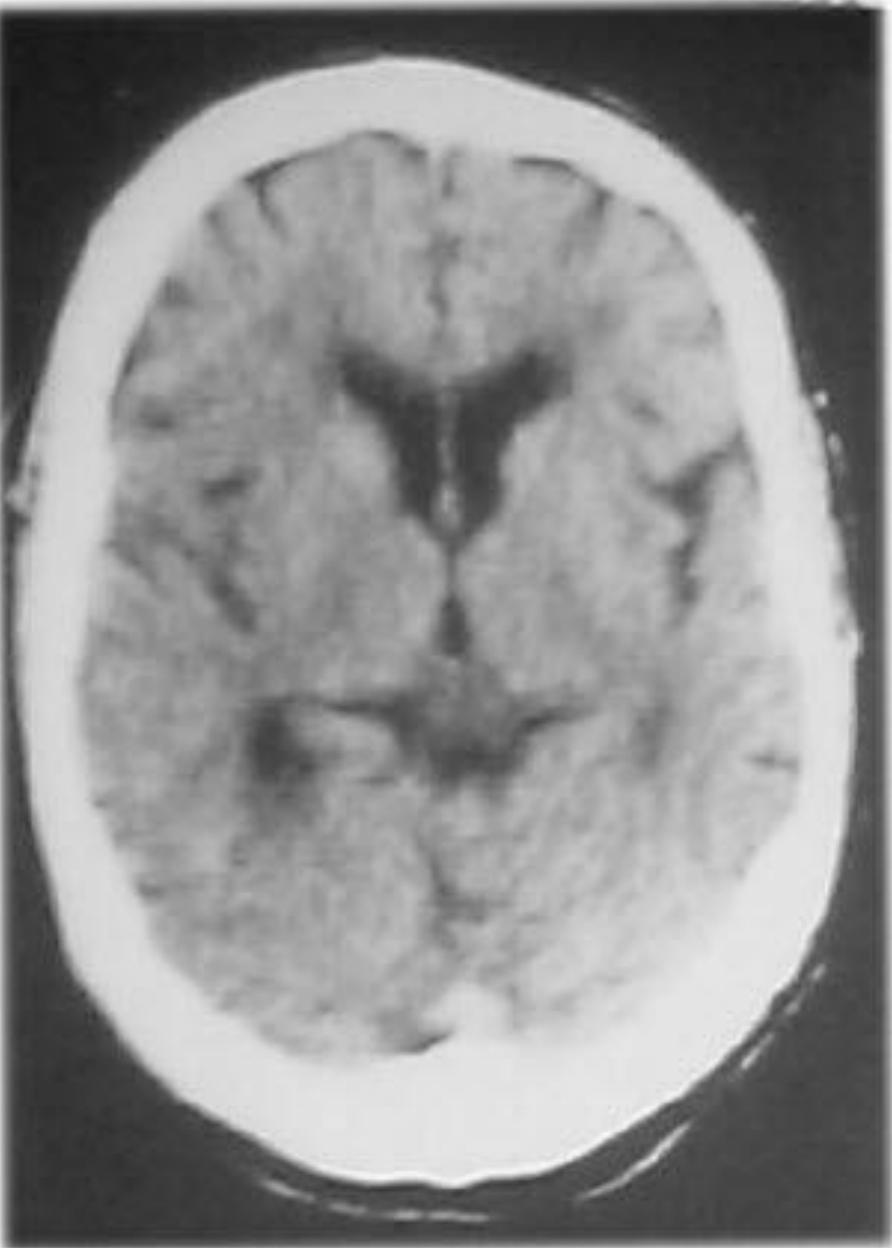
**NB!** Нельзя быстро корректировать хроническую гипонатриемию, это может привести к «сморщиванию» клеток и привести к развитию осмотического демиелинизирующего синдрома!!!

