

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. І. ПИРОГОВА

ПОРУШЕННЯ ВОДНО- ЕЛЕКТРОЛІТНОГО ОБМІНУ

д. мед. н, професор

МІЩУК

ІВАН ІЛІЧ

ЗНАЧЕННЯ ВОДИ В ОРГАНІЗМІ

- Вода являється важливим реактивним середовищем і разом з розчиненими в ній речовинами утворює функціональну єдність як у біологічному, так і у фізико-хімічному відношенні.
- Загальна кількість води в організмі в середньому складає 60-65% маси тіла і розподілена на два основних водних простори:
 - позаклітинний простір складає 20% маси тіла, який включає рідину в судинах – 5%, між клітинами-10%, в суглобах і ліквор – 5%;
 - внутрішньоклітинний – 40% маси тіла.
- Є також “третій простір”, це рідина порожнин тіла.
- Баланс (сталість) об’єму рідини в організмі забезпечує 1-2% від надходження та виведення води і електролітів з організму.
- Порушення водного обміну, яке буває двох видів: дегідратація та гіпергідратація.

ВИДИ ДЕГІДРАТАЦІЇ:



ІЗООСМОЛЯРНА



ГІПЕРОСМОЛЯРНА



ГІПООСМОЛЯРНА

Ізоосмолярна дегідратація

Причини: втрата рідини та електролітів через шлунково-кишковий тракт, шкіру, дихальні шляхи, при множинній травмі, кровотечі.

Клініка:

- Ознаки гіповолемії (зниження ОЦК, АТ, ЦВТ, тахікардія, ацидоз);
- Ознаки загальної дегідратації (спрага, сухість шкіри, зниження її тургору, спадання вен шиї, зменшення діурезу, задишка).

Діагностика:

- Клінічні ознаки.
- Зниження ОЦК, ЦВТ, АТ.
- Вміст натрію та осмолярність плазми в нормі.
- Підвищення гематокриту.

Ізоосмолярна дегідратація: інтенсивна терапія

1. Введення ізотонічних електролітних розчинів (лактосол, Рингеру-лактат, ін.). Для визначення дефіциту рідини та її корекції застосовують формулу, в основі якої лежить показник гематокриту, оскільки при ізоосмолярній дегідратації концентрація натрію змінюється неістотно:

$$\frac{(Ht \text{ хворого} - 0,42) \times 0,2 \times \text{вага тіла (кг)}}{0,42}$$

2. Введення плазмозамінників.
Доза та швидкість інфузії залежать від ступеня дегідратації.
3. Корекція метаболічного ацидозу.
4. Протишокова терапія за показами.

Гіперосмолярна дегідратація: причини

Втрата води перевищує втрати електролітів, що призводить до збільшення вмісту натрію в плазмі та збільшення осмолярності плазми:

- недостатній прийом рідини або недостатнє її поповнення при інтенсивній терапії;
- значні втрати рідини через: шлунково-кишковий тракт, дихальні шляхи, шкіру, нирки;
- введення гіперосмолярних розчинів.

Гіперосмолярна дегідратація: клініка, діагностика

Клініка:

- клітинна дегідратація (виражена спрага, розлади ЦНС, астенія, гіпертермія, апатія);
- внутрішньоклітинна дегідратація (помірна гіпотонія, зниження ОЦК, АТ, ЦВТ, ХОС, тахікардія, згущення крові, сухість шкіри, зниження її тургору, олігурія).

Діагностика:

- Клінічні ознаки, зниження ОЦК, ЦВТ, АТ, збільшення вмісту гемоглобіну, гематокриту, білка.
- Азотемія, підвищення рівня натрію в плазмі, збільшення осмолярності плазми та сечі (крім випадків нецукрового діабету).

Гіперосмолярна дегідратація: інтенсивна терапія

1. Відновлення дефіциту води в організмі. Потрібно багато пити, а за неможливості - внутрішньовенне введення гіпотонічних та ізотонічних розчинів глюкози з інсуліном та ізотонічного (0,45%) розчину натрію хлориду для усунення гіпертонічності внутрішньоклітинного простору.

Об'єм необхідного 5% розчину глюкози розраховується за формулою:

$$\frac{(\text{натрій плазми} - 142) \times \text{маса тіла (кг)} \times 0,2}{142}$$

2. Корекція гіпокаліємії.

Гіпоосмолярна дегідратація: причини

Втрати електролітів перевищують втрату рідини, що веде до зниження осмолярності плазми:

- ❖ втрати електролітів через шлунково-кишковий тракт, шкіру, нирки;
- ❖ введення великої кількості гіпотонічних розчинів;
- ❖ наднирникова недостатність;
- ❖ посттравматичні втрати.

Гіпоосмолярна дегідратація: клініка, діагностика

Клініка

- ❖ позаклітинна дегідратація (порушення гемодинаміки – тахікардія, зниження ОЦК, АТ, ЦВТ, ХОС), олігурія, ацидоз;
- ❖ клітинна гіпергідратація (набряк мозку, судоми, кома, блювота).

