

# ***Гипонатриемия физической нагрузки***

выполнила студентка  
7 курса ЛФ 104 группы  
Труханова Д.И.

# О чем речь?



## ГФН

- падение концентрации  $\text{Na}^+$  в плазме или сыворотке крови ниже **135** ммоль/л, возникающее во время или в течение **24** часов после длительной физической нагрузки.

# ГФН: когда ожидать?

- при индивидуальных занятиях
- во время организованных спортивных соревнований на выносливость
- часто - в условиях ограниченной медицинской помощи



# Зарегистрированные случаи ГФН

Потеря Na+

Избыток жидкости

Соревнования на ультра-дистанциях:

Велоспорт  
Бег **38%**  
**23%** Триатлон Ironman

• Соревнования на выносливость:

Пеший туризм **16%**  
Бег

Велоспорт  
Плавание  
Каноинг  
Триатлон



Командные виды:

Другие: Американский футбол  
Йога Рэгби  
Тяжелая атлетика Гребля  
Военная подготовка  
Полицейские учения

Потеря Na+ с относ. дилуцией

Избыток жидкости с ее аномальной задержкой

NB! многие лица с бес/симптомной ГФН не попадают в официальные отчеты

# Факторы риска

- прием избыточного объема жидкости
- продолжительные нагрузки на выносливость более 4 часов
- низкий или высокий ИМТ
- ЛС (НПВС, СИОЗС) ???



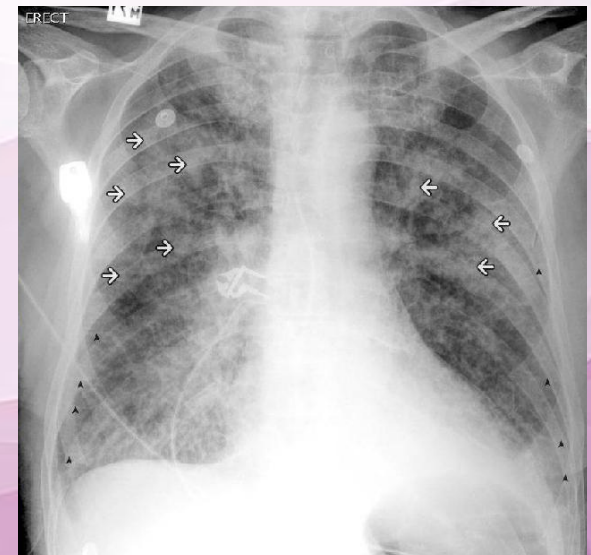
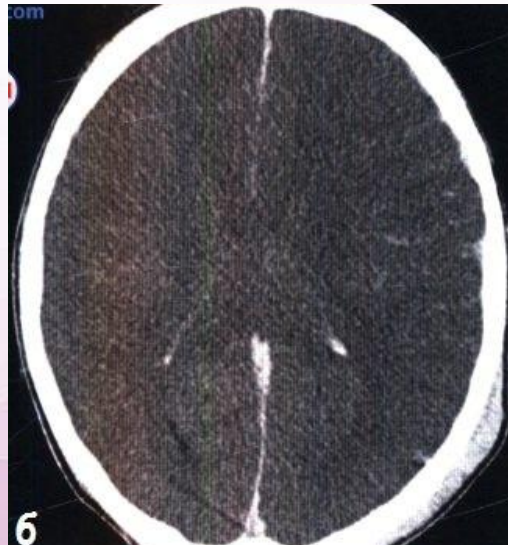
# ГФН

Бессимптомная

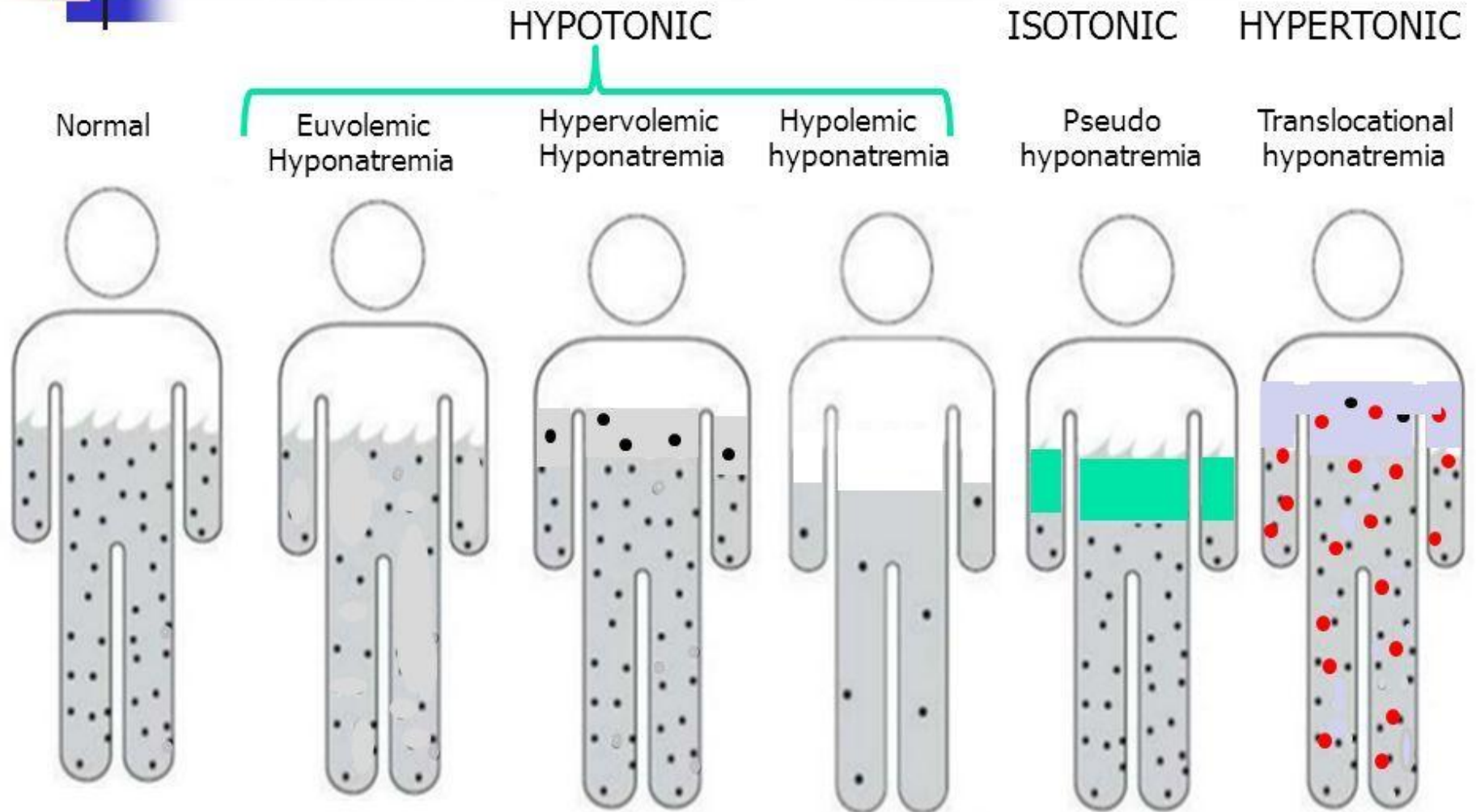
Изменения в пробе  
крови  
(до 51% в скрининге)