- ♦ Острую гипонатриемию (первые 24 часа) следует корректировать быстро – не быстрее чем 1 ммоль/час
- ♦ Хроническую гипонатриемию (более 24 часов) – не быстрее чем 8 ммоль/сутки

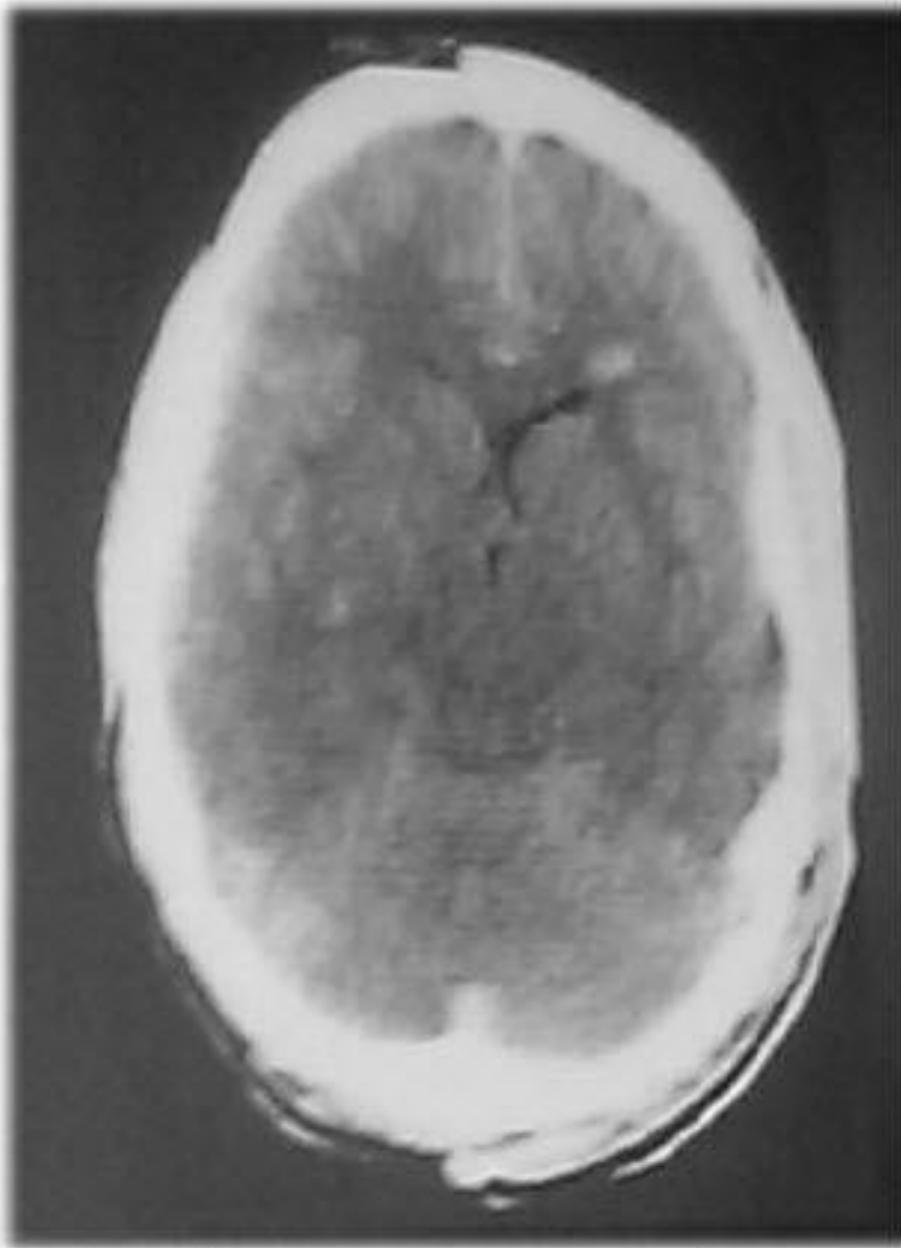
# Brain cell adaptation to acute and chronic hyponatremia



A



**Normal Brain**



**Hyponatremic Brain**

# Осмотический демиелинизирующий синдром

- ◇ Состояние, возникающее при повреждении мозга за счет осмотического градиента, приводящего к сморщиванию клеток, за счёт вытягивания воды из клеток
- ◇ Включает в себя понтинный миелолиз (больше накопленных данных) и экстрапонтинный миелолиз
- ◇ Возникает в результате быстрой коррекции хронической гипонатриемии
- ◇ Наиболее подвержены участки мозга со сложноорганизованными сетями (мост, мозжечок, коленчатые тела)
- ◇ Поражение в первую очередь основание моста, распространяясь к покрышке, затем распространяется кверху, редко к продолговатому мозгу