Діагностика:

- ❖ Клінічні ознаки.
- ❖ Зниження рівня натрію в плазмі.
- ❖ Зниження осмолярності плазми та сечі.
- ❖ Зниження діурезу.

Гіпоосмолярна дегідратація: інтенсивна терапія

1. Головним напрямком лікування є усунення дефіциту натрію. Для цього використовуються гіпертонічні або ізотонічні розчини натрію хлориду. Дефіцит натрію можна розрахувати за формулою:
$$(142 - \text{натрій хворого}) \times 0,2 \times \text{вага тіла (кг)}.$$
2. Плазмозамінники при циркуляторних порушеннях.
3. Інфузія ізотонічних розчинів для відновлення осмолярності позаклітинного простору.
4. Інфузія натрію гідрокарбонату під контролем КОС.
5. Використання мінералокортикоїдів.

ВИДИ ГІПЕРГІДРАТАЦІЇ:



ІЗООСМОЛЯРНА



ГІПЕРОСМОЛЯРНА



ГІПООСМОЛЯРНА

Ізоосмолярна гіпергідратація: причини

Збільшення вмісту води та осмотично активних речовин:

- гіпоксія, інтоксикація;
- посилення катаболічних процесів;
- інфузія великих об'ємів ізотонічних розчинів;
- серцево-судинна недостатність;
- токсикоз вагітних.

Ізоосмолярна гіпергідратація: клініка, діагностика

Клініка:

- ❑ астенія, загальмованість,
- ❑ м'язові та суглобові болі,
- ❑ нудота, блювання,
- ❑ периферичні набряки,
- ❑ загроза або розвиток набряку легень, мозку;
- ❑ набухання вен шиї,
- ❑ підвищення АТ і ЦВТ; збільшення ОЦК; вологі застійні хрипи при аускультції легень; олігоанурія.

Діагностика:

- ❑ Клінічні ознаки.
- ❑ Осмолярність плазми в нормі.
- ❑ Підвищення ОЦК, ЦВТ, АТ.
- ❑ Зниження білка в плазмі.

Ізоосмолярна гіпергідратація: інтенсивна терапія

1. Обмеження вживання рідини і солі.
2. Введення діуретичних засобів.
3. Видалення води через шкіру (потогінні), кишківник (послаблюючі засоби), нирки (форсований діурез).
4. Гемодіаліз з ультрафільтрацією.
5. Введення плазми, альбуміну.
6. Кортикостероїди.
7. Корекція ацидозу.
8. Антигістамінна терапія.
9. Лікування основного захворювання.

Гіперосмолярна гіпергідратація: причини

Затримка або надлишок електролітів та осмотично активних речовин призводить до підвищення осмолярності плазми:

- **введення великої кількості гіпертонічних розчинів;**
- **підвищення продукції АДГ та альдостерону (стрес, серцево-судинна недостатність, ін.);**
- **порушення видільної функції нирок.**

Гіперосмолярна гіпергідратація: клініка, діагностика

Клініка:

- Ознаки гіперволемії (серцева недостатність, підвищення АТ і ЦВТ; збільшення ОЦК; набряки; ниркова недостатність);
- Клітинна дегідратація («спрага», гіпертермія, неврологічні та психотичні розлади - делірій, кома).

Діагностика:

- Клінічні ознаки.
- Підвищення ОЦК, ЦВТ, АТ.
- Збільшення осмолярності псазми та сечі.
- Високий рівень натрію плазми.

Гіперосмолярна гіпергідратація: інтенсивна терапія

1. Обмеження вживання рідини і солі.
2. Введення салуретиків.
3. Зниження ОЦК.
4. Кортикостероїди.
5. Корекція ацидозу.
6. Перитонеальний діаліз, гемодіаліз.
7. Кровопускання.

Гіпоосмолярна гіпергідратація: причини

Затримка або надлишок води в плазмі перевищує затримку або надлишок електролітів або осмотично активних речовин, що викликає зниження осмолярності плазми:

- ❖ **введення великої кількості гіпотонічних розчинів;**
- ❖ **порушення видільної функції нирок;**
- ❖ **гіперкатаболізм;**
- ❖ **гіпоксія, інтоксикація.**

Гіпоосмолярна гіпегідратація: клініка, діагностика

Клініка

- ◆ Ознаки клітинної гіпергідратації (неврологічні та психічні розлади, порушення свідомості, блювання, судоми);
- ◆ Ознаки позаклітинної гіпергідратації (серцева недостатність, локальні та загальні набряки).

Діагностика

- ◆ Клінічні ознаки.
- ◆ ОЦК, ЦВТ, АТ.
- ◆ Вміст натрію та осмолярність плазми знижені.
- ◆ Рівень білка плазми знижений.
- ◆ Вміст гемоглобіну, гематокрит знижені.
- ◆ Осмолярність сечі знижена.

