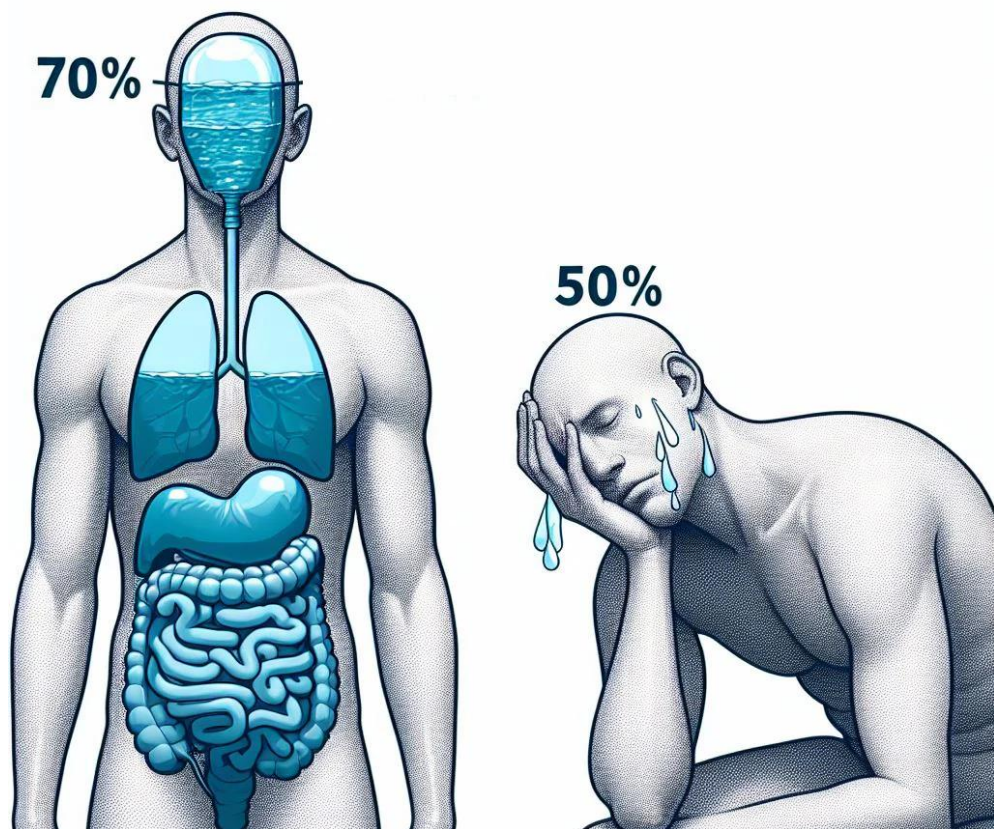


Порушення водно-електролітного обміну

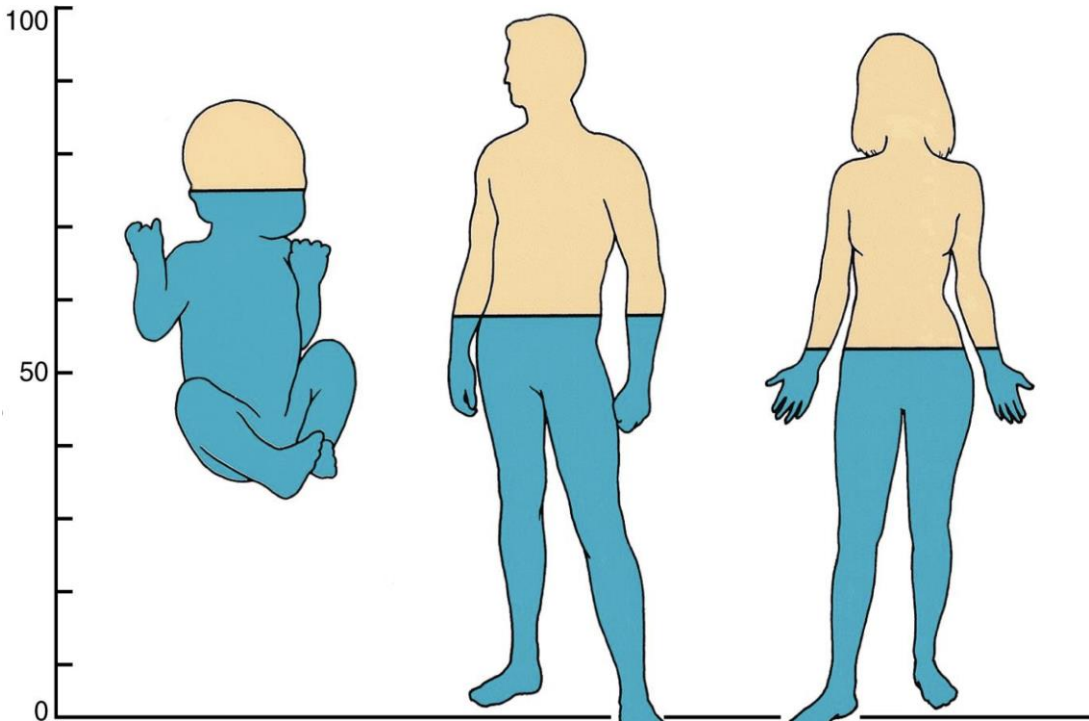


Клінічна фізіологія водноелектролітного обміну. Вміст води в організмі

- Найбільша гідратація спостерігається у недоношених немовлят — до 90% маси тіла
- У людини з надмірною масою тіла зі значними накопиченнями жиру, **який належить до маловодних тканин**, доля води може знижуватися до 40–50%. І навпаки — у худих суб’єктів відносна кількість води збільшується і може становити 70–75% маси тіла
- У жінок показник гідратації є дещо нижчим, ніж у чоловіків, і становить 50–55% від МТ. Це пов’язано з тим, що чоловіки зазвичай мають більшу м’язову масу, яка містить багато води. А жінки мають більш значний жировий прошарок, бідний на воду.

Розподіл загальної води організму (Курек В.В., 2006)

Вік	% води від маси тіла
Недоношені новонароджені, гестаційний вік 32 тижнів	85–90
Доношені новонароджені	80
6 місяців	70
1–5 років	65
6–14 років	60
Дорослі	55–60



Вміст води в організмі визначається рівновагою між її надходженням та виділенням. Об'єм позаклітинного простору та вміст в ньому електролітів залежать від надходження рідини та її втрат за рахунок випаровування та ниркової регуляції

Виведення води з організму здійснюється нирками, кишківником, легенями і шкірою.

У середньому за добу близько 1500 мл виділяється з сечею, 100 мл — з калом, до 500 мл — з потом і 400 мл води втрачається у вигляді пару з поверхні шкіри і через легені.

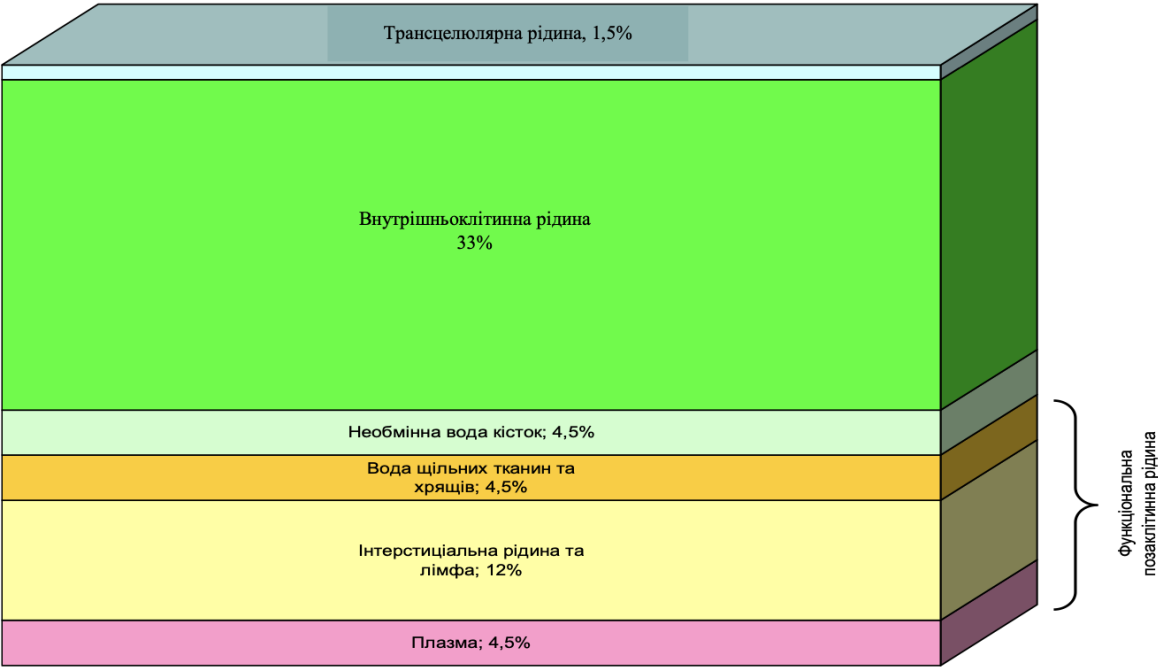
Втрата води через шкіру (випаровування з поверхні) і через легені (з повітрям, яке видихається) відбувається непомітно для людини. Тому ця частина втрат води отримала назву **«непомітна втрата води»**



Розподіл рідини в організмі

Рідина в організмі розподіляється по водних секторах. Кожен сектор має свій склад рідини, який відповідає його функціональній ролі в процесі життєдіяльності організму. Виділяють такі водні сектори:

- 1. внутрішньоклітинний простір;
- 2. міжклітинний простір (інтерстиції);
- 3. внутрішньосудинний простір;
- 4. трансцелюлярна рідина (рідина природних порожнин).