# Клиника

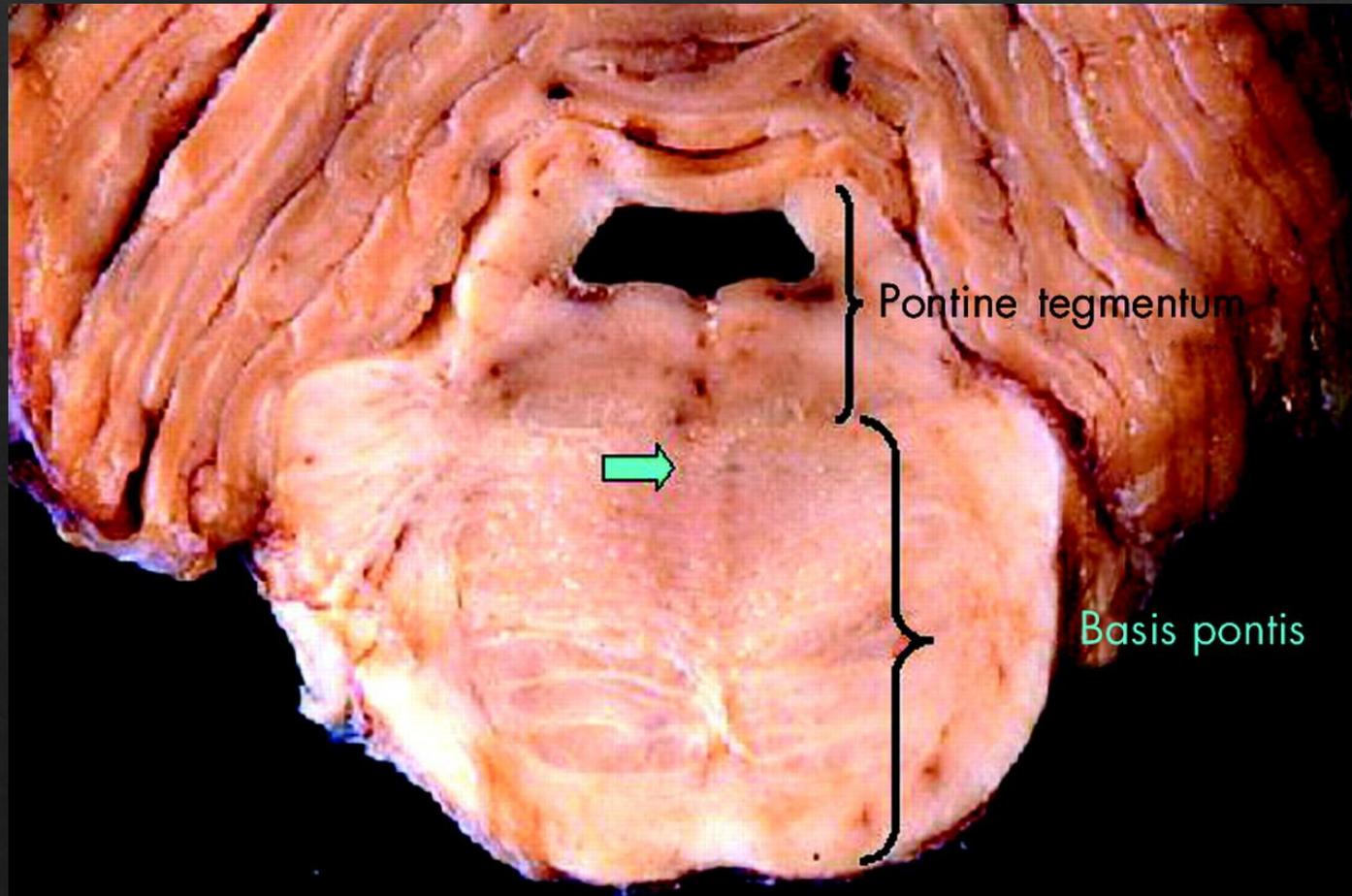
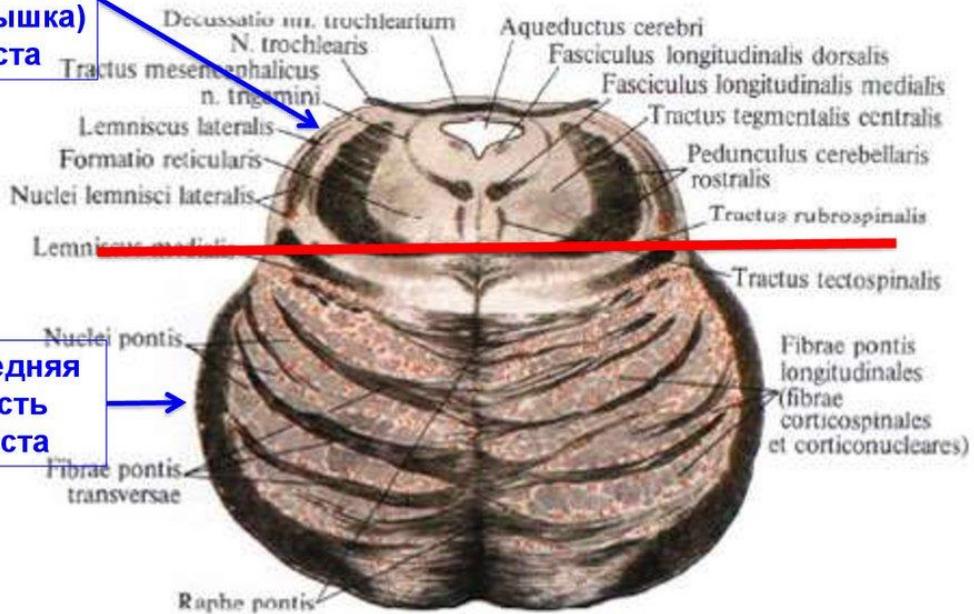
- ◇ Ввиду гипонатриемии отмечается вялость, слабость, сомнолентность
- ◇ После быстрой коррекции Na отмечается «светлый промежуток» - улучшается состояние, бодрость и активность пациента
- ◇ Через 48 часов нарастает стволовая и подкорковая симптоматика с угнетением сознания до комы
- ◇ Обнаруживается псевдобульбарный синдром (расстройство глотания), парез лицевой мускулатуры, тетрапарез
- ◇ При распространении поражения на покрышку выявляют нарушение конвергенции, нистагм, парез отводящего нерва, миоз