Симптомная

Клинические  
проявления  
(тяжелая: ОМ, ОЛ)



# Types of hyponatremia



# ГФН

Гиперволемическая  
(>полидипсия)

Гиповолемическая  
(>потери Na)

Эuvoлемическая

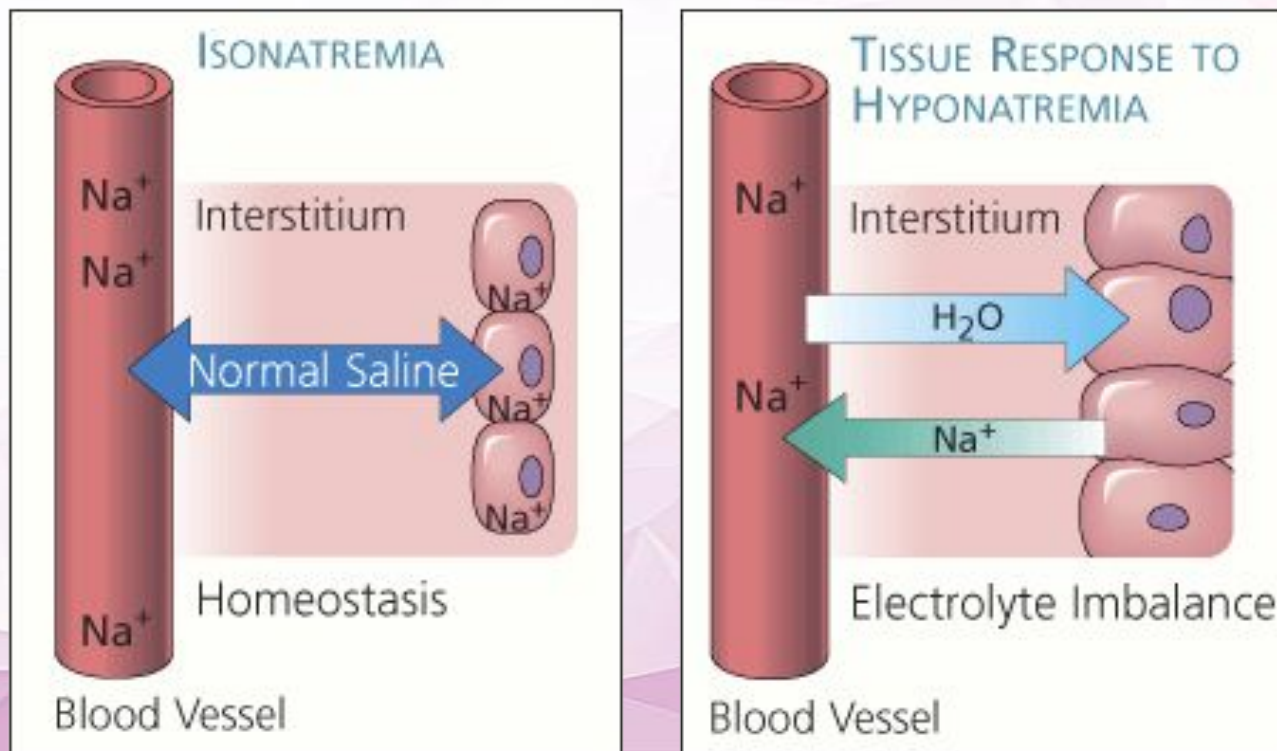
↑ массы тела, ↓ азота  
мочевины, Na мочи  
>30ммоль/л, слабый ответ  
на введение изотоников

↓ массы тела, ↑ азота  
мочевины, Na мочи  
<30ммоль/л, быстрый  
ответ на введение  
изотоников



# Патогенез ГФН

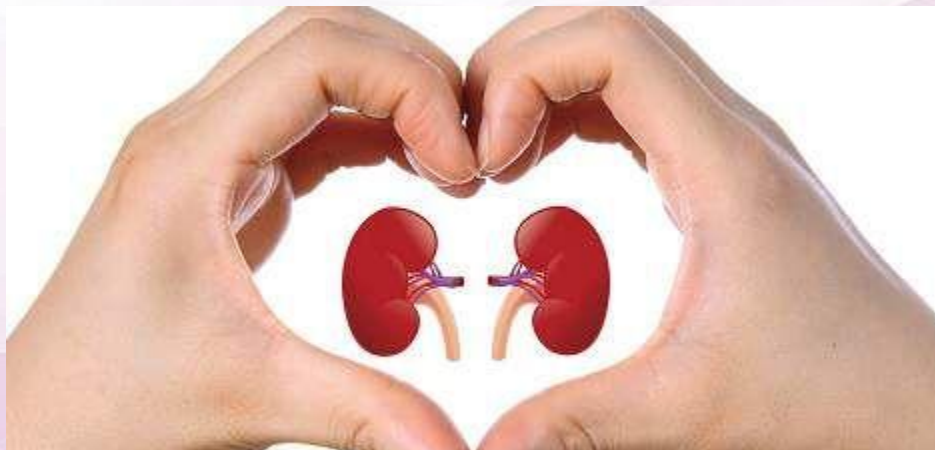
- избыточное потребление жидкости
- нарушение экскреции воды с мочой за счет постоянной секреции АДГ
- другие факторы