Водні сектори	Об'єм, л	Вміст води, %
Загальна вода	42	60% маси тіла
Внутрішньоклітинна вода	28	66% загальної води
Позаклітинна вода:	14	34% загальної води
— інтерстиціальна вода	8,5–9	До 72,5% позаклітинної води
— внутрішньосудинна вода	3,5	25% позаклітинної води
— трансцелюлярна рідина	1,5–2,0	До 2,5% позаклітинної води

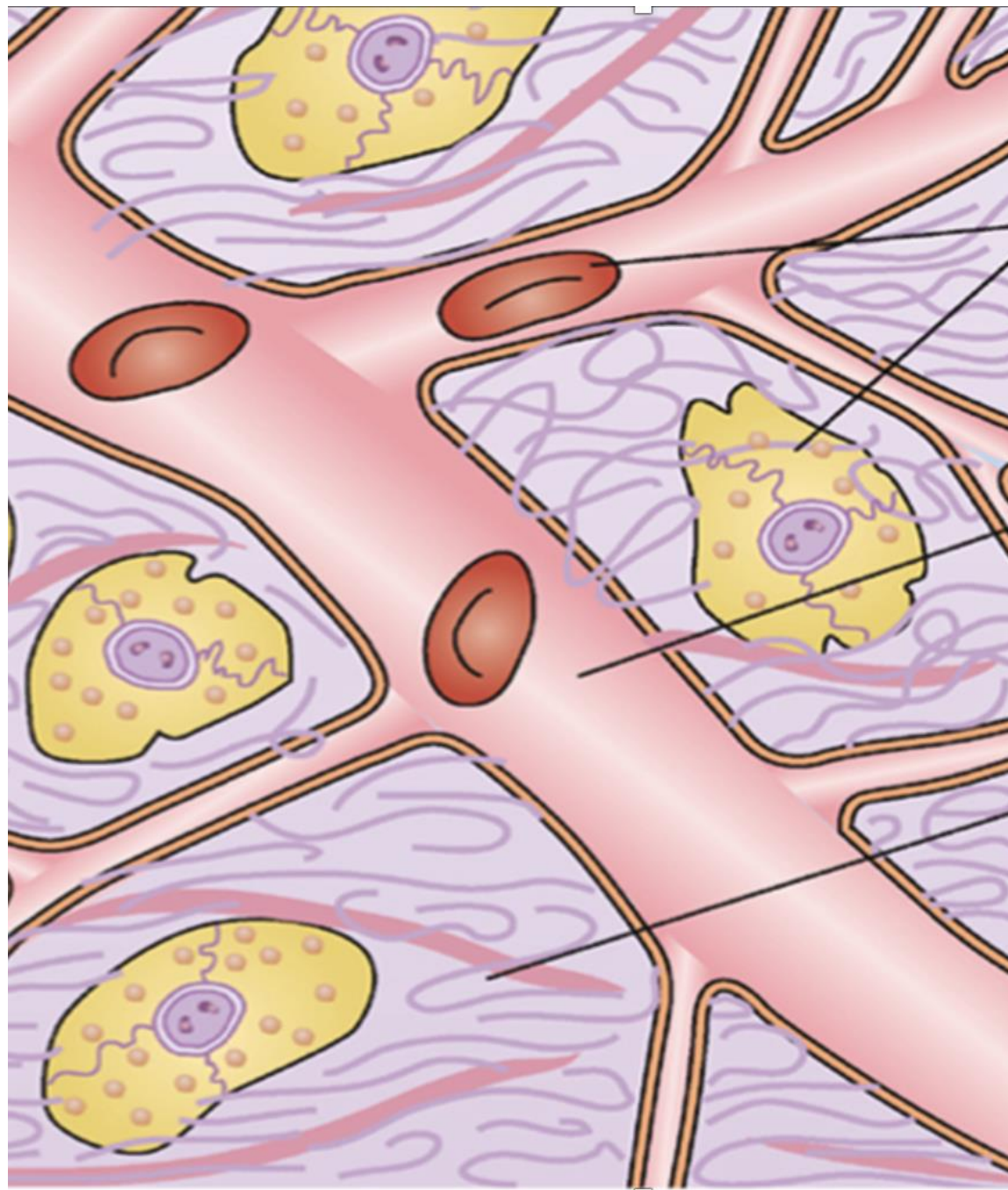
Рис. 1. Розподіл води в організмі. Під трансцелюлярною рідиною розуміють воду ліквору, суглобів і ШКТ

Склад позаклітинної рідини

Компонент	Концентрація, ммоль/л
Na ⁺	142 (135–145)
K ⁺	3-5
Ca ²⁺	2,5
Mg ²⁺	0,9
Cl ⁻	103
HCO ₃ ⁻	24
HPO ₄ ²⁻	1
SO ₄ ²⁻	0,5
Сечовина	до 8
Глюкоза	до 5,5
Білки	1,6
Органічні кислоти	5
Усього	≈ 300

Склад внутрішньоклітинної рідини

Компонент	Концентрація, ммоль/л
K ⁺	80–160
Na ⁺	20
Ca ²⁺	—
Mg ²⁺	17,5
Cl ⁻	6
HCO ₃ ⁻	14
HPO ₄ ²⁻	40
SO ₄ ²⁻	10
Сечовина	до 8
Глюкоза	до 5,5
Білки	3,8
Органічні кислоти	20
Усього	≈ 300



Внутрішньоклітинна рідина

Позаклітинна рідина (плазма)

Позаклітинна (інтерстиційна) рідина

Внутрішньоклітинний простір

Лева доля води організму міститься всередині клітини — це так званий внутрішньоклітинний водний секор. Всередині цього простору знаходиться 2/3 всієї води організму або **близько 40%** маси тіла здорової людини.

Міжклітинний простір (інтерстиція)

Міжклітинна рідина виконує в організмі роль **об'ємного буфера** — при крововтраті з неї мобілізується вода в судинне русло, а при передозуванні внутрішньовенно введених розчинів, зазвичай, більша їх частина депонується міжклітинно (в інтерстиції). Цієї рідини у дорослих близько 10–12 л, що відповідає 15–17% маси тіла.

Внутрішньосудинний простір

Через складність свого складу кров є особливим рідким середовищем, яке якісно відрізняється від рідини інших водних секторів. **Це фактично рідка утворена сумішшю автономних кров'яних клітин та міжклітинної рідини (плазми).** Другою відмінністю крові є її постійне переміщення в судинному руслі та активний обмін речовинами та газами з інтерстицією і різними органами.

Об'єм рідкої частини крові — плазми можна обрахувати за формулою:

Об'єм плазми (л) = маса тіла (кг) × 0,043.

З об'ємів плазми та формених елементів крові складається об'єм циркулюючої крові (ОЦК), який в нормі становить близько 7% МТ.

Трансцелюлярна рідина

Трансцелюлярна рідина — це рідина, яка міститься в порожнинах організму. Секрети, які належать до трансцелюлярної рідини, суттєво відрізняються один від одного за складом.

Виділяють **рідину природних замкнених порожнин**, рідину **шлунково-кишкового тракту** та рідину **сечовидільного сектора**.

1. Рідина природних замкнених порожнин знаходиться у **спинномозковому просторі**, очних яблуках, всередині суглобів, в плевральній, перикардіальній та перитонеальній порожнинах. Вона переважно виконує механічну роль **амортизатора** та регулятора внутрішньопорожнинного тиску (для головного та спинного мозку) або речовини, що знижує тертя (в синовіальних та серозних порожнинах). Загальна кількість цієї рідини в нормі не перевищує **100–200 мл**, але при деяких захворюваннях (плеврит, асцит) в серозних порожнинах може накопичуватися до 10–20 літрів рідини.