# Вид моста на разрезе

Мост, образования в плоскости разреза

Задняя часть моста (покрышка)

Передняя часть моста



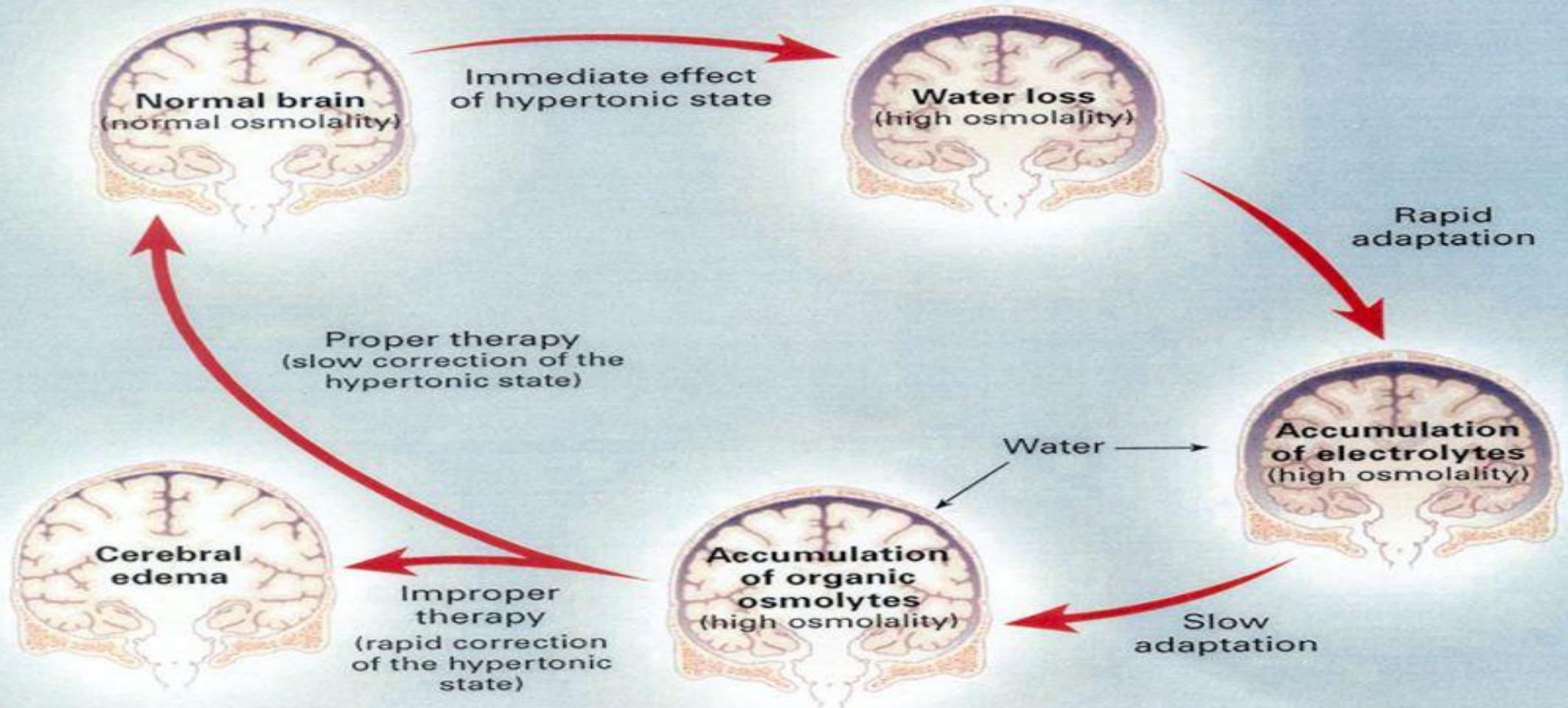


# Гипернатриемия

- ◆ Повышение концентрации Na  $>145$  мосм/л
- ◆  $>170$  - сопор,  $>180$  – кома и судороги,  $>200$  – смерть
- ◆ Встречается при центральном несахарном диабете, осложнение терапии маннитолом(осмотическими диуретиками), избыточном введении гипертонических растворов, обильное потоотделение, отсутствие в рационе пресной воды, обезвоживание
- ◆ Повышение осмолярности плазмы ведет к «сморщиванию» клеток, т.е развивается состояние гиперосмолярности
- ◆ Здесь клетка наоборот, будет синтезировать органические осмолиты, чтобы стабилизировать потоки воды

- ◆ Также важно установить, хроническое или острое состояние
- ◆ Если гиперосмолярность более суток, то клетка «приспосабливается» путем накопления органических осмолитов, т.е хроническая гипернатриемия
- ◆ В случае быстрой коррекции гиперосмолярности, существует угроза осмотического отека мозга, так как клетка попросту не успевает удалить из себя осмолиты
- ◆ Острую гипернатриемию (до суток) можно быстро коррегировать
- ◆ Скорость коррекции хронической гипернатриемии не более **8 ммоль/сутки**
- ◆ При острой не более **1 ммоль/час**
- ◆ При гиповолемии назначают гипоосмолярные растворы, но под контролем Na, чтобы не «уйти» в гипонатриемию
- ◆ **НЕЛЬЗЯ** использовать маннитол при гиперосмолярной гипергидратации!!

# Effects of Hypernatremia on the Brain and Adaptive Responses



# Центральный несахарный диабет

- ◆ Развивается при повреждении гипоталамо-гипофизарной системы и может быть следствием травмы, кровоизлияния, опухолевого процесса или инфекции
- ◆ Сопровождается полиурией (до 20 л в сутки или 300 мл/час), жаждой
- ◆ Моча низкой плотности
- ◆ Возникает в результате дефицита вазопрессина
- ◆ Характерна гипернатриемия
- ◆ Лечение проводится синтетическим АДГ (минерин или десмоперссин-спрей интраназально или интрабукально)

# Тактика коррекции

Гипернатриемия+гиповолемия

Синтетический АДГ

Гипоосмолярные растворы( дистиллированная вода или смесь 5% глюкозы с 0.9% NaCl в соотношении 1:1 – лучше, если перорально)

Гипернатриемия+нормоволемия

Тактика та же, но под строгим учетом выпитой воды (помнить об угрозе отека мозга)