# Мочевыделение: норма

Н функция почек + обычное питание  $\square$   
500-1000 мл/ч

+ потоотделение + неощутимые потери  
жидкости  $\square$  1000-1500 мл/ч  
(до момента задержки жидкости и гипоNaемии разведения)



# Избыточное потребление жидкости

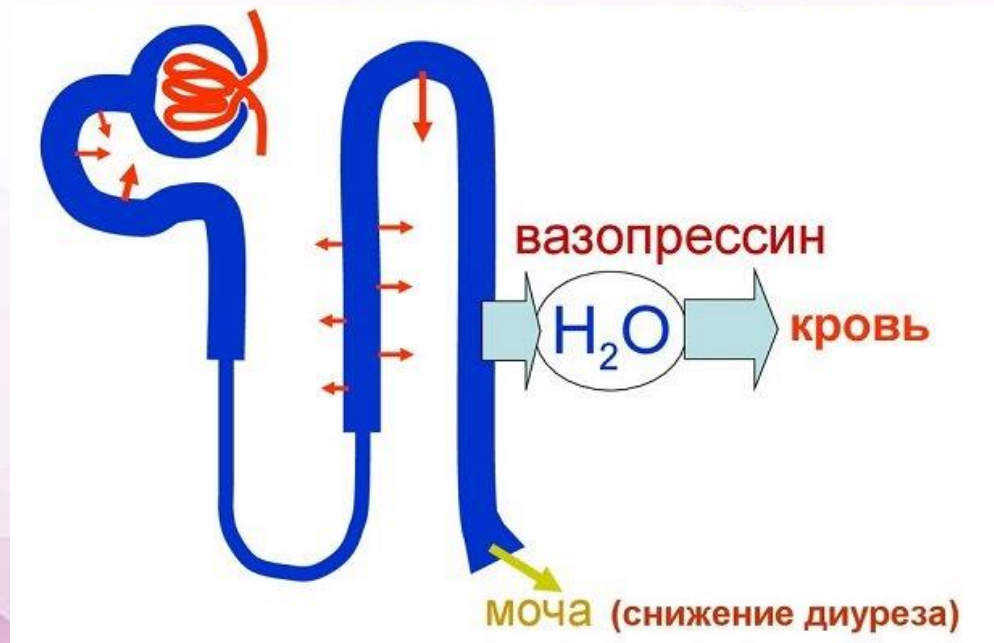
Является необходимым условием развития ГФН, но его одного недостаточно, за исключением ситуаций, при которых потребление воды является чрезмерно высоким (>1500 мл/ч)



# АДГ: норма

«АДГ = задержка жидкости»

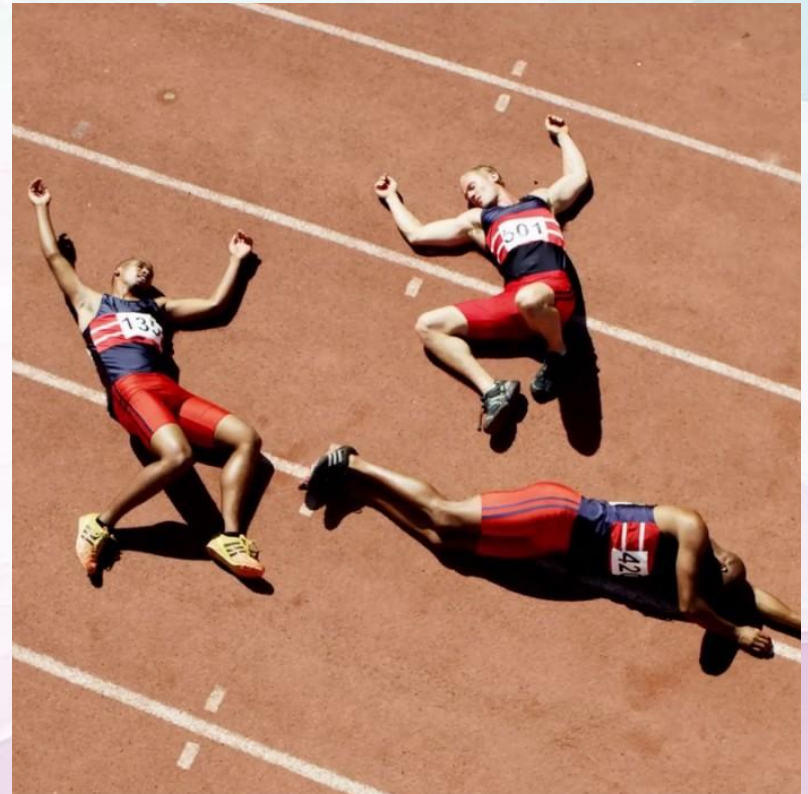
Употребление больших количеств воды подавляет выработку АДГ, приводя к образованию разведенной мочи в большом объеме (осмоляльность  $\downarrow$  50 мосм/кг, скорость выведения 500-1000 мл/час)



# И еще про АДГ...

Пусковые факторы  
секреции АДГ во время  
длительных нагрузок на  
выносливость:

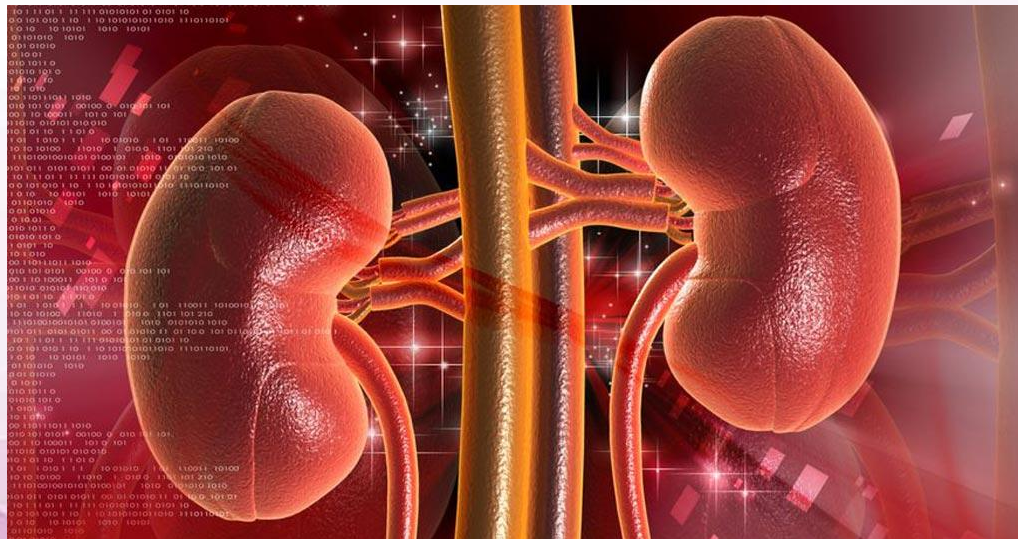
- тяжелая нагрузка
- тошнота/рвота
- гипогликемия
- стрессовые реакции  
(боль, эмоциональная  
нагрузка)



