Основные нарушения электролитного обмена. Клиника, диагностика, лечение

Хлор

В физиологических условиях хлор находится преимущественно в ионизированном состоянии. Изменения его концентрации вторичны по отношению к изменениям других электролитов и направлены на создание электронейтральности среды. Если повышается содержание бикарбоната, то уменьшается содержание хлора. Если повышается содержание натрия, то повышается содержание хлора. Некомпенсированная гиперхлоремия приводит к метаболическому ацидозу. Обмен хлора регулируют гормоны коркового вещества надпочечников и щитовидной железы. Нарушение обмена хлора ведёт к развитию отёков, недостаточной секреции желудочного сока.

Гипохлоремия

Причины:

- повышенное выделение хлора (диарея, упорная рвота, лихорадка, обильное потоотделение) ;

- хроническая и острая почечная недостаточность, нефротический синдром, нарушение реабсорбции хлора в канальцах;

- гипокалиемия и метаболический алкалоз;

- неконтролируемая диуретическая терапия (сочетается с гипонатриемией) ;

- гиперкапния (хлор переходит в эритроциты) ;

- сахарный диабет, полиурия (большие потери с мочой), ацидоз (переход хлора в ткани) ;

- поражение надпочечников, минералокортикоидная недостаточность.

Лечение

Введение хлорсодержащих растворов, например физиологического.

Гиперхлоремия

Развивается при нарушении выделительной функции почек в начальной стадии обезвоживания (диарея, рвота, мобильное потоотделение), при декомпенсированной сердечной недостаточности с развитием отёков. Поступление с пищей больших количества поваренной соли также приводит к гиперхлоремии. Гиперхлоремия возможна при алкалозах, когда снижается PCO2 в крови и хлор выходит из эритроцитов в плазму. При рассасывании отёков, транссудатов и экссудатов, когда ткани отдают хлор, после перенесенных инфекций, пневмонии.

Лечение: ограничение введения хлорсодержащих растворов, адекватная инфузионная терапия, например - растворы глюкозы.

Для профилактики гиперхлоремии в рутинной инфузионной терапии нужно пользоваться различными сбалансированными солевыми растворами (физиологический к ним не относится).

Кальций

Кальций является внеклеточным катионом и находится в плазме в трех состояниях: свободном, ионизированном и связанном. Кальциевый обмен регулируется паратгормоном. При гипопаратиреозе уровень кальция в крови снижается и наоборот.

Гипокальциемия

Причины

Дыхательных алкалоз снижает ионизированный кальций. Без снижения уровня ионизированного кальция клиника гипокальциемии не проявляется. Другие причины гипокальциемии: гипопаратиреоз, гипомагниемия, гипоальбуминемия, сепсис, жировая эмболия, панкреатит, дефицит витамина Д, гиперфосфатемия.

Клиника

Парестезии, клонические судороги в конечностях (симптом Труссо), гиперрефлексия мимических мышц (дифференцировать с гиперкалиемией). В тяжёлых случаях генерализованные судороги, нарушение сознания, кома. На ЭКГ - удлинение QT, аритмии.

Лечение

При выраженной гипокальциемии показано внутривенное введение 10-20 мл 10% глюконата кальция.

Гиперкальциемия

Причины: длительная иммобилизация, надпочечниковая недостаточность, гиперпаратиреоз. Наиболее часто она обнаруживается при онкологии (рак лёгкого, молочной железы, миеломная болезнь, лейкоз). Относительная гиперкальциемия возникает при гипоальбуминемии.

Клиника

Гипогидратация и снижение ОЦК. Угнетение перистальтики кишечника (тошнота, рвота, боли в животе).

Лечение

При общей дегидратации и гиповолемии показана инфузия физиологического раствора. После восстановления ОЦК показано введение салуретиков, которые блокируют реабсорбцию кальция в почках.

Калий

Калия в организме в 1,5 раза больше, чем натрия. Но лишь 2% всех его запасов находятся во внеклеточной жидкости. Много калия в мышечной ткани и эритроцитах. Калий поступает внутрь клетки одновременно с выведением натрия наружу. Концентрация калия определяет такие физиологические реакции, как возбуждение сердечной мышцы. На баланс калия влияют гормоны: альдостерон, инсулин и адреналин снижают концентрацию калия путем переноса его в клетки и выведения через почки.