Гипернатриемия+гиперволемия

Синтетический АДГ

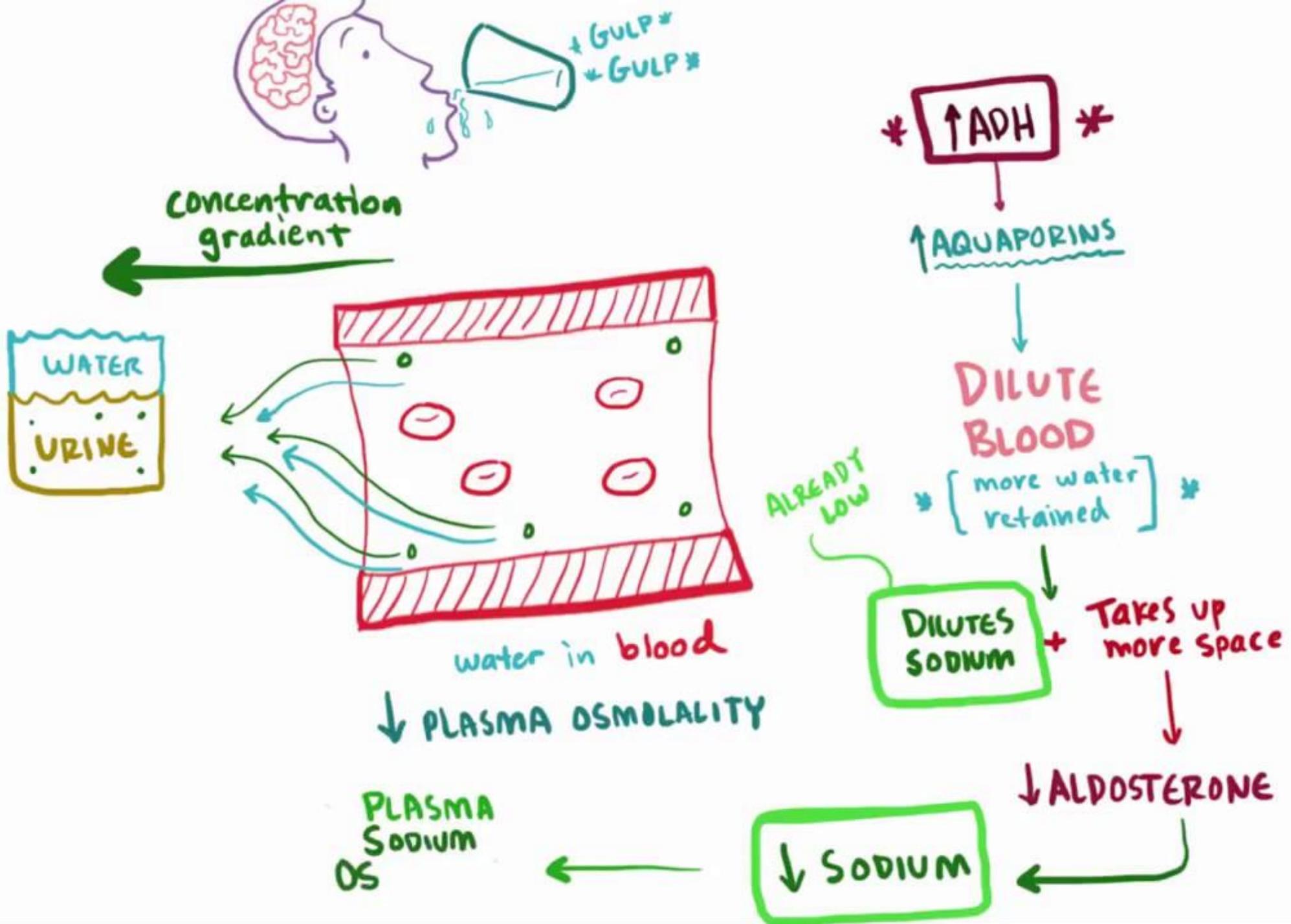
Ограничение выпитой жидкости

Введение ограниченного количества гипоосмолярных растворов и питательных смесей с пониженным содержанием соли

Калий-сберегающие диуретики (можно петлевые, но небольшие дозы)