Гіпоосмолярна гіпергідратація: інтенсивна терапія

1. Інфузія гіпертонічних розчинів глюкози з інсуліном.
2. Стимуляція діурезу осмодіуретиками та салуретиками.
3. Введення кортикостероїдів.
4. Корекція ацидозу.
5. Використання інгібіторів протеолітичних ферментів.
6. Гемодіаліз.
7. Вітамінотерапія.

Порушення обміну електролітів

НАТРІЙ: ЗНАЧЕННЯ В ОРГАНІЗМІ

Вміст натрію в крові 135 –145 мМоль/л

- **НАТРІЙ – головний позаклітинний катіон.**
- **Натрій в організмі забезпечує осмотичний тиск в рідинах, регуляцію КОС, оскільки є елементом буферних систем.**
- **Порушення його обміну буває 2-х видів: гіпернатріємія та гіпонатріємія, які тісно пов'язані з порушенням водного обміну.**

Гіпернатріємія – збільшення рівня натрію в крові.

Причини:

- втрати гіпотонічної рідини(гіпервентиляція, потовиділення, пронос, гіпертермія, інфекції, ін.);
- підвищений катаболізм;
- захворювання нервової системи (пухлина, травма, судинні розлади);
- ендокринні захворювання;
- порушення функції нирок;
- надлишкове надходження натрію;
- вживання кортикостероїдів, АКТГ в підвищених дозах.

Гіпернатріємія: клініка, діагностика

Клініка

Оскільки обмін натрію пов'язаний з обміном води і КОС, то клінічні прояви дизнатріємії відповідають симптомам клітинної дегідратації (спрага, відчуття жаху, психічна депресія, кома, порушення кровообігу).

Діагностика

- Клінічні ознаки виражені тільки при значному підвищенні концентрації натрію в плазмі.
- Осмолярність плазми збільшена.
- Вміст натрію в плазмі >150 ммоль/л.

Гіпернатріємія: інтенсивна терапія

1. Обмеження солей;
2. При важкій дегідратації та артеріальній гіпотонії негайно розпочинається внутрішньовенні інфузія рідини: ізотонічні розчини глюкози з інсуліном з наступним введенням ізотонічних розчинів (лактасол, розчин Рингера – Локка, ін.).
3. Дефіцит вільної рідини розраховується за формулою:
 $0,6 \times \text{вага (кг)} \times ((\text{фактичний натрій} : \text{нормальний натрій}) - 1)$.
4. Корекція дефіциту вільної рідини проводиться на протязі 48 – 72 год. та продовжується до усунення причини зневоднення.
5. При ізоволемічній гіпернатріємії дефіцит рідини відновлюється інфузією 5% розчину глюкози, при гіповолемічній – інфузією ізотонічного розчину натрію хлориду, при гіперволемічній – інфузією 5% розчину глюкози, проводиться стимуляція діурезу салуретиками, використовуються кортикостероїди, перитонеальний діаліз;
6. Корекція ацидозу.
7. Гемодіаліз.

Гіпонатріємія – зменшення рівня натрію в крові.

Причини

- ❖ втрати гіпертонічної рідини (блювання, діарея, нориці, секвестрація);
- ❖ втрати натрію через шкіру (гіпертермія, потовиділення);
- ❖ поліурія, форсований діурез;
- ❖ переміщення натрію в клітину (гіпоксія, ацидоз);
- ❖ недостатнє надходження натрію;
- ❖ гіпергідратація, гемодилюція.

Гіпонатріємія: клініка, діагностика

Клініка

- ❖ **Ознаки клітинної гіпергідратації: слабкість, анорексія, ступор, судоми, кома, головний біль, розлади свідомості, зниження сухожилкових рефлексів, симптоми позаклітинної дегідратації або гіпергідратації.**

Діагностика

- ❖ **Клінічні ознаки гіпонатріємії відсутні, доки концентрація натрію в плазмі не досягне 120 ммоль/л.**
- ❖ **Вміст натрію в плазмі крові <135 ммоль /л.**
- ❖ **Зниження осмолярності плазми.**

Гіпонатріємія: інтенсивна терапія

1. Дефіцит натрію можна розрахувати за формулою:
(натрій в нормі–фактичний натрій) x 0,6 x вагу (кг).
2. При гіпотонічній гіповолемічній гіпонатріємії - інфузія гіпертонічних розчинів натрію та введення плазмозамінників при порушеннях гемодинаміки.
3. При гіпотонічній ізоволемічній гіпонатріємії – обмеження введення рідини або введення ізотонічного розчину натрію хлориду в сполученні з салуретиками.
4. При гіпоосмолярній позаклітинній гіпергідратації обмеження солі та води, стимуляція діурезу, гемодіаліз.
5. При ізотонічній та гіпертонічній гіпонатріємії – корекція рівня глюкози, ліпідів та протеїнів.

КАЛІЙ: ЗНАЧЕННЯ В ОРГАНІЗМІ

**Вміст калію в крові становить 3-5
мМоль/л**

- ❑ Калій - головний катіон внутрішньоклітинного простору.
- ❑ Головним резервуаром калію є м'язова тканина і печінка.
- ❑ Калій в організмі забезпечує поляризацію клітинних мембран, регуляцію ритму серця, активність різноманітних ферментів (синтез протеїнів та глікогену відбувається за наявності калію), ін.