Суточная потребность взрослого человека - 1,5-5,2 г хлорида калия.

Имеется тесная связь между концентрацией калия в сыворотке и гематокритом. Чем выше гематокрит, тем выше нормальные значения калия для плазмы.

Уровень калия в сыворотке зависит от кислотно-основного состояния, функции почек, метаболизма тканей. При повреждении клеток они теряют калий, и его уровень возрастает.

Гиперкалиемия

Причины:

- снижение выведения калия (острая и хроническая почечная недостаточность), длительный приём калийсберегающих диуретиков, применение ингибиторов АПФ, болезнь Аддисона, последствия адреналэктомии);

- гемолиз;

- избыточное поступление калия (применение калийсберегающих диуретиков, переливание консервированной крови длительного хранения) ;

- транспорт калия в плазму из внутриклеточного пространства (тяжёлая гипоксия, синдром длительного сдавления, рабдомиолиз, усиленный катаболизм, метаболический ацидоз, сепсис, недостаточность инсулина).

Клиника

- нервно-мышечные нарушения (парестезии, восходящий паралич конечностей) ;

- нарушение функции сердца (брадикардия, полная поперечная блокада, фибрилляция желудочков).

Симптомы зависят от скорости нарастания концентрации калия в крови.

Гиперкалиемия требует неотложной терапии. Необходимо сделать ЭКГ, исследовать КОС, функциональные пробы почек и функцию надпочечников, а также активность ренина.

Лечение

- ограничение поступления калия;

- введение 10 мл 10% глюконата кальция, который противодействует влиянию калия на возбудимость миокарда;

- инфузия глюкозинсулиновой смеси, 5-10% раствор глюкозы, инсулин из расчёта 1 ЕД на 5 г сухого вещества глюкозы, что способствует транспорту калия в клетку;

- при угрожающе жизни гиперкалиемии (более 6 ммоль/л) - гемодиализ.

Гипокалиемия

Причины:

- большие потери калия (петлевые диуретики, полиурия, гиперальдостеронизм, синдром Кушинга, диарея, рвота, тонкокишечный свищ, слабительное);

- миграция калия в клеточные мембраны (тканевая гипоксия, алкалоз, инсулин) ;

- недостаточное поступление калия (голодание, парентеральное питание).

Клиника:

- нервно-мышечные расстройства (слабость, парез кишечника, гипотония, нарушение сознания) ;

- снижение возбудимости сердечной мышцы - тахиаритмии, депрессия интервала ST, инверсия зубца T, удлинение интервала PQ, выраженный зубец U, усиление токсичности дигоксина;

- снижение концентрирующей функции почек, полиурия (повышен синтез простагландинов) ;

- метаболический алкалоз.

Лечение

Парентеральное и энтеральное введение 4% раствора хлорида калия. Вместе с калием в 10% раствор глюкозы добавляется инсулин 1 Ед на 2 г сухого вещества глюкозы для обеспечения внутриклеточного транспорта. Для инфузии в периферическую вену нельзя использовать более концентрированный, чем 2% раствор - возможна резкая боль, спазм вены, асептический флебит.

Начинают инфузию со скоростью 20 ммоль/ч (в 100 мл 2% калия хлорида содержится 26,8 ммоль калия) в течение 4-5 часов, после чего снижают в три раза. Если после этого уровень ниже 3 ммоль/л скорость повышают до 150 мл/ч (2% раствор - 50 кап/мин). Если уровень 3-4 ммоль/л, скорость 100 мл/ч 2% раствора (33 капли в минуту). Если уровень 5-6 ммоль/л, скорость снижают до 50 мл/с 2% раствора (16 кап/мин) при сохраненном диурезе. При олигурии и анурии инфузию прекращают. Если уровень более 6 ммоль/л или имеется анурия инфузию калия хлорида прекращают.

Соль калия хлорида раздражает слизистую желудка, поэтому энтерально в ОРИТ её не вводят. Хлорид калия добавляют в энтеральное питание с осторожностью. У больных с системными нарушениями кровообращения повышается вероятность эрозий и острых язв.