2. Рідина в порожнині **шлунково-кишкового тракту** знаходиться у вигляді **хімусу**, що є сумішшю вжитої води, їжі травних соків. Останні надходять у просвіт кишківника цілодобово в загальній кількості 6–8 літрів на добу. Проте завдяки постійному всмоктуванню рідини в кров *середній об'єм хімусу становить близько 1–2 літрів*.

3. **Сектор сечовидільної системи** є останнім резервуаром, який завершує циркуляцію води в організмі. На відміну від інших водних секторів, між якими може відбуватися перерозподіл води, рідина в порожнині сечовидільної системи виключається з подальшого обміну в організмі. *Ємність цього сектора — близько 500–800 мл. За добу нього проходить 1,5–2 літри рідини.*

В клініці виділяють також поняття **«третього водного простору»**. Його використовують тільки для характеристики патологічних станів. Третій водний простір включає рідину, яка накопичується в серозних порожнинах

Транспортні процеси

Дифузія

Активний транспорт

Фільтрація

Осмо́с - спонтанний рух розчинника через напівпроникну мембрану з менш концентрованого розчину в більше концентрований

Обмін води між судинами та тканинами здійснюється за

Старлінга:

через стінки капілярів легко переміщається вода,
електроліти, деякі органічні сполучення,
але погано транспортуються білки.

Між ними відбувається постійний обмін водою й розчиненими в ній речовинами через *напівпроникні мембрани*, являючи собою процеси *осмосу й дифузії*, які підкоряються двом законам: *електронеутральності й ізоосмолярності*.

- *Закон електронеутральності*: якщо з одного сектора виводиться якийсь іон, то на його місце обов'язково буде уведений інший іон з тим же знаком заряду.
- *Закон ізоосмолярності*: розчинник (H_2O) буде рухатися в такому напрямку, щоб вирівняти осмолярність (осмотичний тиск) у всіх секторах організму.
- **Осмотичний тиск** -це тиск, під яким розчинник проникає в розчин через напівпроникну мембрану

Склад внутрішньоклітинного сектору та позаклітинного

Натрій - основний позаклітинний катіон, що підтримує осмотичний тиск та pH у клітині та у позаклітинному просторі. Впливає на скорочення м'язів, нервову діяльність та стан серцево-судинної системи.

Калій - основний внутрішньоклітинний катіон, необхідний для проведення нервового імпульсу та скорочення м'язів.



NB! Оскільки K^+ є основним внутрішньоклітинним катіоном, слід пам'ятати, що загальний дефіцит K^+ в організмі може супроводжуватися його зниженням, нормальним або навіть підвищенням вмістом в плазмі.

Осмотичний тиск – рушійна сила обміну води між клітиною та позаклітинною рідиною

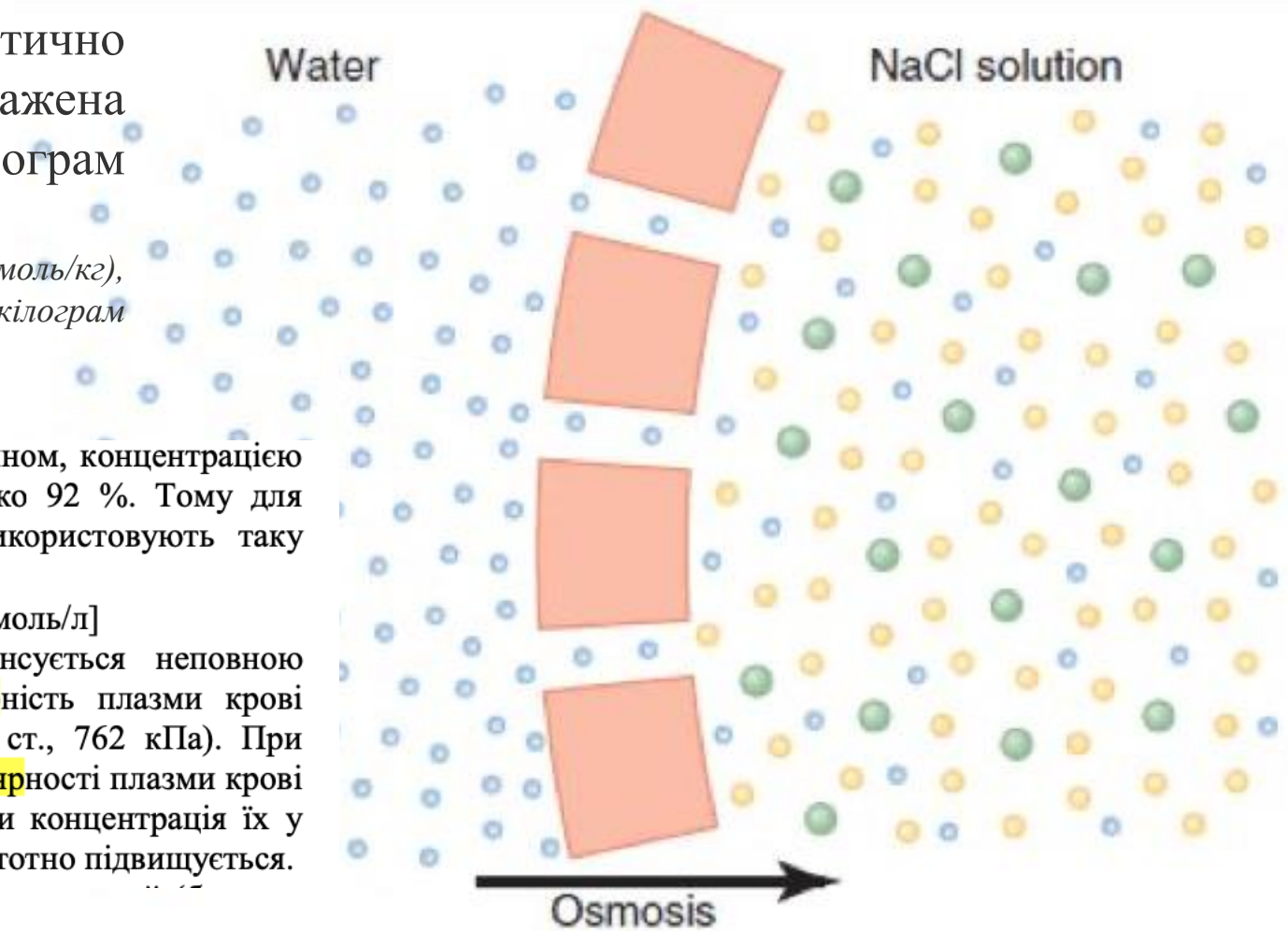
Осмолярність - це концентрація осмотично активних частинок у розчині, виражена через *осмолі* розчиненої речовини на кілограм розчинника.

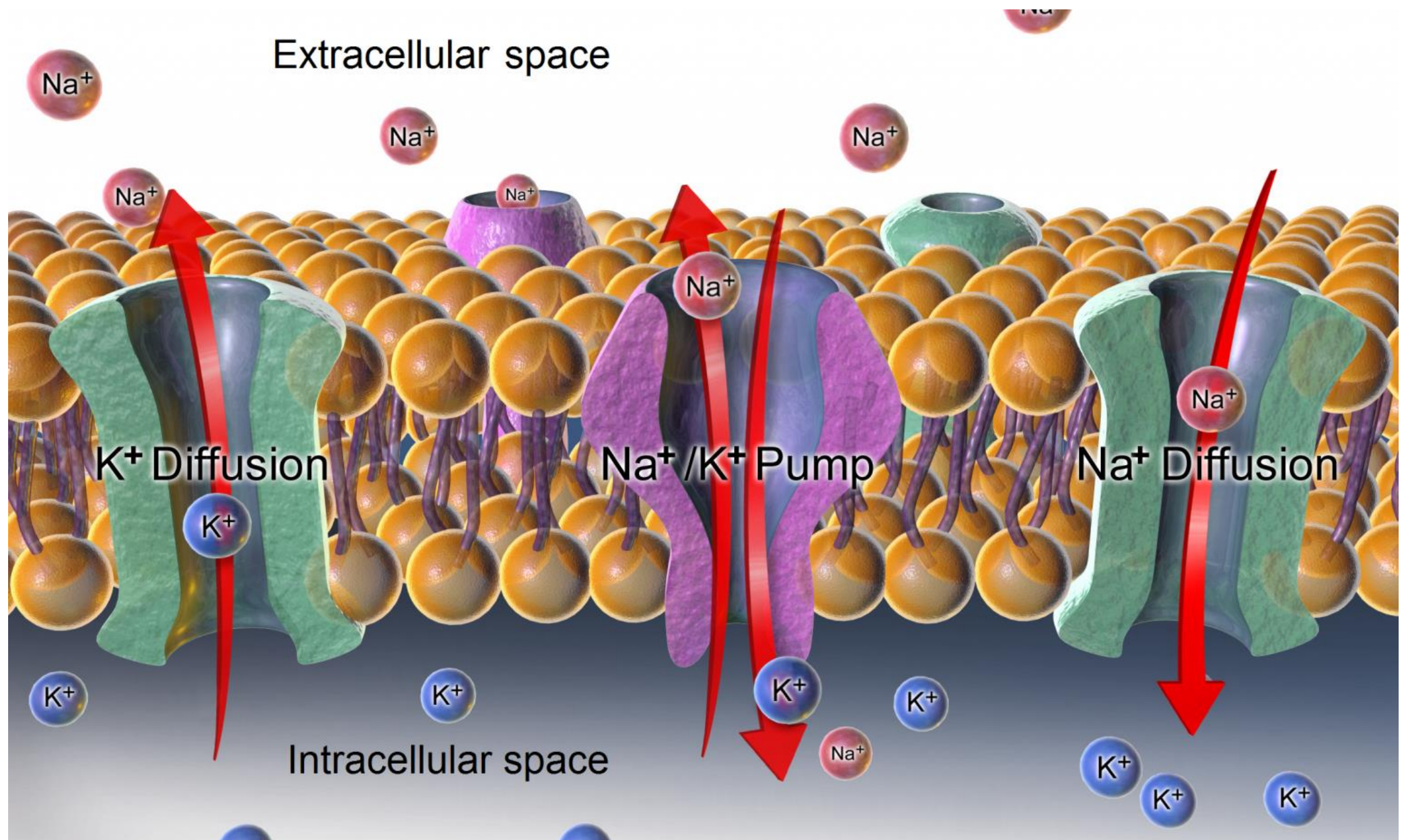
Одиницею осмолярності є осмоль на кілограм розчинника (осмоль/кг), але на практиці зазвичай використовується міліосмоль на кілограм розчинника (мосмоль/кг).