Гіперкаліємія – збільшення рівня калію в крові.

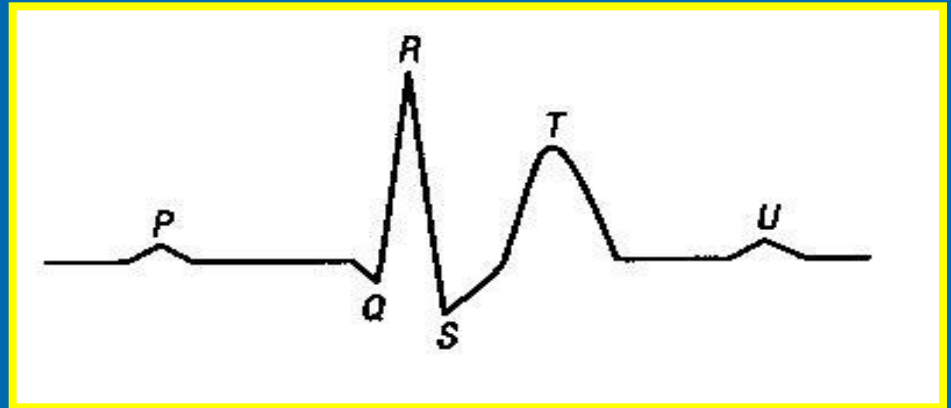
Причини:

- ❑ порушення надходження в організм (з їжею, розчинами, ін.);
- ❑ ниркова недостатність;
- ❑ значна травма, опіки;
- ❑ стрес, шок, інтоксикація, гіпертермія, Краш-синдром;
- ❑ наднирникова недостатність;
- ❑ переливання консервованої крові, гемоліз крові;
- ❑ глікозидна інтоксикація;
- ❑ порушення КОС (декомпенсований метаболічний ацидоз).

Гіперкаліємія: клініка, діагностика

Клініка

- ❑ слабкість, сопор, делірій, парестезії, підвищення тону м'язів;
- ❑ нудота, блювання, пронос;
- ❑ зниження АТ, брадиаритмії, можлива зупинка серця в діастолі.
- ❑ порушення КОС (метаболічний ацидоз);
- ❑ олігурія, анурія.



ЕКГ – зміни

Діагностика

- ❑ Вміст калію в плазмі вище 5,5 ммоль/л.
- ❑ Зміни ЕКГ: підвищення та звуження зубця Т, розширення комплексу QRS, зниження сегменту ST.

Гіперкаліємія: інтенсивна терапія

1. Дієта з виключенням продуктів, що багаті на калій, припинити введення калію.
2. Припинення введення засобів, які потенціюють гіперкаліємію.
3. При важкій гіперкаліємії ($>7,5$ ммоль/л) або змінах на ЕКГ - внутрішньовенне введення хлориду кальцію, глюконату кальцію, тіосульфату кальцію.
4. Концентрований розчин глюкози з інсуліном.
5. Виведення надлишку калію (промивання шлунку розчином натрію гідрокарбонату, проносні, сечогінні та потогінні засоби, перитонеальний діаліз, гемодіаліз, гемосорбція).
6. Лікування основного захворювання.
7. Корекція метаболічного ацидозу внутрішньовенним введенням натрію бікарбонату, що сприяє переміщенню іонів калію всередину клітин.
8. Корекція гіпомагніємії.

Гіпокаліємія – зменшення рівня калію в крові.

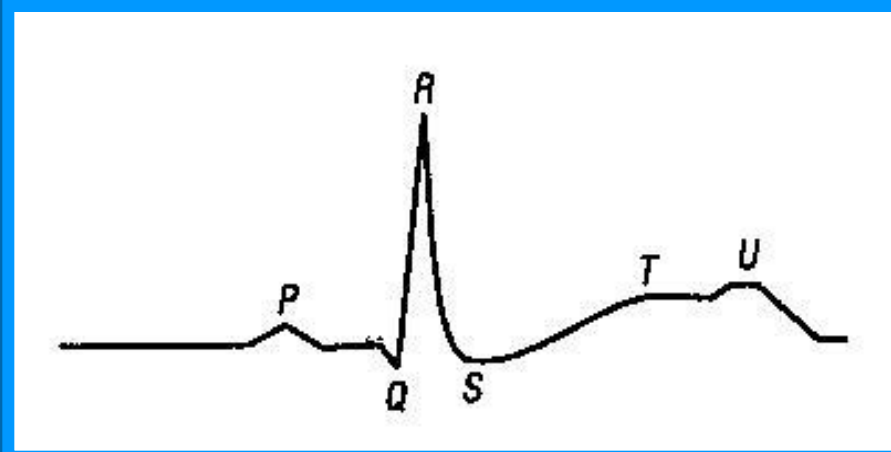
Причини

- ❖ Недостатнє надходження калію.
- ❖ Надмірні втрати калію (блювання, пронос, нориці, шлунковий зонд, ін., поліурія, форсований діурез).
- ❖ Стрес (викид адреналіну).
- ❖ Лікування сечогінними засобами.
- ❖ Тривале ендо- та екзогенне підвищення вмісту мінералокортикоїдів в крові.
- ❖ Метаболічний алкалоз.