# АДГ: патология

Если выработка АДГ не подавляется, способность к образованию разведенной мочи значительно падает, и «жидкость задерживается»

(сохранение активности АДГ на небольшом уровне может приводить к поддержанию осмоляльности плазмы на уровне 150 мосм/л и снижению экскреции жидкости на 2/3)



# АДГ: патология

Оказывается...

многие легкоатлеты с ГФН в анамнезе имеют субмаксимальную супрессию активности АДГ и несоразмерно высокие показатели осмоляльности мочи и концентрации в ней Na

В итоге получаем  
**«предрасположенность»**  
к гипоNaемии разведения...



# Другие факторы ГФН

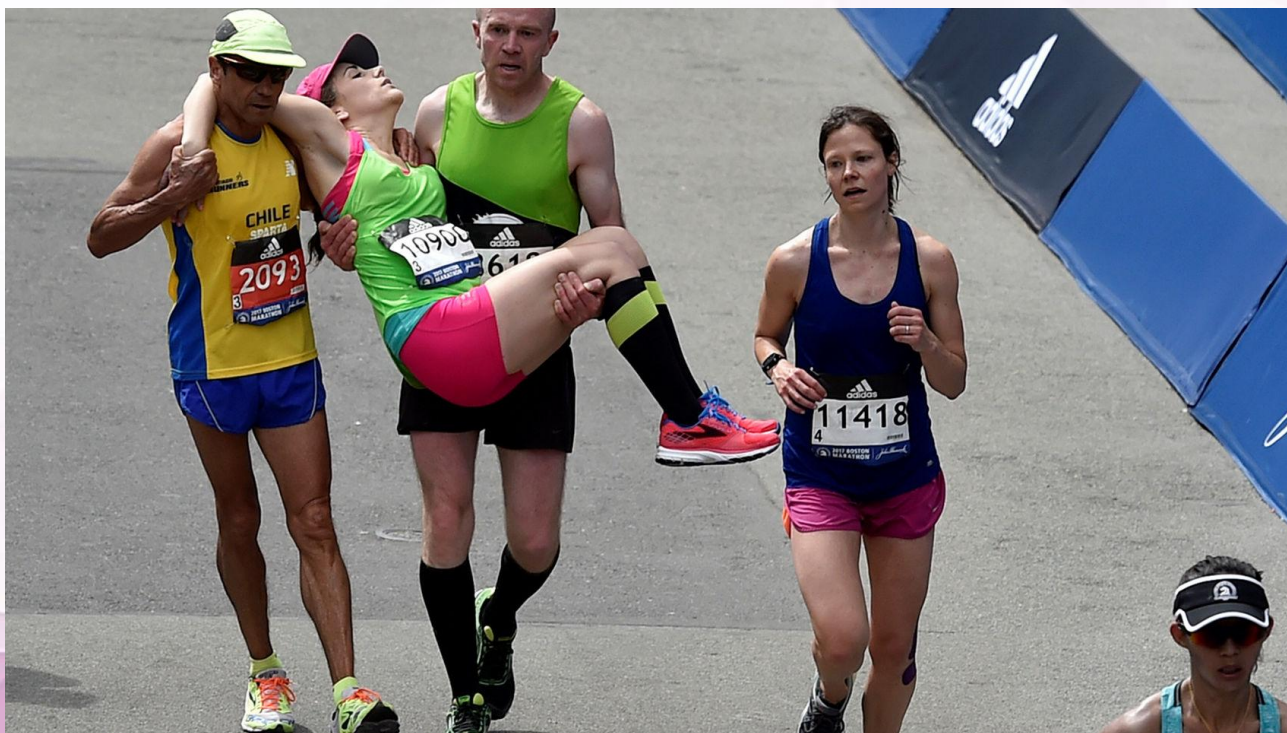
- Повышение уровня МНП (избыточная потеря Na с мочой)
- Нарушение высвобождение натрия из внутренних депо (~25% в костях)





# Другие факторы ГФН

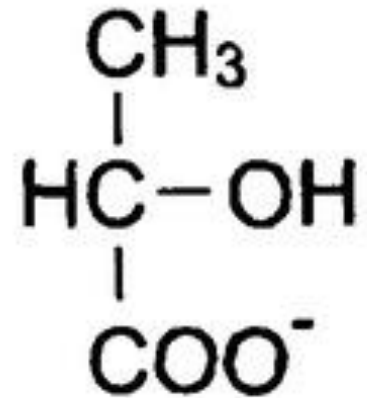
Абсорбция воды, скопившейся в ЖКТ к концу гонки является причиной острого падения концентрации сывороточного натрия (светлый промежуток ~30-60 мин)



# Другие факторы ГФН

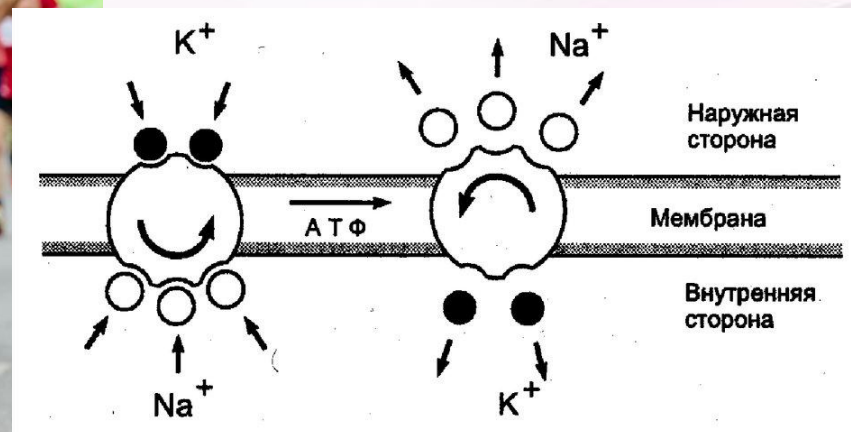
Образование лактата в процессе нагрузки увеличивает клеточную осмоляльность и приводят к перемещению воды в клетки.