Осмотичний тиск плазми крові зумовлюється, головним чином, концентрацією іонів Na^+ і Cl^- , вклад яких у загальну величину складає близько 92 %. Тому для розрахунків величини загальної **осмолярності** плазми крові використовують таку формулу:

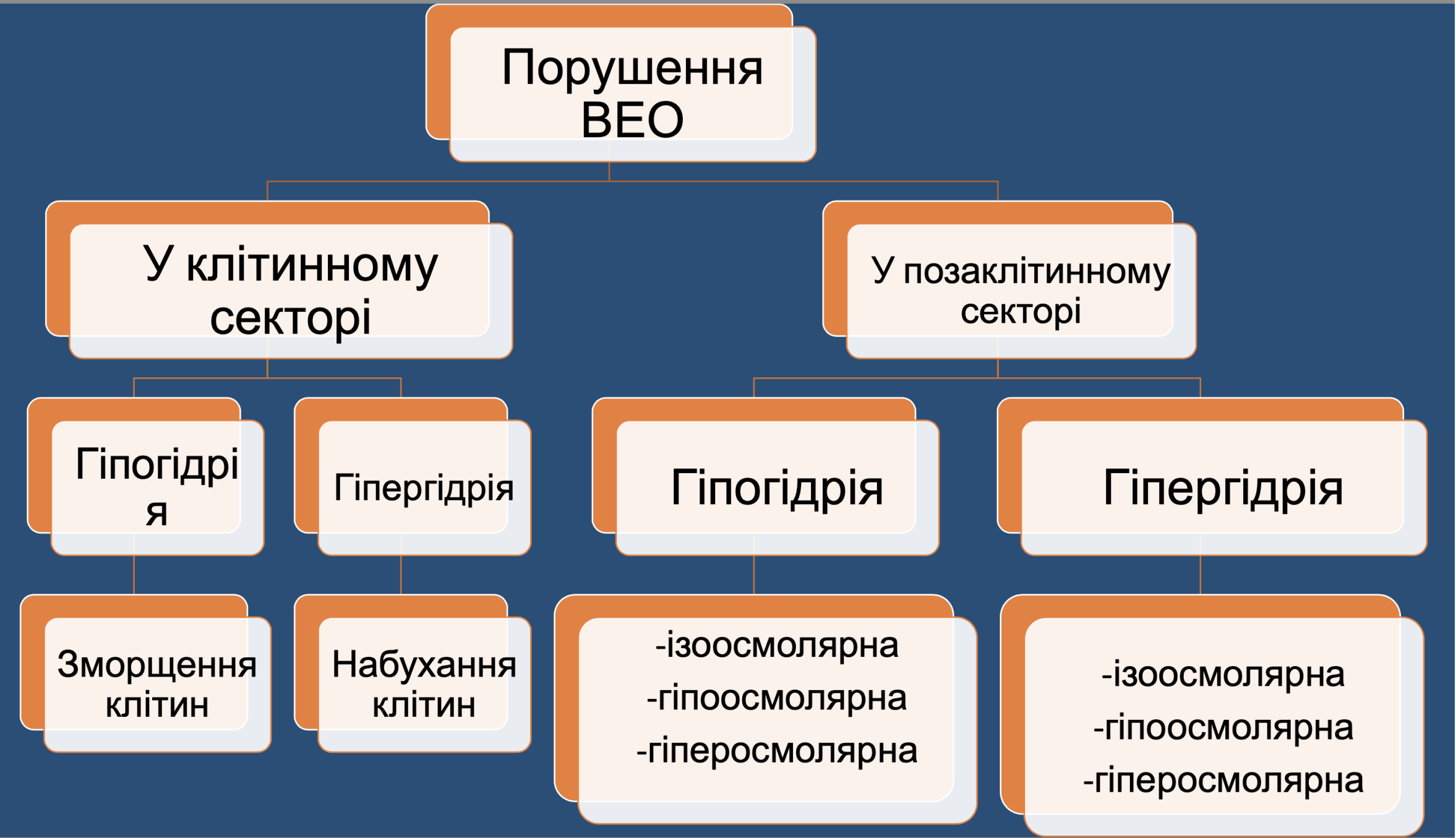
$$2 \times [\text{Na}^+, \text{ммоль/л}] + [\text{сечовина}, \text{ммоль/л}] + [\text{глюкоза}, \text{ммоль/л}]$$

Виключення із розрахунку катіонів K^+ і Ca^{2+} компенсується неповною дисоціацією хлориду натрію. У фізіологічних умовах **осмолярність** плазми крові становить близько 292 ммоль/л (292 мосм/л, або 5700 мм рт. ст., 762 кПа). При нормальному вмісті сечовини і глюкози їх вклад у величину **осмолярності** плазми крові дуже малий, але у важких випадках уремії чи гіперглікемії, коли концентрація їх у плазмі зростає у 15 і більше разів, осмотичний тиск плазми крові істотно підвищується.





Порушення ВЕО



```
graph TD; A[Порушення ВЕО] --> B[У клітинному секторі]; A --> C[У позаклітинному секторі]; B --> D[Гіпогідрія]; B --> E[Гіпергідрія]; D --> F[Зморщення клітин]; E --> G[Набухання клітин]; C --> H[Гіпогідрія]; C --> I[Гіпергідрія]; H --> J["-ізоосмолярна<br>-гіпоосмолярна<br>-гіперосмолярна"]; I --> K["-ізоосмолярна<br>-гіпоосмолярна<br>-гіперосмолярна"];
```

У клітинному секторі

Гіпогідрія

Зморщення клітин

Гіпергідрія

Набухання клітин

У позаклітинному секторі

Гіпогідрія

-ізоосмолярна
-гіпоосмолярна
-гіперосмолярна

Гіпергідрія

-ізоосмолярна
-гіпоосмолярна
-гіперосмолярна

Зневоднення (дегідратація)

Ізотонічне зневоднення

Дефіцит води та електролітів, з нормальним осмотичним тиском

Причини ізоосмолярної гіпогідратації такі:

- 1) кровотечі;
- 2) втрата вмісту ШКТ при блюванні, фістулах шлунка й кишечника, жовчних шляхів, підшлункової залози, діареї, кишкової непрохідності; 20
- 3) поліурія внаслідок застосування діуретиків, зниження концентраційної здатності нирок;
- 4) перитоніт;
- 5) опіки;
- 6) видалення асцитичної рідини.

Виникають: симптоми гіповолемії (зниження артеріального і центрального венозного тиску, тахікардія), симптоми ішемії центральної нервової системи (ЦНС), олігурія (преренальна ГНН), сухість слизових оболонок, сухість і зниження еластичності шкіри. В критичних випадках — гіповолемічний шок.