Гіпокаліємія: клініка, діагностика

Клініка

- М'язова слабкість, парестезії, ослаблення рефлексів, параліч дихальних м'язів;
- Блювання, метеоризм, запор, ослаблення перистальтики кишок;
- Гіпотонія, тахікардія, аритмія;
- Порушення КОС (метаболічний позаклітинний алкалоз, метаболічний клітинний ацидоз).



Діагностика

- Рівень калію плазми нижче 3,5 ммоль/л.
- На ЕКГ: сплющення зубця Т, зниження вольтажу комплексів QRS, депресія сегментів ST, подовження інтервалів PQ (R) та QT.

Гіпокаліємія: інтенсивна терапія

1. Лікування основного захворювання,
2. Дієта, що збагачена калієм.
3. Анаболічні гормони (ретаболіл, нероболіл).
4. Корекція гіпокаліємії:

при виражених важких симптомах поповнення дефіциту калію здійснюється внутрішньовенно. При метаболічному алкалозі - калію хлорид, а при лікуванні ацидозу – калію гідрокарбонат. 4% розчин калію хлориду вводиться у складі поляризуючої суміші (400мл 10% розчина глюкози з 10 ОД інсуліну). При збереженому діурезі! Необхідна кількість калію (в ммоль) розраховується за формулою:

$0,2 \times \text{маса тіла (кг)} \times (\text{калій в нормі} - \text{калій хворого})$

5. Корекція метаболічного алкалозу, оскільки при збереженні алкалозу більша частина введеного калію буде втрачатися з сечею.

КАЛЬЦІЙ: ЗНАЧЕННЯ В ОРГАНІЗМІ

Рівень в плазмі крові 2–2,75 мМоль/л

- Переважно знаходиться в кістках (99%).
- Біля 45 – 50% кальцію плазми зв'язано з білками і не має фізіологічної активності.
- Активним є тільки іонізований кальцій у 50 – 55%.
- Біологічна роль іонізованого кальцію полягає в участі в процесах зсідання крові, нервово-м'язової збудливості та проникності клітинної стінки.

Гіперкальціємія – збільшення рівня кальцію в крові

Причини

- Гіпоальбумінемія.
- Гіпаратіреоз.
- Дефіцит вітаміну Д.
- Гіпомагніємія.
- Гострий панкреатит.
- Переливання великої кількості цитратної крові.
- Ниркова недостатність.

Гіперкальциємія: клініка, діагностика

Клініка

- тетанія, парестезії, судоми, ларингоспазм;
- моторні та секреторні порушення функцій органів шлунково-кишкового тракту;
- гіпервентиляція (дихальний алкалоз);
- тахісистолічна форма аритмії;
- слабкість, головокружіння, психічні розлади.

Діагностика

- Операції на шиї в анамнезі.
- Зниження кальцію крові $< 2,1$ ммоль/л.
- Може виявлятися подовження інтервалу QT на ЕКГ.
- Рентгенографія скелету: витончення окістця, демінералізація або переломи кісток кінцівок.
- Симптоми Хвостека, Труссо.

Гіперкальциємія: інтенсивна терапія

1. Припинення введення препаратів, що знижують рівень кальцію в крові.
2. Дієта, збагачена кальцієм.
3. Корекція гіпокальціємії: при наявності симптомів - 10% розчин кальцію хлориду або кальцію глюконату 10 мл, внутрішньовенно повільно! При гіпопаратиреозі одночасно призначається ергокальциферол. При необхідності – корекція рівня магнію в крові.
4. Паратиреоїдін, паратиреокрин в дозі до 50–100 ОД/доб.
5. У пацієнтів з гіповітамінозом Д – терапія вітаміном Д для збільшення абсорбції кальцію, проте для швидкої корекції гіпокальціємії цей захід неефективний.

рівня кальцію в крові.

Причини

- ❖ Злоякісні новоутворення.
- ❖ Підвищений розпад кісткової тканини.
- ❖ Надмірне надходження кальцію та вітаміну Д.
- ❖ Гіперпаратіреоз.

Клініка

- ❖ сплутаність свідомості, ступор, летаргія, зниження м'язового тону, гіпорексія;
- ❖ брадикардія, артеріальна гіпертензія;
- ❖ блювання, спрага, анорексія, закреп;
- ❖ зниження клубочкової фільтрації, гостра ниркова недостатність, поліурія, азотемія, нефрокальциноз.