Через 5 минут после прекращения нагрузки происходит обратный процесс, кратковременно понижая уровень сывороточного натрия.



# Другие факторы ГФН

- Гипокалиемиа приводит к гипонатриемии или обостряет ее.
- Потеря натрия с потом



# Другие факторы ГФН

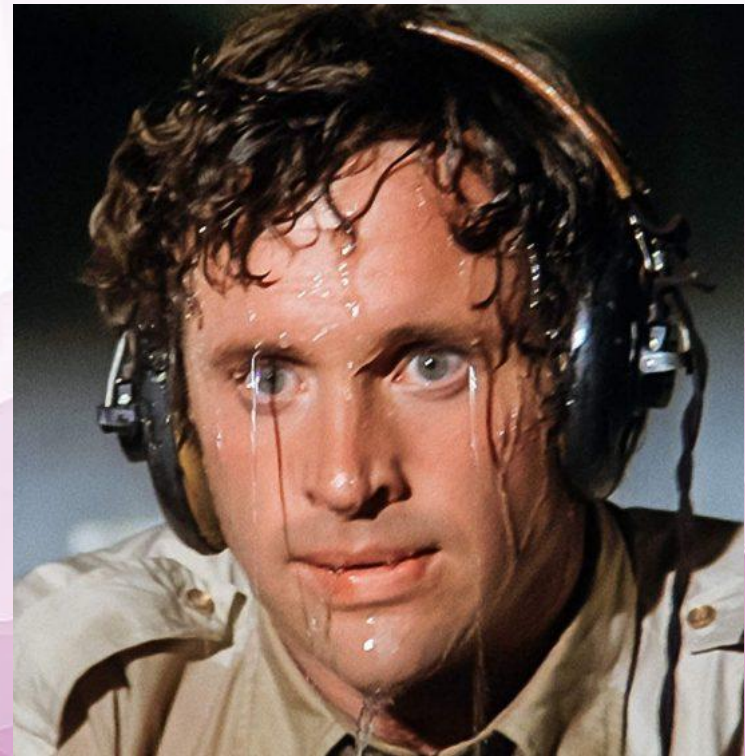
ДАНО:

Легкоатлеты имеют более низкий уровень содержания  $\text{Na}$  пота ( $\text{N}$  15-65 ммоль/л).

выделения гипотонического пота

увеличение  $\text{Na}$  крови

**И вроде бы все хорошо...**



# Другие факторы

НО

значительные потери жидкости с потом   
объемный дефицит  высвобождение АДГ   
снижение выделения воды с мочой  
+ потребление гипотоников = ГФН 😊



# Патофизиологический спектр ГФН

Потеря Na<sup>+</sup>

Избыток жидкости

## Na<sup>+</sup> пота

- Гипотонический (10-70 ммоль/л)
- Скорость выделения ~1л/ч
- Потери ↑ с ↑ терморегуляторной потребности
- Высокая t окр. среды
- Акклиматизация к высоким t
- Длительные упражнения

## Вторичные потери Na<sup>+</sup>

Гастроинтестинальные потери  
(Рвота/диарея)  
Диурез

Недост. восполнение потерь Na<sup>+</sup>  
Длительные упражнения в условиях высоких t



Гидратация, превышающая жажду  
и невозможность экскреции избытка

- Агрессивный маркетинг рынка напитков
- Недочеты в спортивных гайдлайнах

Ассоциированная с ФН  
неосмотическая секреция АДГ

- Тошнота/рвота
- Уменьшение V плазмы
- Высокая t
- Воспалительные медиаторы (IL-6)
- Эндокринные медиаторы (окситоцин, кортизол)

Потеря Na<sup>+</sup> с относ. дилуцией

Избыток жидкости с ее аномальной задержкой

# Профилактика ГФН

Участникам спортивных мероприятий следует сосредоточиться на ограничении избыточного приема жидкости во время физической нагрузки и пить по мере наступления жажды.



# Профилактика ГФН

Организаторы соревнований могут рассмотреть вопрос об ограничении доступности пунктов для питья (min 3 км друг от друга) на маршруте гонки.





# Профилактика ГФН

Избыточная натриевая поддержка не рекомендуется во время физической активности, не превышающей по длительности 18 часов.



# Профилактика ГФН

Проводить мониторинг  $m$  тела.

При выявлении увеличения массы в динамике при нагрузке, прием жидкости и солей следует ограничить, пока масса не вернется к значениям, соответствующим потерям на 2-4% от начального уровня.



# Профилактика ГФН

Медицинский персонал соревнований и СМП должен быть осведомлен в отношении профилактики, диагностики и лечения ГФН.



# Профилактика ГФН

**Потеря Na<sup>+</sup>**

**Избыток жидкости**

**Жаркая погода  
Ультра-дистанции  
и летние тренировки:**

Пить при чувстве жажды

Соленая пища по вкусу

Полная акклиматизация к высоким t

\*Все спортнапитки гипотоничны  
и не предотвращают ГФН  
при употреблении без жажды



**Все другие упражнения**  
(<18 ч, умеренный климат)

**Пить при жажде  
независимо от  
привлекательности  
напитков**

Избегать ув.веса во время упражн-й

Лимитировать водные станции  
на марафонах (>к/5км)  
и велозаездах (>к/20км)

**Потеря Na<sup>+</sup> с относ. диллюцией**

**Избыток жидкости с ее патол. задержкой**

# Дифдиагностика

- обезвоживание (!)
- тепловая травма
- острая высотная болезнь

(!) показано восполнение потерь жидкости гипотоническими и изотоническими растворами