• Гіпертонічне зневоднення

Зневоднення з переважними втратами води на елетролітами, зі збільшенням осмотичного тиску

- **Причини:** **недостатнє надходження води** (найчастіше — у пацієнтів без свідомості); втрата води через легені (гіпервентиляція) або гіпотонічних рідин через шкіру, ШКТ або нирки (нецукровий діабет, осмотичний діурез, спричинений глюкозурією). Підвищений осмотичний тиск позаклітинної рідини **спричиняє дифузію води з внутрішньоклітинного до позаклітинного простору, що призводить до зменшення і внутрішньоклітинного простору (зневоднення клітин).**

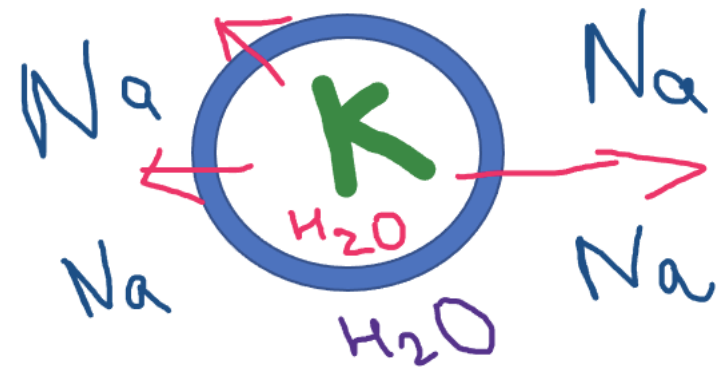
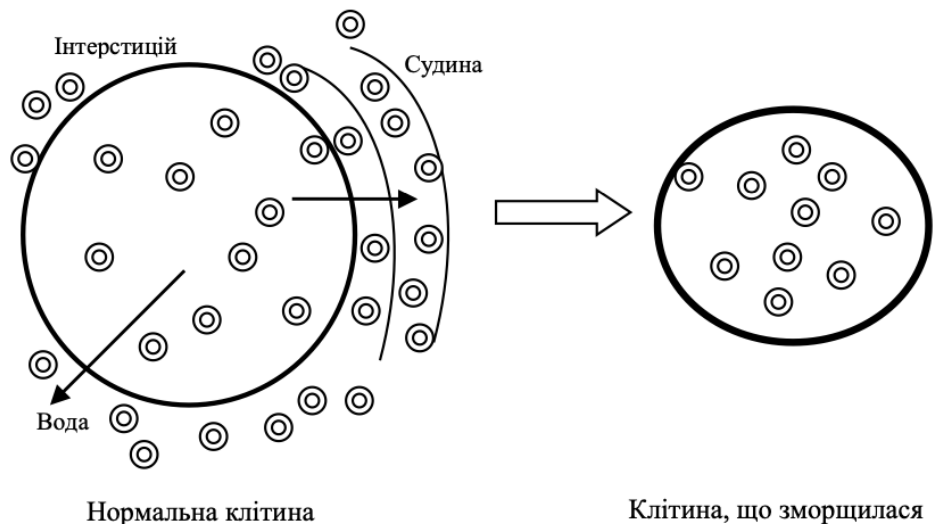
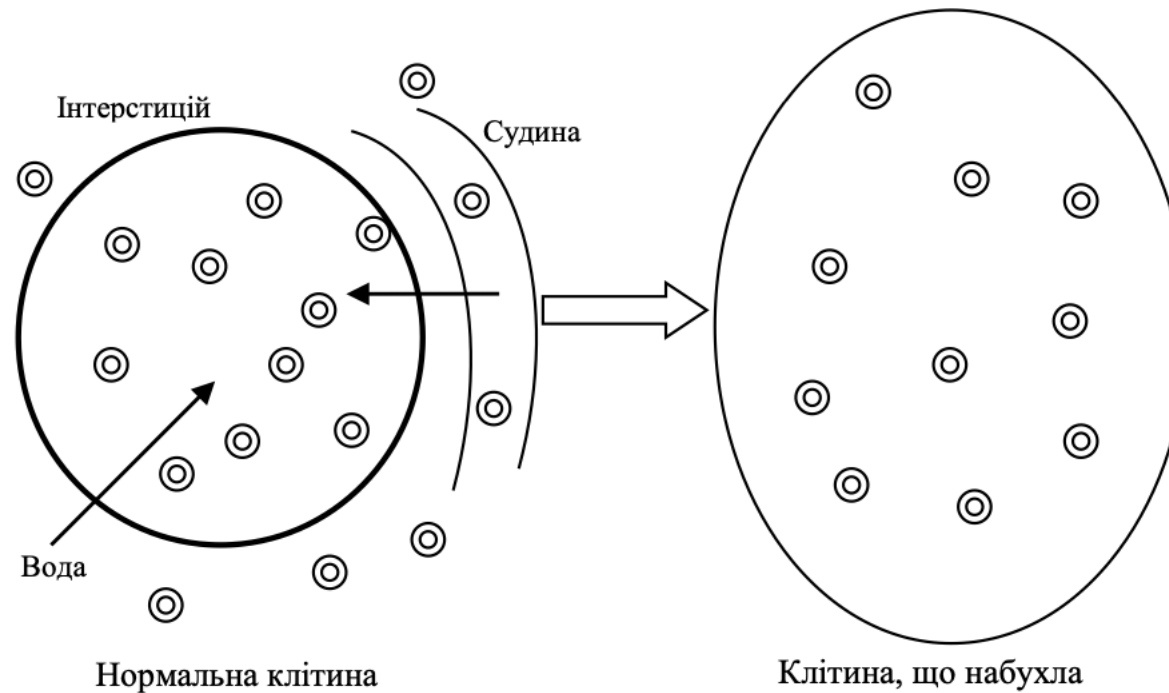


Рис. 9. Зморщування клітини при гіпоосмолярних станах

Гіпотонічне зневоднення (Гіпоосмолярна гіпогідратація-позаклітинного сектора)

Переважно втрачаються електроліти! Дефіцит води у організмі, який протікає зі зменшеною ефективною молярністю (гіпотонічністю) рідин організму. **Причиною** є втрата ізотонічних рідин нирками або через ШКТ, частково компенсована прийомом гіпотонічних рідин (напр., чаю без цукру). Внаслідок цього **рідина з міжклітинного середовища проникає у внутрішньоклітинний, що призводить до набряку клітин (особливо ЦНС), а також подальшого зменшення кількості рідини у позаклітинному середовищі (посилення гіповолемії).**



Види гіпергідратації

Ізотонічна гіпергідратація

Характеризується збільшенням кількості рідини у позаклітинному просторі, що проявляється набряками.

Причиною є збільшення у організмі кількості натрію у вигляді ізотонічного розчину.

У нагромадженні натрію і води в організмі беруть участь гормональні фактори

(активація ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, відносна недостатність натрійуретичних гормонів, таких, як передсердний натрійуретичний пептид) і нервові (збудження симпатичної нервової системи).

Причини:серцева недостатність, цироз печінки, нефротичний синдром, ниркова недостатність.

Гіпертонічна гіпергідратація

Надлишок води в організмі зі збільшеною ефективною молярністю (гіпертонія) рідин організму. **Причина:** найчастіше — це надмірне поступлення гіпертонічних розчинів натрію (пиття морської води особами, які потерпіли корабельну аварію, годування через зонд) або ізотонічних розчинів у пацієнтів зі зниженою видільною функцією нирок. Гіпертонія міжклітинної рідини спричиняє зневоднення клітин, зменшення внутрішньоклітинного та збільшення міжклітинного об'єму рідини.

Гіпотонічна гіпергідратація (водне отруєння)

Надмірна кількість води у організмі по відношенню до запасів натрію, що призводить до гіпонатріємії і зменшення ефективної молярності (гіпотонічності) рідин організму. Основна **причина** — знижене виділення вільної води нирками внаслідок ниркової недостатності (ГПН чи ХХН) або збільшеної секреції вазопресину під впливом неосмотичних стимулів