Гіпокальціємія: інтенсивна терапія

- Припинення введення тіазидних препаратів, вітамінів А і Д, лугів, надмірного вживання кальцію з їжею.
- Гіперкальціємія зазвичай сполучається з гіповолемією, тому необхідною є інтенсивна об'ємозамісна терапія, введення сольових розчинів. Для посилення екскреції кальцію також додатково призначається фуросемід внутрішньовенно в дозах 40 – 100 мг кожні 2 год.
- Введення ЕДТА по 2 г з 500 мл 5% розчина глюкози через 4 -6 год.
- Гемодіаліз показаний при неефективності інших методів лікування.
- Лікування основного захворювання та контроль рівня кальцію в крові, даних ЕКГ.

ХЛОР: ЗНАЧЕННЯ В ОРГАНІЗМІ

Вміст в плазмі крові 100 – 110 мМоль/л

- ❑ Хлор - головний аніон позаклітинної рідини.**
- ❑ Хлор забезпечує підтримання осмотичного тиску в біологічних рідинах.**

Гіперхлоремія – збільшення рівня хлору в крові

Причини

- ❑ Надлишкове введення хлорвмісних розчинів.
- ❑ Порушення функції нирок.

Діагностика

- ❑ Збільшення вмісту хлору в плазмі крові вище 115 ммоль/л .
- ❑ Метаболічний ацидоз.

Інтенсивна терапія

Форсування діурезу введенням салуретиків.

Гіпохлоремія: причини

- ❖ **Значна втрата хлоридів зі шлунковим вмістом (багаторазове блювання, інтенсивні промивання шлунку, фістули шлунку).**
- ❖ **Втрата хлоридів із сечею (форсований діурез, особливо викликаний салуретиками).**
- ❖ **Переміщення хлоридів до зони запального процесу (перитоніт, панкреатит, ін.).**
- ❖ **Тривале голодування.**
- ❖ **Компенсація дихального ацидозу.**

Гіпохлоремія: клініка, діагностика

Клініка

При гіпохлоремії виникає хлоропривна азотемія, клінічними ознаками якої є:

- ◆ коматозний стан, періодичні судоми;
- ◆ суха шкіра, сіруватого кольору;
- ◆ поверхневе аритмічне дихання;
- ◆ запах сечі з рота;
- ◆ частий, аритмічний пульс; артеріальна гіпотензія.

Діагностика

- ◆ Клінічні ознаки.
- ◆ Зниження вмісту хлоридів у плазмі крові до 95 ммоль/л і менше.
- ◆ Метаболічний алкалоз.


Гіпохлоремія: інтенсивна терапія

Гіпохлоремія коригується 0,9% розчином натрію хлориду, 4% розчином калію хлориду, 10% розчином кальцію хлориду. Дефіцит хлору (в ммоль) складає:

$0,2 \times \text{маса тіла (кг)} \times (101 - \text{хлор хворого})$.

- ❖ Корекцію 25% розрахованого хлору проводиться 4% розчином калію хлориду (до 200 мл);
- ❖ 50% - 0,9% розчином натрію хлориду (до 1 л);
- ❖ 25% - 10% розчином кальцію хлориду (50 мл).
- ❖ У важких випадках для корекції гіпохлоремії використовується 0,4% розчин хлороводневої кислоти, максимальна доза якої не повинна перевищувати 1000 мл на добу. Швидкість введення – 2.5 мл/кг на годину. Для зменшення подразнювального впливу кислоти на інтиму судин потрібно розводити препарат з 5% розчином глюкози (1:1).

Порушення кисотно-основного стану

The background features several faint, concentric circles in a lighter shade of blue, scattered across the lower right portion of the slide, creating a subtle ripple effect.

Основні показники кислотно-основного стану

Показник	Позначення	Визначення	Значення артеріальної крові в нормі
pH -		Значення активної реакції крові	7,35 – 7,45
Парціальний тиск CO ₂ в крові	Pa CO ₂	Дихальний показник кислотно-основного стану	40 мм рт. ст.
Актуальний гідрокарбонат крові	AB	Концентрація HCO ₃ в плазмі крові при дійсних значеннях pH, Pa CO ₂ , температури, сатурації гемоглобіну	22 – 25 ммоль/л

Основні показники кислотно-основного стану

Стандартний гідрокарбонат крові	SB	Концентрація гідрокарбонату в плазмі крові при стандартних умовах (температура 38°C, Pa CO ₂ = 40 мм рт.ст.)	24-28 ммоль/л
Буферні основи	BB	Сума концентрацій всіх буферних аніонів (буферних систем) крові	40-60 ммоль/л
Надлишок буферних основ	BE	Відображення зсуву буферних основ по відношенню до показника BB	-
Тотальна вуглекислота плазми	tCO ₂	Загальна кількість вуглекислоти в плазмі крові	25,2 ммоль/л

Порушення кислотно-основного стану (КОС): термінологія

Види порушень КОС:

- ✓ ацидоз – зменшення показника рН,
- ✓ алкалоз – збільшення показника рН.

Форми порушень КОС:

- ✓ метаболічний – зменшення (ацидоз) або збільшення (алкалоз) HCO_3^- ;
- ✓ дихальний (респіраторний) – підвищення (ацидоз) або зниження (алкалоз) Pco_2 .