НО при ГФН такая тактика может усилить симптоматику или ухудшить восстановление



**Таблица 2. Симптомы и признаки гипонатриемии физической нагрузки, тепловой травмы и высотной болезни**

| Симптомы и признаки          | ГФН      | Тепловая травма | ОГБ, ВОГМ или ВОЛ |
|------------------------------|----------|-----------------|-------------------|
| Слабость, усталость          | возможно | возможно        | вероятно          |
| Жажда                        | возможно | вероятно        | возможно          |
| Температура тела             |          |                 |                   |
| Повышение                    | возможно | присутствует    | отсутствует       |
| Сердечно-сосудистая система  |          |                 |                   |
| Тахикардия                   | возможно | вероятно        | возможно          |
| Ортостаз                     | возможно | вероятно        | возможно          |
| Нервная система              |          |                 |                   |
| Головная боль/головокружение | возможно | возможно        | присутствует      |
| Затуманенное зрение          | возможно | возможно        | возможно          |
| Оглушение/дезориентация      | возможно | возможно        | возможно          |
| Сопор                        | возможно | возможно        | возможно          |
| Судороги                     | возможно | возможно        | возможно          |
| Кома                         | возможно | возможно        | возможно          |
| Респираторный дистресс       | возможно | отсутствует     | возможно          |
| Выделение мочи               |          |                 |                   |
| Олигурия                     | возможно | вероятно        | возможно          |
| Диурез                       | возможно | отсутствует     | возможно          |

ГФН – гипонатриемия физической нагрузки; ОГБ – острая горная болезнь; ВОГМ – высотный отек головного мозга; ВОЛ – высотный отек легких.

# Дифдиагностика

«Руководители медицинских служб должны обеспечить доступность проведения анализа сывороточной концентрации натрия на местах»

Second International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference

## ОДНАКО

даже относительно крупные спортивные мероприятия не имеют возможностей для проведения анализов крови на местах.

# Лечение: 2 сценария

1. Диагноз ГФН поставлен по данным анализа крови на Na в пункте оказания помощи.
2. Анализ крови на содержание Na в пункте оказания помощи недоступен, диагноз ГФН носит предположительный характер.





# Лечение: оба сценария

## 1. Жидкости

Потребление гипо или изотонических растворов при известной или подозреваемой ГФН следует прекратить до тех пор, пока не возобновится мочевыделение.

Показания: гипотензия, нестабильное АД.



# Лечение: оба сценария

## 2. Кислородная поддержка

При наличии симптоматики со стороны дыхания следует проводить кислородную поддержку, если таковая доступна.



# Лечение: оба сценария

## 3. Должная преемственность оказания помощи

При передаче пациента принимающая бригада должна быть информирована о предварительном диагнозе ГФН и принципах инфузионной терапии.



*\*Бессимптомная ГФН обычно не выявляется до тех пор, пока не будут проведен анализ крови по каким-либо другим причинам. При наличии невыраженной симптоматики лечение может заключаться в ограничении приема жидкости или пероральном приеме гипертонических растворов (при нормальной переносимости) до восстановления мочеотделения.*

**Схема 2. Алгоритм лечения гипонатриемии физической нагрузки (ГФН) в полевых условиях.**

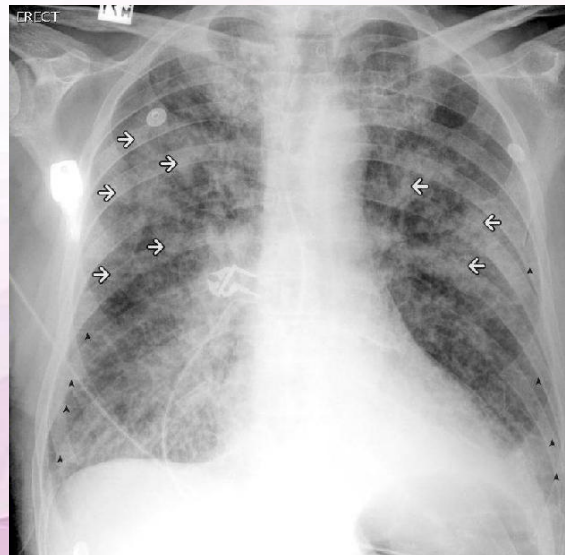
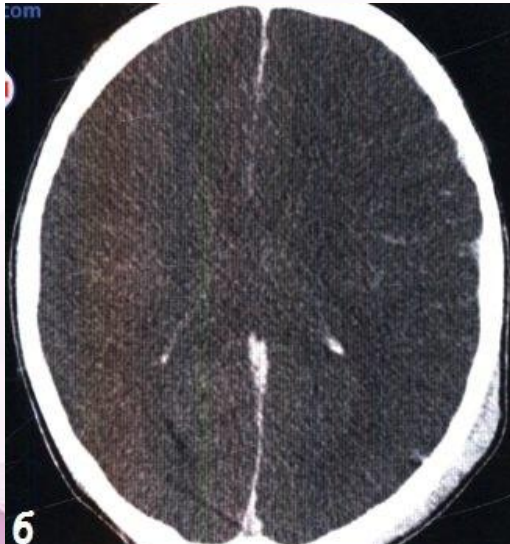
# Лечение: определение На доступно

1. Клиническое обследование  
Быстрый осмотр на предмет симптомов и признаков отека мозга или некардиогенного отека легких должно проводиться у всех пациентов с возможной ГФН.