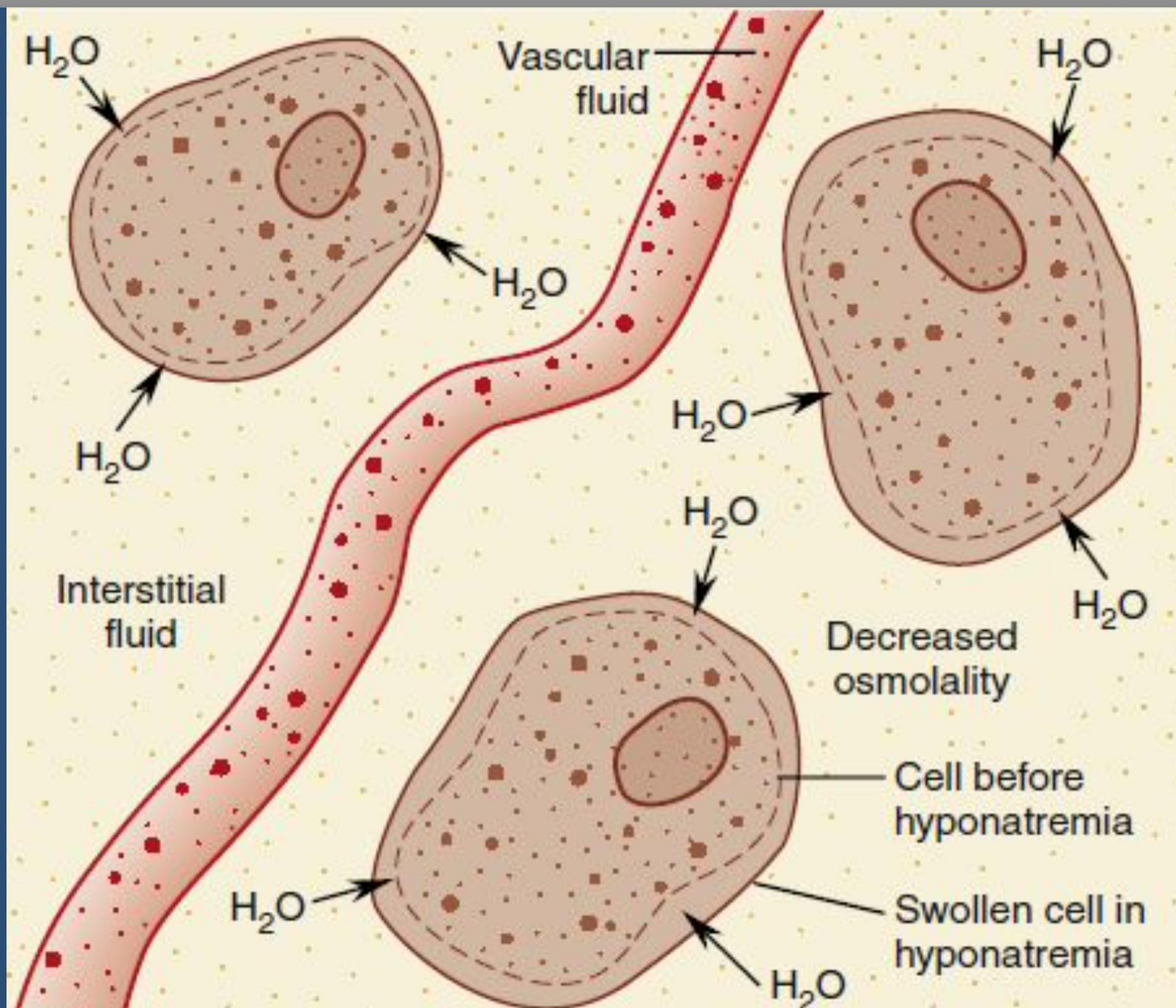
Ознаки гіпергідрії:

- Накопичення води в тканині (у міжклітинному просторі) – набряк (**oedema**)
- Накопичення води в порожнинах – водянка (**hydrops**): асцит, гідроперикард, гідроторакс тощо.
- Набрякова рідина (окрім випадку запалення) – **трансудат!**



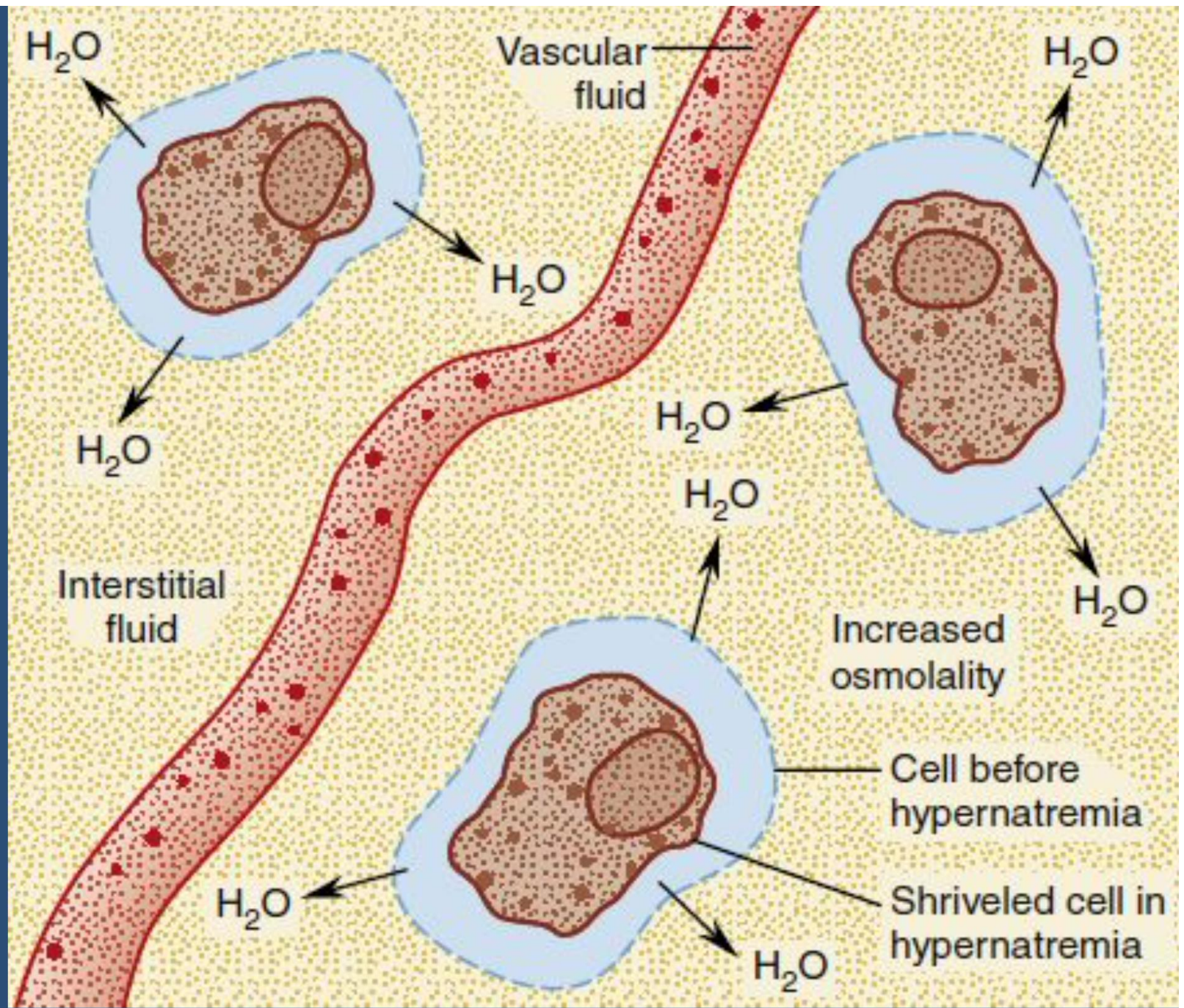
Набухання клітин:

- Внутрішньоклітинна гіпергідрія
- Причина: гіпоосмолярний стан позаклітинного середовища – **ГІПОНАТРІЄМІЯ**
- Найнебезпечніше – набухання клітин мозку!



Зморщення клітин:

- Внутрішньоклітинна гіпогідрія
- Причина: гіперосмолярний стан позаклітинного середовища – **ГІПЕРНАТРІЄМІЯ**
- Найнебезпечніше – зморщення клітин мозку!



Калій. Основний катіон **внутрішньоклітинного простору.**

Концентрація в плазмі коливається від 3,5 до 5,0 ммоль/л.

У внутрішньоклітинній рідині міститься 98% усього калію організму, у той час як у позаклітинній – тільки 2%.

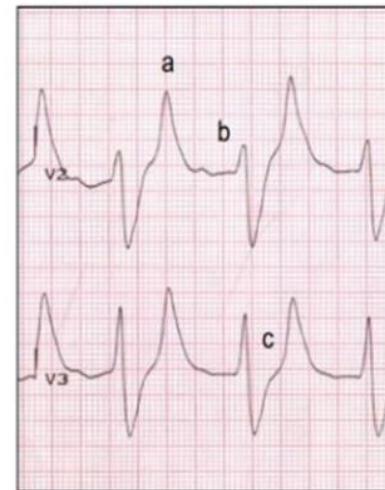
В основному калій міститься в печінці й м'язах, у клітинах яких його концентрація може досягати 150 ммоль/л; в еритроцитах його вміст становить 80 ммоль/л. Для підтримки КОС дуже важлива підтримка концентрації калію у внутрішньоклітинному секторі, тому що у випадку втрати клітиною калію за законом електронейтральності до неї повинні увійти інші катіони, у тому числі іони водню H^+ (на кожні 3 іони K^+ , що вивелись, припадає $2Na^+$ й $1H^+$). До 90% калію (75–150 ммоль/доб) виводиться із сечею, із калом – не більше 15%.

Фізіологічне значення калію величезне. Без нього неможливий синтез білків, глікогену. Він необхідний для забезпечення потенціалу спокою клітинних мембран, разом із натрієм і хлором формує потенціал дії.