Ступені компенсації порушення КОС:

- ✓ компенсований,
- ✓ субкомпенсований,
- ✓ декомпенсований.

Ступені компенсації порушень КОС

Форми змін КОС	Ступінь компенсації	Значення рН крові
Ацидоз	Компенсований	7,35 – 7,4
	Субкомпенсований	7,34 – 7,25
	Декомпенсований	< 7,25
Алкалоз	Компенсований	7,4 – 7,45
	Субкомпенсований	7,46 – 7,55
	Декомпенсований	> 7,55

Метаболічний ацидоз

розвивається при зниженні вмісту HCO_3^- , що викликає зниження рН крові. Метаболічний ацидоз можна розділити на дві великі групи по етіопатогенезу: з нормальним та підвищеним «аніонним провалом».

- В нормі в плазмі існує рівновага між катіонами (натрій, калій, магній, кальцій) та аніонами (хлор, HCO_3^- , білки, залишкові аніони).
- В нормі вона дорівнює 153 мекв/л.
- При виснаженні бікарбонатних буферних основ їх місце займають органічні кислоти та складається невідповідність між концентрацією іонів натрію та сумою HCO_3^- та іонів хлору.
- Величину «аніонної невідповідності» можна визначити по формулі:
«аніонна невідповідність» = натрій плазми – (хлор плазми + HCO_3^-).
- В нормі «аніонний інтервал» складає 12 ммоль/л.

Метаболічний ацидоз: причини

1. Метаболічний ацидоз з нормальним «аніонним провалом»:

1.1. Втрата іонів гідрокарбонату:

- проксимальний канальцевий ацидоз, дилюційний ацидоз
- первинний гіперпаратіреозидизм
- діарея, нориці кишок та підшлункової залози

1.2. Порушення регенерації гідрокарбонату:

- дистальний канальцевий ацидоз
- гіпоальдостеронізм

1.3. Надлишкове надходження водород-іонів:

- амоній гідрохлорид, парентеральна гіпераліментація

2. Метаболічний ацидоз з підвищеним «аніонним провалом»:

2.1. Зниження екскреції неорганічних кислот: недостатність нирок

2.2. Акумуляція неорганічних кислот:

- лактатацидоз
- діабетичний кетоацидоз
- голодування

2.3. Інтоксикації:

- саліцилатами
- метанолом
- етиленгліколем

Метаболічний ацидоз. Клініка, діагностика

Клініка

- Головний біль, ступор, сопор, кома.
- Порушення периферичної мікроциркуляції (блідість, акроціаноз, «мармуровість» шкіри, симптом «білої плями»).
- Виражена задишка, глибоке та часте дихання.
- Нудота, блювота, біль в животі.
- Гіпертермія до 38 – 39 °С.
- Олігурія або анурія.
- Поступове зниження АТ, порушення ритму серця.

Діагностика

- Анамнез, клінічні ознаки.
- Зміни показників КОС ($\text{pH} < 7,35$; $\text{BE} < -2,5$; $\text{AB} < 19$, $\text{BB} < 40$, $\text{SB} < 20$).
- Визначення «аніонного провалу».
- Різко кисла реакція сечі.

Метаболічний ацидоз: інтенсивна терапія

- ❑ Лікування основного захворювання.
- ❑ Забезпечення прохідності дихальних шляхів, оксигенотерапія, за показами – ШВЛ.
- ❑ Корекція декомпенсованого ацидозу (при $\text{pH} < 7,1$, при наявності шоку або аритмій) –
 - 4,2% або 8.4% розчин бікарбонату натрію,
 - 3,66% розчин трисаміну,
 - 1% розчином натрію лактату (лактосол).

Доза 8,4% розчину **натрію гідрокарбонату** (мл) розраховується:

$$0,3 \times \text{BE} \times \text{маса тіла (кг)}$$

Доза 3,66% розчину **трисаміну** (мл):

$$\text{Маса тіла (кг)} \times \text{BE}$$

причини, клініка

Розвивається на тлі порушення виведення CO₂ з організму легенями.

Причини:

- ❑ Пригнічення дихального центру (передозування наркотиків, набряк мозку, ін.).
- ❑ Порушення нейром'язової провідності (залишкова кураризація, поліомієліт, бічний аміотрофічний склероз, ін.).
- ❑ Патологічні зміни в грудній клітині та легеневій тканині (пневмо- та гідроторакс, травма, пневмонія, ателектаз, набряк легень, бронхіальний статус, ін.).

Клініка

- ❑ Зниження об'єму вентиляції, порушення ритму дихання.
- ❑ Головний біль.
- ❑ Тривожність, сплутаність свідомості, кома, психоз.
- ❑ Порушення сну.
- ❑ Міоклонічні судоми, тремор, гіперрефлексія.
- ❑ Гіперемія шкіри та слизових оболонок.
- ❑ Підвищення АТ, збільшення пульсового тиску, тахікардія.
- ❑ Ознаки набряку мозку.