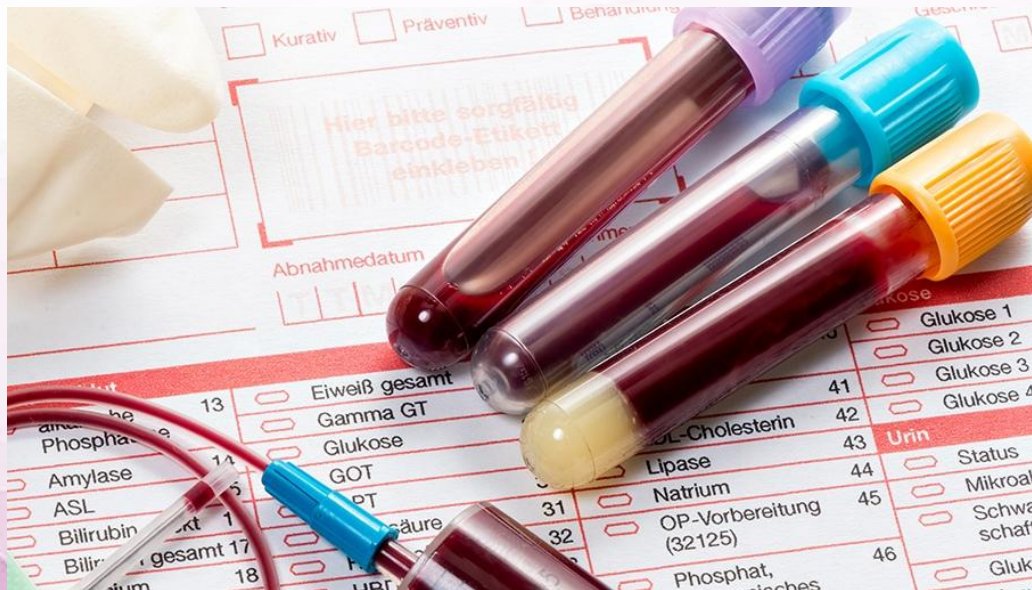
# Лечение: определение Na доступно

Появление признаков отека мозга или легких означает ургентную ситуацию, требующую оказания помощи в экстренном порядке.



# Лечение: определение Na доступно

В случаях, когда проведение анализа концентрации натрия на пункте оказания помощи доступно, измерение натрия крови должно быть проведено как можно раньше.



# Гипертонический солевой раствор

Цель:

купирование отека головного мозга и предотвращение / лечение жизнеугрожающих последствий ГФН.

Показания:

признаки значимого отека мозга, тяжелая гипонатриемия ( $<125$  ммоль/л)



# Гипертонический солевой раствор

- быстро повышает концентрацию натрия в плазме
- способствует оттоку воды из тканей
- уменьшает отек головного мозга
- 100 мл гипертонического солевого раствора содержат 51 ммоль натрия (прирост конц. на 1-2 ммоль/л)

# Гипертонический солевой раствор

После подъема уровня натрия на 4-5 ммоль/л дальнейшая нормализация уровня будет происходить за счет подавления неосмотической секреции АДГ и последующего выведения свободной воды с мочой.



# Лечение: определение Na доступно

Без неврологической  
симптоматики:

ограничить прием жидкости  
+соленые продукты,  
гипертонический раствор р/ос до  
появления мочи.

Наблюдение min 60 минут (всасывание  
воды из ЖКТ)



# Лечение: определение Na доступно

## Неврологическая симптоматика:

гипертонический раствор в/в

100 мл 3% NaCl болюсно, повторить через  
каждые 10 мин



# Симптомы и лечение ГФН

## Легкая

Г/кружение, предобморок, слабость, метеоризм, одутловатость, тошнота

## Умеренная

Головная боль, житация, тошнота/рвота, диспноэ, мышечные спазмы, потеря веса от исходного

## Тяжелая

Наруш. состояния сознания, розовая пенистая мокрота, судороги, кома, декортикац. ригидность

Ограничение жидкости

или

Гипертонический р-р per os

100 мл 3% NaCl  
(или гипертонический эквивалент в виде 4 бульонных кубиков на 125 мл воды)

до появления диуреза

100 мл 3% NaCl в/в\* болюсно

(или гиперт. эквивалент) повторить с 10 мин интервалами до клинического улучшения

\*Оральный гипертонический р-р, если допустимо

Экстренная помощь

100 мл 3% NaCl в/в болюсно

(или гиперт. эквивалент) до клин. улучшения

\*дозы могут быть увеличены\*

# Косвенные признаки ГФН

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Слабость, усталость          | ВОЗМОЖНО |
| Жажда                        | ВОЗМОЖНО |
| Температура тела             |          |
| Повышение                    | ВОЗМОЖНО |
| Сердечно-сосудистая система  |          |
| Тахикардия                   | ВОЗМОЖНО |
| Ортостаз                     | ВОЗМОЖНО |
| Нервная система              |          |
| Головная боль/головокружение | ВОЗМОЖНО |
| Затуманенное зрение          | ВОЗМОЖНО |
| Оглушение/дезориентация      | ВОЗМОЖНО |
| Сопор                        | ВОЗМОЖНО |
| Судороги                     | ВОЗМОЖНО |
| Кома                         | ВОЗМОЖНО |
| Респираторный дистресс       | ВОЗМОЖНО |
| Выделение мочи               |          |
| Олигурия                     | ВОЗМОЖНО |
| Диурез                       | ВОЗМОЖНО |

# Лечение: определение Na недоступно

## 1. Жидкости

Применение гипотонических и изотонических растворов при подозрении на ГФН должно быть ограничено (исключить: дегидратация, рабдомиолиз, ОПН).



# Лечение: определение Na недоступно

## 2. Гипертонический солевой раствор (см. ранее)

- Подозрение на ГФН с неврологическими нарушениями: болюсно.
- Подозрение на легкую форму ГФН: перорально.



# Лечение: определение Na недоступно

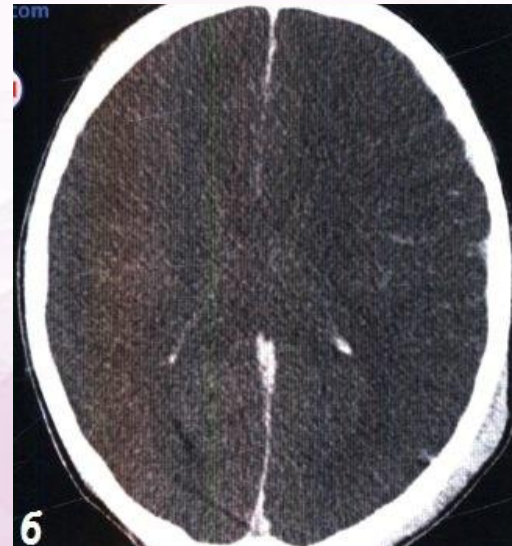
## 3. Экстренная транспортировка

Если определение сывороточного натрия недоступно, или проведение лечения гипертоническим солевым раствором невыполнимо.



# Неотложная помощь в стационаре

Уровень натрия и клиническая оценка на предмет признаков отека головного мозга - ключевые факторы.