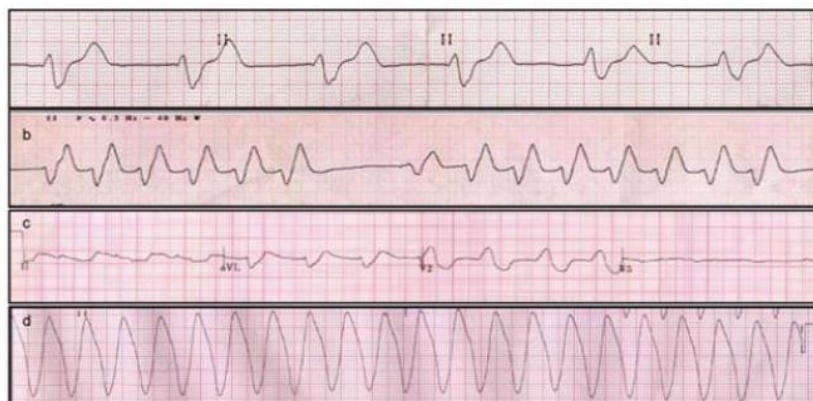
Пацієнт з гіперкаліємією:

ABCDE -алгоритм

A – прохідність дихальних шляхів	Розпізнання та лікування обструкції дихальних шляхів
B - дихання	Оцінка адекватності вентиляції: клінічний огляд, частота дихання, насичення O ₂ Забезпечити вентиляторну підтримку, якщо це необхідно.
C - кровообіг	Оцінка серцево-судинного стану: колір шкірних покривів, пульс, АТ, об'ємний статус, периферичний кровообіг, оцінка діурезу, серцевого ритму (ЕКГ, моніторинг), електроліти. Забезпечити внутрішньовенний доступ, лікування аритмій, корекцію аномалій електролітів.
D - неврологічний статус	Оцінити неврологічну функцію: показник AVPU або GCS і рівень глюкози в крові, підтримка ABC і усунення основної причини.
E - зовнішній вигляд	Оцінка з голови до ніг і пошук причини, наприклад, ознак травми, компартмент-синдрому, пальпація, шкірний висип. Перевірка температури.



ЕКГ у хворого з важкою формою гіперкаліємії (сироватковий K⁺ 9,1 ммоль / л) на ЕКГ - пікові хвилі Т (а), зменшені Р хвилі (b) і широкі QRS комплекси (c)



Аритмії у хворих з важкою гіперкаліємією, проявляються брадикардією з широким QRS [K⁺ 9,6 ммоль / л] (а), синусовий ритм з паузою [K⁺ 9,3 ммоль / л] (б) і синусовий ритм без паузи [K⁺ 8,4 ммоль / л] (в) і шлуночкова тахікардія [K⁺ 9,1 ммоль / л] (d).

Фактори ризику при гіперкаліємії

- ✓ Наявність залежності від діалізу (гемодіаліз чи перитонеальний діаліз)
- ✓ ХНН 4-5 стадія
- ✓ Нефротоксичні препарати
- ✓ Серцева недостатність
- ✓ Цукровий діабет
- ✓ Захворювання печінки
- ✓ Надниркова недостатність





Крок 1 - захист серця

Крок 2 - переміщення K^+ в клітини

Крок 3 - виведення K^+ з організму

Крок 4 - моніторинг калію та глюкози

Крок 5 - профілактика рецидиву

АЛГОРИТМ ТЕРАПЕВТИЧНИХ ВТРУЧАНЬ У ПАЦІЄНТА З ГІПЕРКАЛІЄМІЄЮ

БРИТАНСЬКА АСОЦІАЦІЯ
НИРКИ - 2014

Натрій є основним катіоном позаклітинного водного простору і визначає його **осмолярність**. Натрій підвищує нейром’язову провідність, збудливість симпатичних нервових закінчень, а разом з іонами кальцію – судинний тонус. *В нормі концентрація іонів натрію в плазмі крові коливається в межах 136-145 ммоль/л.* Порухення гомеостазу натрію являють собою серйозну небезпеку для життя і здоров’я пацієнта. Значні відхилення від норми в бік гіпо- або гіпернатріємії призводять до появи та *наростання неврологічної симптоматики* і навіть до пригнічення рівня свідомості

Концентрація Na ⁺ у плазмі, ммоль/л	Клінічна картина
135-145	Норма
< 125 або > 170	Сопор
< 120 або > 180	Кома і судоми
< 110 або > 200	Смерть

Клінічними проявами гіпернатріємії є: спрага, нудота, блювання, збудження, ступор, кома. Усі ці прояви є *неспецифічними* і часто приписуються іншим причинам. Діагноз гіпернатріємії ставиться на основі дослідження концентрації натрію в сироватці крові. **Додатковими ознаками є: підвищення осмолярності плазми, дегідратація, неврологічні порушення.**

Лікування полягає в корекції рівня натрію за умови, що швидкість зниження його концентрації в плазмі не повинна перевищувати 2 мекв/л за годину. При цьому швидкість корекції гіпернатріємії залежить від давності цього синдрому у конкретного хворого. Швидкість корекції хронічної гіпернатріємії не повинна перевищувати 8 ммоль/добу. Корекцію гострої гіпернатріємії не можна проводити швидше, ніж 1 ммоль/год.

Гіпонатріємія – це стан організму, коли концентрація натрію в сироватці крові нижча за 135 ммоль/л. Клінічно значущі зміни в організмі настають при зниженні концентрації натрію нижче 130 ммоль/л. Гіпонатріємія є проявом надлишку вільної води щодо кількості натрію в плазмі та позаклітинній рідині і, як правило, супроводжується гіпоосмолярним станом і розвитком неспецифічної неврологічної симптоматики (набряку мозку)

Порушення обміну кальцію

Гіпокальціємія – це стан, який характеризується зниженням рівня кальцію в плазмі крові (Са менше 2,1 ммоль/л або іонізованого Са менше 0,84 ммоль/л).

Причина

1. Недостатнє надходження кальцію (порушення всмоктування):

- гострий панкреатит;
- голодування;
- великі резекції кишечника;
- дефіцит вітаміну Д;
- порушення всмоктування жиру (ахолія, діарея).

2. Значні втрати кальцію:

- при ацидозі (з сечею);
- при алкалозі (з калом);
- при діареї, кровотечі;
- гіпо- та адинамії;
- захворювання нирок (ГУН);
- медикаментозний (глюкокортикоїди);

3. Підвищення потреби організму:

- при інфузії великої кількості донорської крові (цитрат натрію зв'язує іони Са);
- при ендогенній інтоксикації, шоку, хронічному сепсисі, астматичному статусі, алергічних реакціях.

4. Порушення кальцієвого обміну:

- недостатність паращитоподібних залоз (спазмофілія, тетанія).

Клінічна картина

- загальна слабкість, головокружіння, головний біль мігренозного характеру;
- психічні розлади;
- тетанія, парестезії, ларингоспазм; судоми, що можуть переходити в атонію;
- моторні та секреторні порушення функцій органів ШКТ;
- гіпервентиляція (дихальний алкалоз);
- збільшення ЧСС до пароксизмальної тахікардії, можлива асистолія;
- гіперрефлексія, гіпертонус м'язів, болючість м'язів;
- типове положення кисті у вигляді «руки акушера» або лапки (зігнута в лікті і приведена до тулуба рука);
- судоми м'язів обличчя («риб'ячий рот»);
- с-ми Хвостека, Труссо позитивні;
- посилення дії іонів K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , так як Са є антагоністом цих катіонів;

	Причини	Симптоми	ЕКГ	Лікування
Гіперкальціємія ($\text{Ca}^{+2} > 2,6$ ммоль/л)	Первинна-або третинна гіперфункція паращитовидних залоз Злоякісне новоутворення Саркоїдоз Ліки	Дезорієнтація Ослаблення Біль у животі Спад артеріального тиску Порушення ритму РЗК	Скорочення інтервалу QT Видовження часу тривання комплексу QRS Плоский зубець T Блокада AV РЗК	Інфузійна терапія Фуросемід 1мг/кг i. v. Гідрокортизон 200-300мг i. v. Памідронат 60-90мг i. v. Кальцитонін 6-8 од/кг/8 год. i. v. Оціни дії ліків Гемодіаліз
Гіпокальціємія ($\text{Ca}^{+2} < 2,1$ ммоль/л)	Хронічна ниркова недостатність Гостре запалення підшлункової залози Передозування блокаторів кальцієвих каналів Синдром токсичного шоку Рабдоміоліз Розпад пухлини	Парестезії Тетанус Конвульсії Блокада AV РЗК	Видовження інтервалу QT Інверсія зубця T Блокади AV РЗК	Кальцій хлор 10% 10-40 мл Сульфат магнію 50% 4-8 мл (в разі необхідності)
Гіпермагніємія $\text{Mg}^{+2} > 1,1$ ммоль/л	Ниркова недостатність Ятрогенна гіпермагніємія	Дезорієнтація Ослаблення Депресія дихання Біль у животі Порушення ритму РЗК	Видовження інтервалів PQ та QT Загострений зубець T AV блокада РЗК	Хлорид кальцію 10% 5-10 мл, повторити в разі необхідності Підтримка дихання (якщо є покази) Форсований діурез: 0,9% NaCl+ фуросемід 1мг/кг i. v. Гемодіаліз
Гіпомагніємія $\text{Mg}^{+2} < 0,6$ ммоль/л	Втрата через травний канал Поліурія Недостатнє харчування Алкоголізм Малабсорбція Погане всмоктування	Тремор Атаксія Ністагм Конвульсії Порушення ритму: Torsade de pointes РЗК	Видовження інтервалів PQ та QT Зниження сегменту ST Збільшення часу тривання комплексу QRS Torsade de pointes	Важка або симптомна: 2 г 50% сульфату магнію (4мл = 8 ммоль) i. v. впродовж 15 хв. Torsade de pointes: 2г 50% сульфату магнію (4мл= 8ммоль) i. v впродовж 10хв