# Церебральный сольтеряющий синдром (ЦСС)

- ◆ Этот диагноз дифференцируют с синдромом неадекватной секреции вазопрессина
- ◆ Возникает при оперативных вмешательствах (либо травмы, кровоизлияния) в области гипоталамо-гипофизарной системы
- ◆ Происходит повышение секреции натрийуретических пептидов, в результате чего почки удаляют избыточное количество воды и натрия
- ◆ Организм с периферических рецепторов регистрирует гиповолемию, в ответ усиливая секрецию вазопрессина
- ◆ Жажда усиливается, воды задерживается, натрий продолжает падать
- ◆ Формируется гиповолемическая гипонатриемия



# Синдром неадекватной секреции вазопрессина (СНСВ)

- ◆ Возникает при оперативных вмешательствах (либо травмы, кровоизлияния) в области гипоталамо-гипофизарной системы,
- ◆ Происходит неадекватное повышение уровня вазопрессина в крови
- ◆ Происходит задержка воды с формированием гиперволемии и со снижением уровня электролитов
- ◆ В ответ на гиперволемию усиливается секреция натрийуретических пептидов, что ведет к потере натрия с избытком воды
- ◆ Таким образом, формируется нормоволемическая гипонатриемия

# В чем схожи оба синдрома?

- ◆ Связь с внутричерепными повреждениями, операциями, кровоизлияниями
- ◆ Гипонатриемия
- ◆ Сохраненная функция почек, надпочечников, щитовидной железы
- ◆ Отсутствие отеков

# Отличительные черты

Церебральный сольтеряющий синдром (ЦСС)

Синдром неадекватной секреции вазопрессина (СНСВ)

Нормальное концентрирование мочи (в т.ч Na)

Повышение концентрации Na в моче

Высокий темп диуреза (до 5 л за несколько часов)

Внезапное снижение диуреза

Гиповолемия ( характерна жажда)

Характерна нормоволемия или умеренная гиперволемиа

Тенденция к гипотонии, учащению ЧСС, снижению ЦВД

Тенденция к гипертонии

Важно!!!

Следует **четко** разграничивать и дифференцировать эти состояния, т.к коррекция их отличается

При ЦСС – восстановить гиповолемию и гипонатриемию растворами натрия и воды, когда одно питье может привести к острой гипонатриемии

При СНСВ – нужно поднимать натрий, ограничивая воду, потому что... что?

Восполнение в.т.ч водой также может привести с одной стороны хотя и к коррекции Na, но также и к гиперволемии и все равно возникнет гипонатриемия

Особенности нарушения ВЭН при некоторых других патологических состояниях  
головного мозга

# Субарахноидальное кровоизлияние (САК)

- ◆ При этом состоянии чаще наблюдаются 2 состояния:
  - Несахарный диабет (т.е гипернатриемия) - редко
  - Синдром неадекватной секреции вазопрессина- чаще
- ◆ Гипернатриемия возникает в результате повреждения 2-х пар гипоталамуса (супраопические и паравентрикулярных), т.к они вырабатывают вазопрессин
- ◆ Причина – разрыв аневризм в области гипоталамуса
- ◆ Возникает резкий вазоспазм, ишемия гипоталамуса, что ведет к резкому снижению выработки вазопрессина

- ◆ Гипонатриемия возникает в результате повышенной выработки вазопрессина
- ◆ Чаще с САК 3-4 балла по Хант-Хесс
- ◆ Причина – раздражающее воздействие патологических процессов вблизи гипоталамуса
- ◆ Происходит падение натрия крови с клиникой гипонатриемии – судороги, угнетение сознания
- ◆ Гипонатриемия и вазоспазм приводит к троекратному риску ишемии мозга
- ◆ Причиной гипонатриемии может быть и раздражение кровью диэнцефальных структур, что приводит к усилению секреции натрийуретических пептидов

# Пациенты с тяжелой ЧМТ

- ◆ Может развиваться центральный несахарный диабет, так и синдром неадекватной секреции вазопрессина
- ◆ Причины
  - Нарушение взаимосвязи корковых структур, ствола мозга, гипоталамо-гипофизарных структур
  - Непосредственное поражение гипоталамо-гипофизарной системы
  - Повышение ВЧГ (воздействие на гипоталамо-гипофизарную систему)
  - Острая сердечно-сосудистая недостаточность
  - Последствие выброса катехоламинов и цитокинов (IL 6,8), системная воспалительная реакция

С  
П  
А  
С  
И  
Б  
О  
  
ЗА



В  
Н  
И  
М  
А  
Н  
И  
Е