



Метаболізм калія

ГУ ДМА МОЗ України
Кафедра анестезіології та інтенсивної терапії
К.мед.н., доцент А.Г.Тютюнник
Днепр 2019

Содержание

- Физиология
- ЖКТ – клетки – почки
- Ежедневная потребность
- Причины развития и лечение гиперкалиемии
- Причины развития и лечение гипокалиемии
- Препараты, влияющие на содержание калия в плазме

Физиология

- K^+ - основной внутриклеточный катион. Внутриклеточная концентрация = 150 – 160 ммоль/л
- Концентрация во внеклеточной жидкости (плазма крови) = 3,5 – 5,0 ммоль/л
- Основная роль – участие в создании и поддержании потенциала действия клеточной мембраны. Содержание внеклеточного K^+ является основным фактором, определяющим работу нервной и мышечной систем (особенно сердечной).
- Концентрация внеклеточного K^+ регулируется, в основном, эндогенными механизмами.

Физиология

- Потребности в K^+ ~ 1ммоль/кг/сут (с пищей).
- Выделение K^+ ~ поступлению K^+ и на 90% осуществляется почками.
- Экскреция K^+ зависит от его концентрации во внутри- и внеклеточном пространстве, а также от КЩС.
- Концентрация внеклеточного K^+ снижается под действием альдостерона, инсулина, агонистов бета-рецепторов.
- Концентрация внеклеточного K^+ повышается под действием агонистов альфа-рецепторов.

Физиология



Внеклеточная жидкость

60-70ммоль К⁺

Физиология

Перемещению K^+ в клетку и как следствие **снижению плазменного K^+** способствуют:

- анаболические стероиды;
- инсулин;
- альдостерон;
- стимуляция бета2-адренорецепторов
- алкалоз (респираторный, метаболический)

Перемещению K^+ из клетки и как следствие **повышению плазменного K^+** способствуют:

- стимуляция альфа-адренорецепторов;
- гиперосмолярность;
- гиперхлоремический ацидоз.

Патофизиология

- **Гипокалиемия, гиперкалиемия**

Почки

- Если при наличии диуреза не назначить калий, разовьется гипокалиемия
- Почечные потери K^+ пропорциональны объему мочи
- Олиго/анурия приводит к повышению плазменного K^+
- Гиперкалиемия является ранним жизнеугрожающим признаком острого повреждения почек
- При остром повреждении почек изменения плазменного K^+ не коррелируют со степенью азотемии (ОПП с полиурией)

Патофизиология




ЖКТ

- ЖКТ – важный путь для потерь K^+
- При **диарее** в теряемой жидкости содержится **20-70 ммоль/л K^+**
- Значимые потери возникают при длительной диарее
- На плазменную концентрацию K^+ влияет его перемещение между внутри- и внеклеточным пространством. При повреждении клеток или Na/K насоса, K^+ высвобождается из клеток во внеклеточное пространство (**шок, реперфузионный синдром, рабдомиолиз**).
- При хронических нарушениях происходят схожие внутриклеточные изменения.
- Хроническая гипо- и гиперкалиемия сопровождаются скудной симптоматикой!
- Лечение следует проводить менее агрессивно, чем при острых нарушениях!

Гиперкалиемия

- Плазменный K^+ $>5,0$ (5,5) ммоль/л.
- Повышение **более 6,5ммоль/л** является потенциально **жизнеугрожающим состоянием** и требует экстренной коррекции (исключение новорожденные).
- Нарушение сердечного автоматизма, проводимости, возбудимости и сократимости.
- Нарушения происходят в поперечно-полосатой и гладкомышечной тканях.
- Если ввести в коронарные артерии – асистолия, кардиоплегия.
- ЭКГ признаки – высокие, заостренные положительные зубцы Т, уплощение и исчезновение зубца Р, расширение комплекса QRS, развитие синусоидальной волны, фибрилляция желудочков.

ЭКГ при гиперкалиемии

Serum potassium	Typical ECG appearance	Possible ECG abnormalities
Mild (5.5–6.5 mEq/L)		Peaked T waves Prolonged PR segment
Moderate (6.5–8.0 mEq/L)		Loss of P wave Prolonged QRS complex ST-segment elevation Ectopic beats and escape rhythms
Severe (>8.0 mEq/L)		Progressive widening of QRS complex Sine wave Ventricular fibrillation Asystole Axis deviations Bundle branch blocks Fascicular blocks

Признаки гиперкалиемии

- **ЭКГ-изменения**

Клинические симптомы (не специфичны и не постоянны):

- парестезии;
- мышечная слабость;
- снижение мышечного тонуса;
- покраснение кожи.