Натрий

Более 90% натрия находится вне клеток. Это осмотически активное вещество плазмы крови. Объем воды во внеклеточном пространстве зависит от содержания натрия. Чувствительны к концентрации натрия осмо- и барорецепторы мозга. На реабсорбцию натрия в канальцах почек влияют альдостерон (повышает концентрацию Na+ в плазме), вазопрессин и предсердный натрийуретический фактор (снижают содержание Na+). При снижении ОЦК и повышении осмолярности плазмы происходит увеличение секреции антидиуретического гормона, который усиливает реабсорбцию воды и задерживает её в кровеносном русле.

На уровень натрия в сыворотке крови влияют многие лекарственные средства. В особенности кортикостероиды, натриевые соли антибиотиков, мочегонные и психотропные препараты.

Суточная потребность здорового человека в натрии от 2 до 5,8г хлорида натрия.

Что делать, если натрий в КЩС повышен?

Гипернатриемия

Сопровождается увеличением осмолярности плазмы.

Причины:

- дегидратация (одышка, лихорадка, трахеостома, ИВЛ, ингаляция неувлажненного кислорода, открытое лечение ожогов, потоотделение). Избыток каждых 3 ммоль/л натрия в сыворотке влечёт дефицит 1 л внеклеточной воды.

- солевая перегрузка (концентрированные питательные смеси)

- несахарный диабет (снижение чувствительности почек к АДГ)

- олигурия

- гиперальдостеронизм (опухоль надопочечников)

Формы гипернатриемии:

- гиповолемическая - потери воды преобладают над потерями натрия. Характерна для сепсиса, перитонита, ОРДС, пневмонии (плохой прогностический признак). Гиповолемический шок - серьёзное осложнение.

- Нормоволемическая. Не сахарный диабет (центральный и нефрогенный), потери воды через кожу и дыхательные пути. При достаточном потреблении воды гипернатриемия не развивается. У пациентов с прогрессирующим хроническим заболеванием почек нарушается способность концентрировать мочу. Возможно снижение чувствительности к АДГ, что проявляется выделением мочи с низкой плотностью.

- Гиперволемическая - результат введения гипертонических растворов (например, 3% натрия хлорид, бикарбонат натрия)

Клинические проявления гипернатриемии: жажда, дрож, возбуждение, атаксия, мышечные фибрилляции, спутанность сознания, судорожные припадки и кома. Чем быстрее повышение концентрации, тем выраженнее симптомы.

Лечение

Выяснить причину гипернатриемии. Отменить инфузию натрийсодержащих растворов. Начать инфузию 5% глюкозы. При гиповолемии восполняем ОЦК, а затем вводим петлевые диуретики. При почечной недостаточности подключаем гемодиализ. При не сахарном диабете (большой объем мочи низкой плотности) назначаем АДГ.

Гипонатриемия

Сопровождается снижением осмолярности плазмы.

Различают:

- нормволемическую (ОЦК в нормальных пределах) ;

- гиповолемическую (дефицит ОЦК) ;

- гиперволемическую (увеличение ОЦК) ;

При нормоволемической гипонатриемии отсутствуют периферические отёки, однако общее количество воды обычно повышено на 3-5 литров. Основная причина - перегрузка водой, синдром неадекватной секреции АДГ. Его секреция увеличивает канальцевую реабсорбцию воды. Когда осмолярность плазмы снижается, секреция подавляется. Если при низкой осмолярности плазмы секреция не подавляется, её считают неадекватной. В этом случае концентрация натрия в моче повышается.

Гипотиреоз может сопровождаться гипонатриемией. Снижение сердечного выброса приводит к неосмотической секреции АДГ и снижению клубочковой фильтрации. В

результате экскреция свободной воды снижается и развивается гипонатриемия. Назначение препаратов Т4 её устраняет.

При первичной и вторичной глюкокортикоидной недостаточности задействованы аналогичные механизмы. Применение аналогов АДГ, препаратов, стимулирующих секрецию и потенцирующих действие вазопрессина также приводит к гипонатриемии.