Методи оцінки водно-електролітного складу організму

- **Клінічні методи**

Клінічні прояви порушень ВЕБ описані вище. Особливу увагу потрібно приділяти таким зовнішнім ознакам, як вологість шкіри (особливо в пахвових і пахових ділянках, слизових), тургор очних яблук, наявність набряків, заповнювання підшкірних вен і час їхнього заповнення при опусканні рук, наявність або відсутність спраги; гемодинамічні показники (особливо ЦВТ), темп діурезу.

- **Лабораторні методи**

Особливе значення мають гемоконцентраційні показники (Hb, Ht, протеїнемія), що зростають при гіпогідратації й знижуються при гіпергідратації, і концентрація електролітів (насамперед натрію й калію).

- **Метод балансів**

Цей метод є найбільш точним, хоча й складним у застосуванні й потребує деякого часу. Оцінка методом балансів використовується на тлі інфузійної терапії, що проводиться. Метод дозволяє оцінити як кількість води, так й окремих електролітів в організмі.

Основа методу балансів – порівняння надходження й виведення води й електролітів. Організм у такому випадку є своєрідним басейном, у який через одну трубу вода й електроліти надходять, а через іншу – виводяться.

Оцінка гідратації (рис. 10).

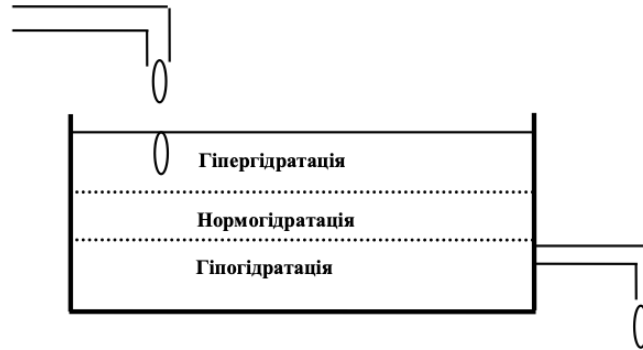


Рис. 10. Розрахунок водного балансу

За основу береться добова потреба у воді (40 мл/кг/доб). Якщо первісна оцінка виявляє гіпогідратацію, терапія призначається в більшому, ніж 40 мл/кг/доб об'ємі, при нормогідратації – в об'ємі 40 мл/кг/доб, при гіпергідратації – менше 40 мл/кг/доб. Об'єм ІТТ на початку визначається досить приблизно (велику роль відіграють досвід й інтуїція лікаря), але в процесі лікування він коригується за допомогою підрахунку балансу за певний час лікування (наприклад, за 6, 12, 18, 24 год). При початковій гіпогідратації ставиться мета досягнення позитивного балансу, при нормогідратації – нульового балансу, при гіпергідратації – негативного. Інтенсивність ІТТ визначається конкретною клінічною ситуацією, про що сказано вище. При підрахунку балансу враховуються всі шляхи надходження (внутрішньовенно, per os, ендогенна вода) й виведення води, включаючи невидимі фізіологічні й патологічні. Водний баланс підраховується в обов'язковому порядку раз на добу, при необхідності – частіше.

Наведемо приклад розрахунку водного балансу.

Маса 90 кг, $t^{\circ} 38^{\circ} \text{C}$			
+		—	
Внутрішньовенно, мл	3 200	Добовий діурез, мл	1 100
Per os, мл	400	Стік зі шлунка, мл	500
Ендогенна вода, мл	400	Стік з кишечника, мл	800
		Дренажі, мл	100
		Перспірація $15 \text{ мл/кг} \cdot 90 \text{ кг}$, мл	1 350
		Перспірація на t° , мл	500
Усього, мл	4 000	Усього, мл	4 350
Баланс, мл		= $4000 - 4350$	– 650

6.3. Розчини, що застосовуються для корекції ВЕО

6.3.1. Кристалоїдні сольові розчини

Розчини NaCl 0,85%, NaCl 0,9%. Одні з тих, що найширше застосовуються в медицині. За відсутності симптомів серцевої недостатності й при збережених функціях нирок використання навіть у високих дозах практично безпечно.

Розчини NaCl 3%, NaCl 5,8%, NaCl 7,5%, NaCl 10%. Гіпертонічні розчини натрію хлориду призначені для корекції дефіциту електролітів плазми. Невеликі об'єми цих розчинів (до 100 або 200 мл, залежно від концентрації) можуть бути використані для досягнення короточасного волемічного ефекту. Розчини натрію хлориду застосовуються також для усунення метаболічного гіпохлоремічного алкалозу. 7,5% NaCl добре зарекомендував себе при лікуванні гострого набряку мозку внаслідок ТЧМТ й ГПМК.

Розчини NaHCO₃ 4,2%, NaHCO₃ 8,4%. Застосовуються для усунення метаболічного ацидозу. Швидке їхнє введення створює також короточасний волемічний ефект. Розчин гідрокарбонату натрію в концентрації 8,4% є одномолярним. Звичайно використовується 4,2% розчин, тому що він менше подразнює венозну стінку.

Розчин Рингера. Тривалий час розглядався як "ідеальний ізотонічний сольовий розчин для ведення хворих в агресивному й постагресивному періоді". Як і всі сольові розчини не забезпечує організм субстратом для енергоутворювання.

Розчин Рингера лактат. Гіпотонічний розчин, за тонічністю наближається до нормальної осмолярності плазми. Лактат, що метаболізується, "має поповнювати дефіцит буферних основ організму хворого". Аналогічні розчини випускаються під назвою "Лактасол" або розчин Гартмана.

Молярні концентрації електролітів у сольових розчинах

Розчин	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	Ca ²⁺	Гідрокарбонат	Лактат	Ацетат	Глюкоза	Осмолярність
NaCl 0,85%	145,2	—	145,2	—	—	—	—	—	290,4
NaCl 0,9%	153,9	—	153,9	—	—	—	—	—	307,8
NaCl 3%	513,0	—	513,0	—	—	—	—	—	1026,0
NaCl 5,8%	991,0	—	991,0	—	—	—	—	—	1982,0
NaCl 7,5%	1283,0	—	1283,0	—	—	—	—	—	2566,0
NaCl 10%	1710,0	—	1710,0	—	—	—	—	—	3420,0
NaHCO ₃ 4,2%	500,0	—	—	—	500,0	—	—	—	1000,0
NaHCO ₃ 8,4%	1000,0	—	—	—	1000,0	—	—	—	2000,0
Рингера	147,0	4,0	157,0	3	—	—	—	—	310,0
Рингера лактат	131,1	4,0	113,8	3,6	—	28,5	—	—	281,0
Рингера-Локке	156,4	2,7	160,3	1,8	2,4	—	—	5,6	329,0
Дисоль	127,0	—	102,6	—	—	—	24,4	—	254,0
Трисоль	133,4	13,4	99,0	—	47,8	—	—	—	294,0
Ацесоль	110,0	13,4	99,0	—	—	—	24,4	—	246,8
Хлосоль	124,5	20,0	101,0	—	—	—	43,5	—	289,0
Квартасоль	124,6	20,0	101,0	—	11,8	—	31,7	—	289,0
Філіпс-2	150,0	—	102,5	—	47,5	—	—	—	300,0
KCl 7,5%	—	1005,0	1005,0	—	—	—	—	—	2010,0
CaCl ₂ 1%	—	—	180,0	90,0	—	—	—	—	270,0

Склад розчинів вуглеводів

Розчин	Глюкоза (декстроза), г/л	Фруктоза (фруктоза), г/л	Осмолярність
Глюкоза 5%	50	—	278,0
Глюкоза 10%	100	—	555,0
Глюкоза 20%	200	—	1110,0
Глюкоза 40%	400	—	2222,0
Фруктоза 5%	—	50	278,0
Фруктоза 10%	—	100	555,0

გაკუთა ზა უბაჩუ