Дихальний ацидоз:

діагностика, інтенсивна терапія

Діагностика

- ❑ Клінічні ознаки.
- ❑ Зміна показників КОС ($\text{pH} < 7,35$, $\text{PCO}_2 > 46$ мм рт. ст., дефіцит основ).
- ❑ Кисла реакція сечі.

Інтенсивна терапія

- ❑ Лікування основного захворювання.
- ❑ Забезпечення прохідності дихальних шляхів.
- ❑ Оксигенотерапія, за показами – інтубація трахеї та ШВЛ.
- ❑ Якщо хворому проводиться ШВЛ, необхідно збільшити хвилинний об'єм вентиляції (частоту дихання або дихальний об'єм) для збільшення виділення надлишку CO_2 .

Метаболічний алкалоз: причини

Виникає при підвищенні вмісту HCO_3^- в крові, що спричинює збільшення рН артеріальної крові $>7,4$.

За рівнем хлоридів в сечі розрізняють дві форми метаболічного алкалозу :

1) хлоридозалежна частіше пов'язана з гіповолемією внаслідок втрати рідини (в сполученні або без супутньої втрати іонів водню); 2) хлоридрезистентна (пов'язана з неадекватно підвищеною активністю альдостерону).

Причини

- Надлишкове введення буферних розчинів.
- Підвищене утворення бікарбонатів в нирках та шлунково - кишковому тракті або при відносному збільшенні їх вмісту за рахунок великих втрат іонів водню.
- Переросподіл іонів водню (наприклад, переміщення іонів водню всередину клітин при гіпокаліємії).
- Підвищене утворення натрію лактату в печінці.
- Масивні переливання цитратної крові.

Метаболічний алкалоз: клініка, діагностика

Клініка

- ❖ **Порушення функцій ЦНС (м'язова слабкість, інколи судоми, підвищення рефлексів).**
- ❖ **Тахікардія, аритмія, артеріальна гіпертензія.**
- ❖ **Кишкова непрохідність, метеоризм.**
- ❖ **Поліурія.**
- ❖ **Можуть виявлятися ознаки стану, що є причиною розвитку метаболічного алкалозу**

Діагностика

- ❖ **Зміни показників: рН > 7,46, PCO₂ > 46 мм рт. ст., BE > -2,5 ммоль/л, АВ > 25 ммоль/л).**
- ❖ **Гіпокаліємія, гіпокальціємія, гіпофосфатемія, гіпомагніємія, гіпохлоремія.**
- ❖ **Рівень хлоридів в сечі (при хлоридзалежному алкалозі < 10 ммоль/л)**

Метаболічний алкалоз: інтенсивна терапія

- ❖ Лікування основного захворювання.
- ❖ Оксигенотерапія, за показами - ШВЛ.
- ❖ При необхідності – регідратація.
- ❖ При хлоридзалежній формі – інфузія фізіологічного розчину, корекція хлору плазми: 3/4 дефіциту хлору слід поповнити натрію хлоридом, а 1/4 – калію хлоридом.
- ❖ При хлоридрезистентній формі - корекція калію плазми розчинами калію хлориду (0,5 – 1 %) повільно разом з глюкозоінсуліновими сумішами.
- ❖ При важкому алкалозі - донатори іонів водню в/в: 4% розчином хлористоводневої кислоти 100 мл на 1000 мл 5% розчину глюкози та 0,9% розчином хлористого амонію. Доза 4% розчину соляної кислоти (мл) розраховується :
$$0,14 \times \text{маса тіла (кг)} \times \text{BE.}$$

Дихальний алкалоз: причини, клініка

Обумовлений зниженням PCO_2 та розвивається при гіпервентиляції легень.

Причини

- ◆ Гіпервентиляція в період проведення ШВЛ.
- ◆ Компенсаторна реакція при вираженому метаболічному ацидозі (ендо- та екзогенна інтоксикація метаболітами).
- ◆ Активація дихального центру (травма ЦНС, інфекція, новоутворення, ін.).

Клініка

- ◆ Гіпервентиляція.
- ◆ Енцефалопатія, зміна мишлення, тривога.
- ◆ Синкопальні стани.
- ◆ Брадикардія, артеріальна гіпотензія.
- ◆ Часте дихання.

Дихальний алкалоз: діагностика, інтенсивна терапія

Діагностика

- ◆ Дані клінічного обстеження.
- ◆ Зміни показників КОС ($\text{pH} > 7,46$, $\text{PCO}_2 < 34$ мм рт. ст., VE – помірний дефіцит основ).

Інтенсивна терапія

- ◆ Лікування основного захворювання.
- ◆ Корекція параметрів вентиляції при ШВЛ під контролем параметрів вентиляції та газового складу крові. Використання методів, які збільшують об'єм мертвого простору (дихання через лицеву маску).
- ◆ Введення препаратів, що пригнічують активність дихального центру (транквілізатори, опіати, ін).
- ◆ Методи, які збільшують об'єм мертвого простору.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