Гиповолемическая гипонатриемия со снижением осмолярности плазмы возможна при большой потере воды и электролитов, инфузии гипотонических растворов. Возможна при неосмотической стимуляции секреции АДГ. Уменьшение ОЦК вследствие потерь воды воспринимается барорецепторами и стимулирует секрецию АДГ, несмотря на гипоосмолярное состояние плазмы крови - формируется патологический круг.

Различают два типа гиповолемической гипонатриемии: при избыточном выведении натрия с мочой и внепочечных потерях натрия.

Причины потерь натрия через почки:

- форсированный диурез (салуретики, осмотические диуретики) ;

- сахарный диабет с глюкозурией, центральный несахарный диабет;

- острая и хроническая почечная недостаточность;

- обструкция мочевыводящих путей;

- применение аминогликозидов, введение рентгенконтрастных веществ;

- недостаточность коры надпочечников.

Внепочечные потери натрия связаны с кровопотерей, болезнями ЖКТ (рвота, фистула тонкой кишки, илеостома, билиарная фистула, длительная диарея). Избыточные потери натрия через кожу возможны при обильном потоотделении (гипертермии), замедленном заживлении ожогов.

Гипонатриемия в сыворотке может наблюдаться и при быстром уходе натрия из сосудистого пространства в интерстициальную жидкость или внутриклеточный сектор при гиперальдостеронизме в условиях длительной гиповолемии.

При низкой секреции альдостерона и кортизола снижается реабсорбция натрия, увеличивается выведение натрия с мочой. Развивается дегидратация тканей, дефицит интерстициальной жидкости и снижение ОЦК.

При неконтролируемом сахарном диабете повышается осмолярность плазмы, концентрация глюкозы, развивается клеточная гипогидратация (переход воды в интерстициальные ткани и кровь) и гипонатриемия. Повышение гликемии на 5,6 ммоль/л снижает натрий крови на 1,6-2 ммоль/л.

Гиперволемическая гипонатриемия возникает при патологическом наводнении интерстиция (застойная сердечная недостаточность, гипопротеинемия, нефротический синдром, цирроз печени). Содержание воды в организме повышается быстрее, чем концентрация натрия.

Клинические проявления гипонатриемии

Головная боль, сонливость, обратимая атаксия, психозы, судороги, нарушения рефлексов. При концентрации натрия 115 ммоль/л и ниже появляется спутанность сознания, усталость, головная боль, тошнота, рвота, анорексия. При концентрации 110 ммоль/л пациент впадает в кому (отёк мозга). Развивается гиповолемический шок и наступает смерть.

Лечение

При тяжёлой гипонатриемии (менее 109 ммоль/л), неврологических симптомах (спутанность сознания, сонливость, судороги, кома) вводится гипертонический раствор натрия хлорида не более 1 ммоль/л/ч.

У пациентов с судорогами скорость введения увеличивается до 2 ммоль/л/ч первые 2-3 часа. Повышение уровня натрия не должно превышать 10 ммоль/л первые сутки. Интенсивная коррекция увеличивает вероятность демиелинизации волокон ЦНС.

3% гипертонический раствор натрия хлорида применяется при определении электролитов каждые 4 часа. Пациентам в судорогах или коме раствор вводится со скоростью 100 мл/ч в течение 4-6 часов до повышения натрия сыворотки крови на 4-6 ммоль/л. При сочетании умеренной гипонатриемии с гиповолемией показана инфузия 0,9% физиологического раствора.

При лёгкой бессмиптомной гипонатриемии (уровень натрия в сыворотке крови больше 120 ммоль/л) проводится профилактика её прогрессирования. Отменяются диуретики.

У пациентов с гиперволемией, почечной задержкой натрия (сердечная недостаточность, цирроз печени, нефротический синдром) ограничивают приём жидкости, устранение исходной причины. При нормоволемии лечение направлено на коррекцию причины (гипотиреоз, надпочечниковая недостаточность, приём диуретиков).

Выводы: изолированный показатель концентрации натрия ни о чем нам не говорит. Необходимо оценивать концентрации электролитов на фоне водного баланса.