# Обследование в стационаре

1. Быстрая оценка уровня натрия
2. Осмотр на предмет отека мозга (нарушения ментального статуса, кома, судороги) или легких (респир. дистресс)
3. Другие лаб исследования



# Лечение в стационаре

1. Ограничение приема жидкости  
(исключения: гиповолемия, рабдомиолиз, ОПН)
2. Гипертонический солевой раствор (100 мл 3% раствора болюсно, через к/10 мин)
3. Кислородная поддержка ( $Sa$  95%)



### Таблица 3. Общие принципы неотложного обследования и лечения ГФН в стационаре

#### Обследование

Быстрая оценка уровня натрия крови наиболее быстрым из доступных методов

Осмотр на предмет клинических признаков развивающегося отека мозга

Забор и сохранение проб (если это возможно) для последующего проведения анализов на осмоляльность сыворотки крови, а также содержание натрия и осмоляльность мочи

#### Лечение

Дополнительный кислород для поддержания кислородной сатурации выше 95%

Ограничение поступления жидкости (как в/в, так и перорально) до восстановления мочеотделения

Не использовать физиологический раствор до начала коррекции концентрации натрия крови

После этого – введение физиологического раствора может потребоваться при гиповолемическом шоке или с целью защиты почек при рабдомиолизе

При тяжелой ГФН (признаки отека мозга или сывороточный натрий < 125 ммоль/л) – в/в введение гипертонического солевого раствора болюсом 100 мл, повторить дважды через 10-минутные интервалы – с целью купирования отека мозга

Активная терапия с целью повышения уровня сывороточного натрия примерно на 4-5 ммоль/л или до купирования неврологических симптомов; дальнейшая коррекция будет происходить самостоятельно путем экскреции свободной воды с мочой

# Заключение: ГФН

- Имеет сложный патогенез и мультифакторную этиологию
- Приводит к тяжелым исходам
- Встречается на организованных соревнованиях, во время индивидуальных занятий, в условиях города и дикой природы



# Заключение: ГФН

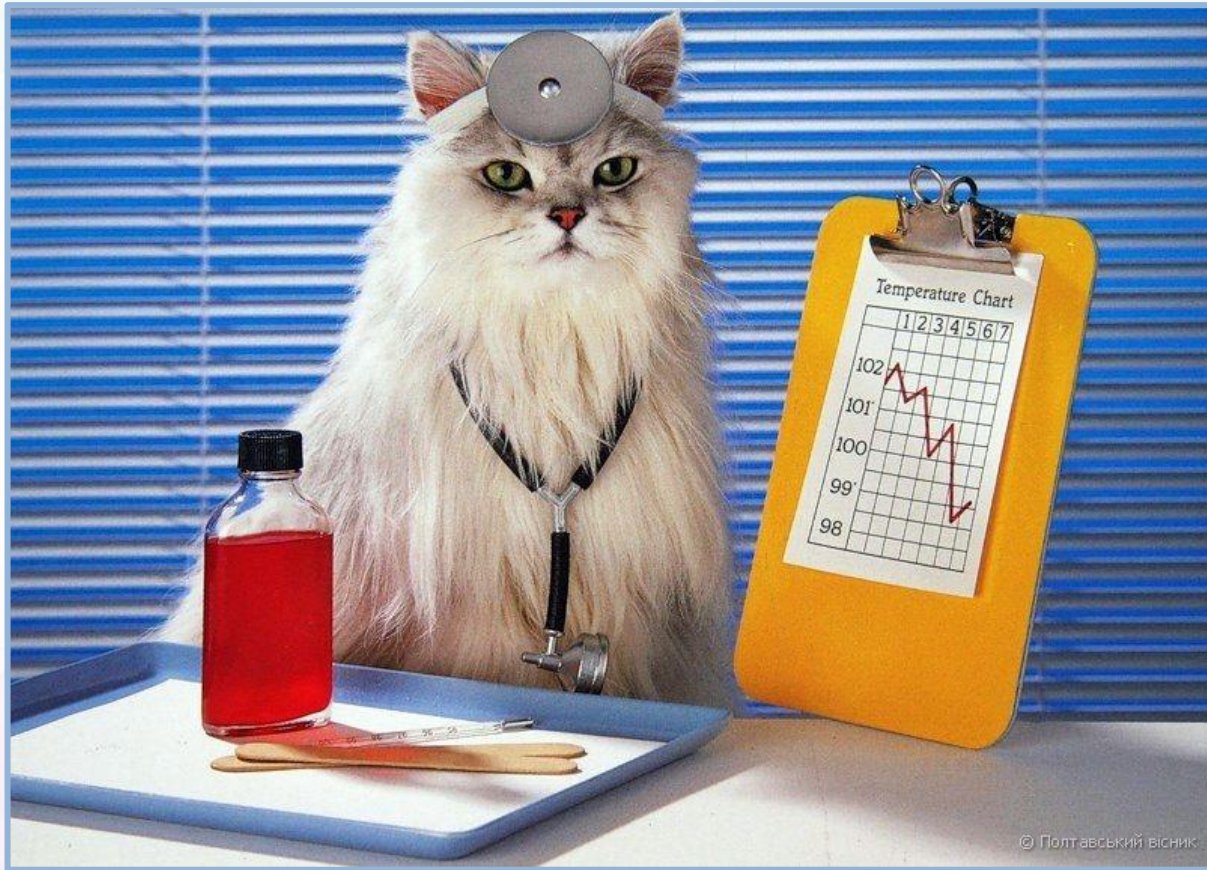
Общий подход включает в себя пить по мере потребности, избегать избыточного приема жидкости.

NB!

Назначение внутривенного вливания изотонического раствора может способствовать прогрессированию ГФН.



Спасибо за внимание 😊





# Список литературы

## 1. Практическое руководство общества экстремальной медицины (WMS) по лечению гипонатриемии физической нагрузки

Brad L. Bennett, PhD; Tamara Hew-Butler, DPM, PhD; Martin D. Hoffman, MD; Ian R. Rogers, MD; Mitchell H. Rosner, MD Wilderness & Environmental Medicine, Volume Volume 25, Issue 4, Supplement, Pages S30– S42, декабрь 2014г.

## 2. Гипонатриемия физической нагрузки

Tamara Hew-Butler Wayne State University, Detroit, MI, USA Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism. Focus on Hyponatremia. Front Horm Res. Basel, Karger, 2019, vol 52, pp 178–189 (DOI: 10.1159/000493247)