Лабораторная диагностика

- K^+ плазмы крови

N.B. Избегайте развития гемолиза в забранном образце крови!

Причины развития гиперкалиемии

- Олигоанурическая форма острого поражения почек
- Высвобождения внутриклеточного K^+ :
 - массивное повреждение тканей;
 - реперфузия ишемизированных тканей (тромбозы, реперфузия при ишемии конечностей и т.д.).
- Ятрогенные причины:
 - избыточное назначение K^+ ;
 - препараты, повышающие уровень K^+ в плазме.

Препараты, вызывающие гиперкалиемию

- **Калий сберегающие диуретики.** Спиринолактон
- **Ингибиторы АПФ** – снижают продукцию альдостерона
- Бета-блокаторы
- НПВС
- К⁺ пенициллин
- Триметоприм (бисептол)
- Передозировка дигоксином
- Сукцинилхолин

Лечение гиперкалиемии

При наличии жизнеугрожающей гиперкалиемии, лечение будет зависеть от наличия диуреза и тяжести изменений на ЭКГ:

- Немедленно **прекратить введение калия** (внутривенно, энтерально) и препаратов, повышающих уровень K^+
- **Стимуляция диуреза**: инфузионная терапия, петлевые диуретики, осмодиуретики, допамин, теофиллин.

Лечение гиперкалиемии

Цель лечения	Препарат	Доза	Замечания
Стабилизация мембраны кардиомиоцита	Кальция глюконат или кальция хлорид	1г в/в в течение нескольких мин. Повторить при необходимости.	Использовать при изменениях на ЭКГ. Осторожно при использовании дигоксина.
Трансмембранный перенос K ⁺	Инсулин (простой)	10Ед в/в или 0,1Ед/кг	Обычно вводится с 25-50гр глюкозы в/в
	Бета2-адренергические агонисты	Альбутерол 5-20мг ч/з небулайзер	Наблюдать за тахикардией
	Бикарбонат Na	50mEq/50мл в/в	Использование спорно вне развития тяжелого метаболического ацидоза. Болюсная доза очень гипертоничная, с большой натриевой нагрузкой.
Выведение из организма	Петлевые диуретики	Фуросемид 40-60мг в/в	Сочетать с изотоническим р-ром NaCl, если имеется эволемия или гиповолемия. Высоко эффективен при наличии чувствительности к диуретикам.
	Катион-обменные смолы	Полистерен сульфонат Na, 15гр энтерально/ректально, 1-4 раза в день	Использовать с осторожностью при илеусе/обструкции или дегидратации. Использование связано с риском некроза толстого кишечника. Убедиться в выведении смол из ЖКТ. Исследуется возможность применения других смол.

Гиперкалиемия

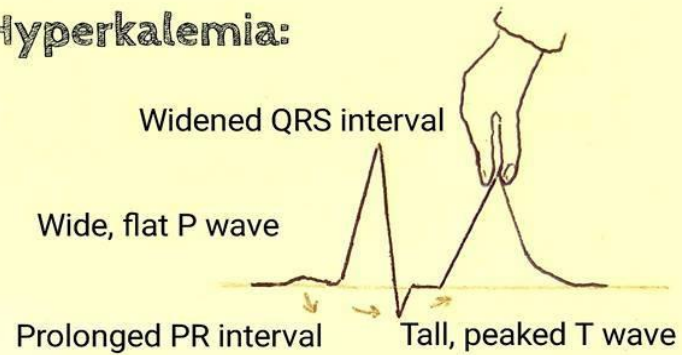
Наличие некурабельной олигурии с K^+ 6,5 ммоль/л является показанием для срочного гемодиализа!

Гипокалиемия

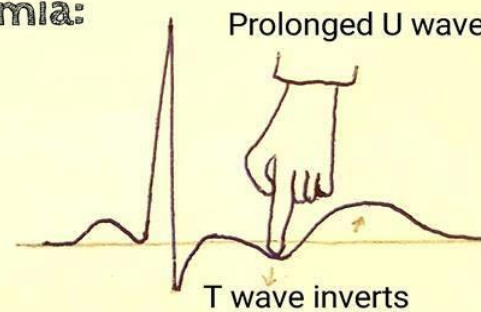
- **Плазменная концентрация K^+ - 3,5 (3,0) ммоль/л**
- Умеренная гипокалиемия 2,5 – 3,0 ммоль/л
- Тяжелая гипокалиемия - 2,5 ммоль/л
- Встречается более часто, чем гиперкалиемия
- Хроническая гипокалиемия переносится лучше (даже ниже 1,0 ммоль/л)
- Уплощенные Т-волны, высокие U-волны, депрессия ST сегмента, двухфазный Т
- **Тахикардия, экстрасистолия, фибрилляция желудочков**

ЭКГ при гипокалиемии

Hyperkalemia:



Hypokalemia:



" Pull and Push effects"

of Potassium on T wave of ECG

Гипокалиемия

- Развитие гипокалиемии особенно опасно у пациентов, получающих дигоксин, а также при наличии гипертрофических и ишемических изменений миокарда и отека легких.

НЕ:

- Назначать внутривенно Ca^{++} пациентам с гипокалиемией, принимающим дигоксин!
- Лечить тахикардию, вызванную гипокалиемией дигоксином!

Признаки гипокалиемии

- **Изменения на ЭКГ, нарушения ритма сердца**
- Атония гладкой мускулатуры ЖКТ и мочевыводящего тракта – паралитическая ф кишечная непроходимость, задержка мочи
- Снижение мышечной силы
- Астенизация, вялость

Причины развития гипокалиемии

- **Потери через ЖКТ:**

- диарея;

- рвота:

- в желудочном соке содержится небольшое количество K^+ - 10 ммоль/л;

- потеря кислот приводит к развитию метаболического алкалоза;

- гиповолемия приводит к развитию вторичного гиперальдостеронизма;

- повышение выделения K^+ с почками.

- фистулы

Причины развития гипокалиемии

- **Почечные потери:**
 - полиурия.
- Ятрогенные причины:
 - длительная (более 2 дней) инфузионная терапия без добавления K^+ ;
 - препараты, снижающие уровень K^+ в плазме.

Причины развития гипокалиемии

Перемещение K+ в клетку	Потери K+ с мочой	Потери K+ через ЖКТ	Из-за дефицита Mg
Инсулин Адреномиметики	Петлевые диуретики: <ul style="list-style-type: none">• фуросемид;• тиазид. Минералокортикоиды Глюкокортикоиды	Слабительные	Аминогликозиды Амфотерицин В

Причины гипокалиемии

- Потери через ЖКТ
- Почечные потери
- Ятрогенные причины
- Эндо- и экзогенный гиперкортицизм
- Первичный или вторичный гиперальдостеронизм
- Печеночная недостаточность
- Злоупотребление алкоголем:
комбинация недостаточного питания, рвоты и/или сопутствующий дефицит магния

Коррекция гипокалиемии

- Назначение калия
- Снижение потерь калия

Коррекция гипокалиемии

- Физиологическая потребность ~ **0,5 – 1,0 ммоль/кг/сут**
- На самом деле – количество, необходимое для поддержания нормального уровня K^+ в плазме
- Зависит от **скорости развития гипокалиемии**, наличия нарушений ритма сердца или изменений на ЭКГ
- **Хроническая гипокалиемия**, дефицит K^+ (например при недостаточном питании), обычно хорошо переносится и не требует быстрой коррекции, особенно при отсутствии нарушений ритма сердца!

Внутривенное назначение калия

- **Быстрое внутривенное болюсное введение 7,45% KCl** может вызвать транзиторную, но летальную гиперкалиемию
 - постоянная внутривенная инфузия
 - перфузоры
 - максимальная скорость: **10 – 20 (40) ммоль/час**
- Энтеральное введение более безопасно
- Не следует проводить коррекцию гипокалиемии при наличии реальной угрозы развития олигоанурической формы ОПП!
- Требуется частая оценка уровня K^+ в крови
- ЭКГ-мониторинг

Назначение калия

- 7,45% KCl (1мл = 1ммоль K⁺)
- Панангин 10 мл 10 раствора содержит только 2,5ммоль K⁺
- Пероральный прием солей калия
- Панангин в таблетках содержит незначительное количество калия, не достаточное для возмещения почечных потерь K⁺
- Калийсберегающие диуретики (спиронолактон)
- Ингибиторы АПФ

Спасибо за внимание!