

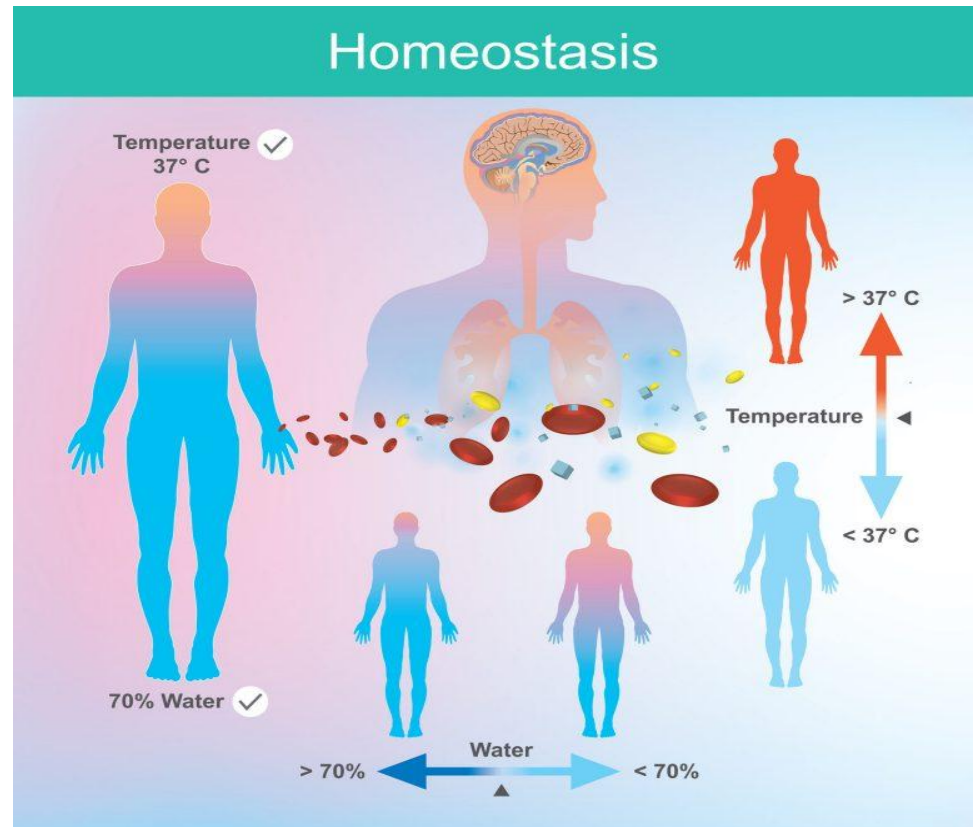


# ПОРЕМЕЋАЈ МЕТАБОЛИЗМА ВОДЕ И МИНЕРАЛА

# Хомеостаза

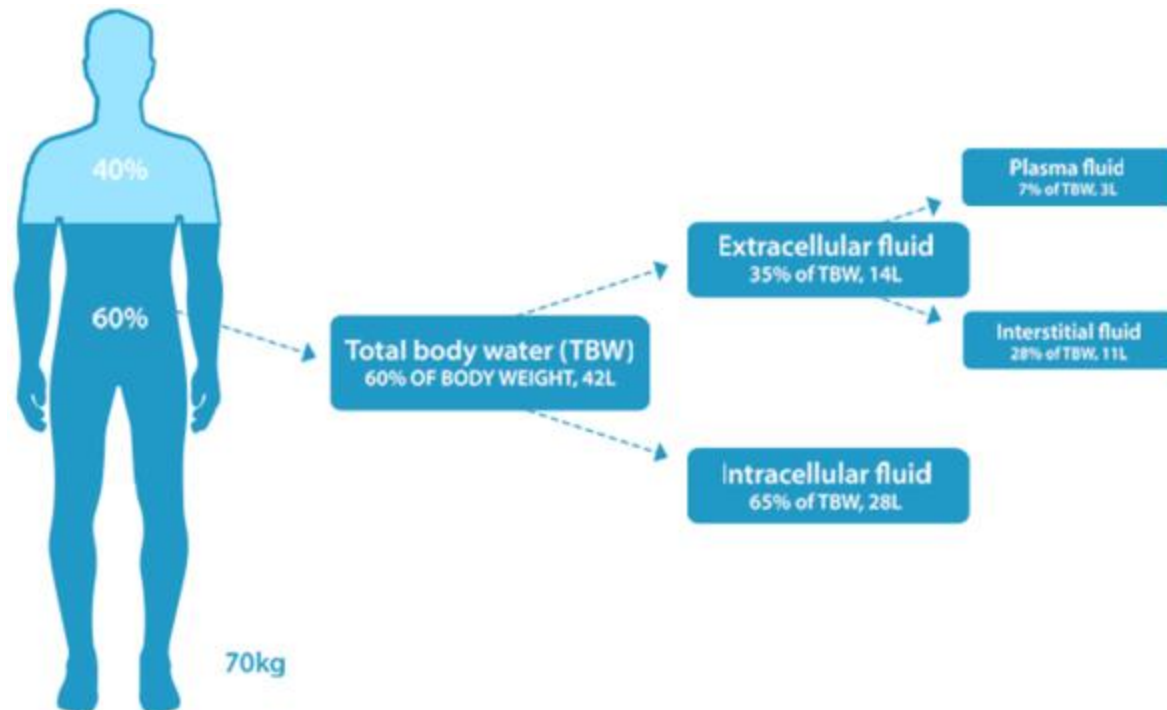
- Представља услов за одржање морфолошког и функционалног интегритета организма.

- Изоволемија
- Изоосмија
- Изојонија
- Изохидрија



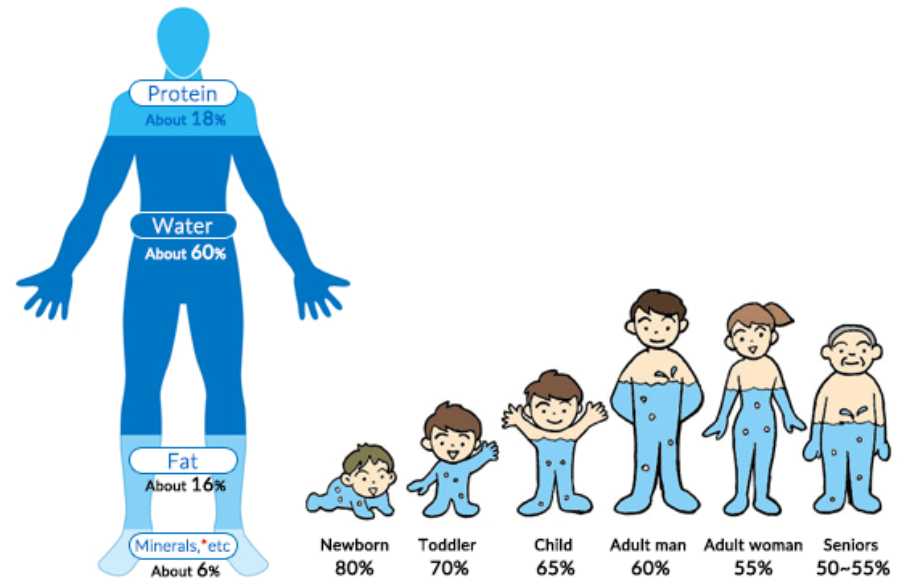
# Дистрибуција телесних течности

- Главни одељци телесне течности су:
  - 1) Интрацелуларна течност
  - 2) Екстрацелуларна течност (интерстицијална и интраваскуларна)Други одељци: лимфни простор и трансћелијске течности



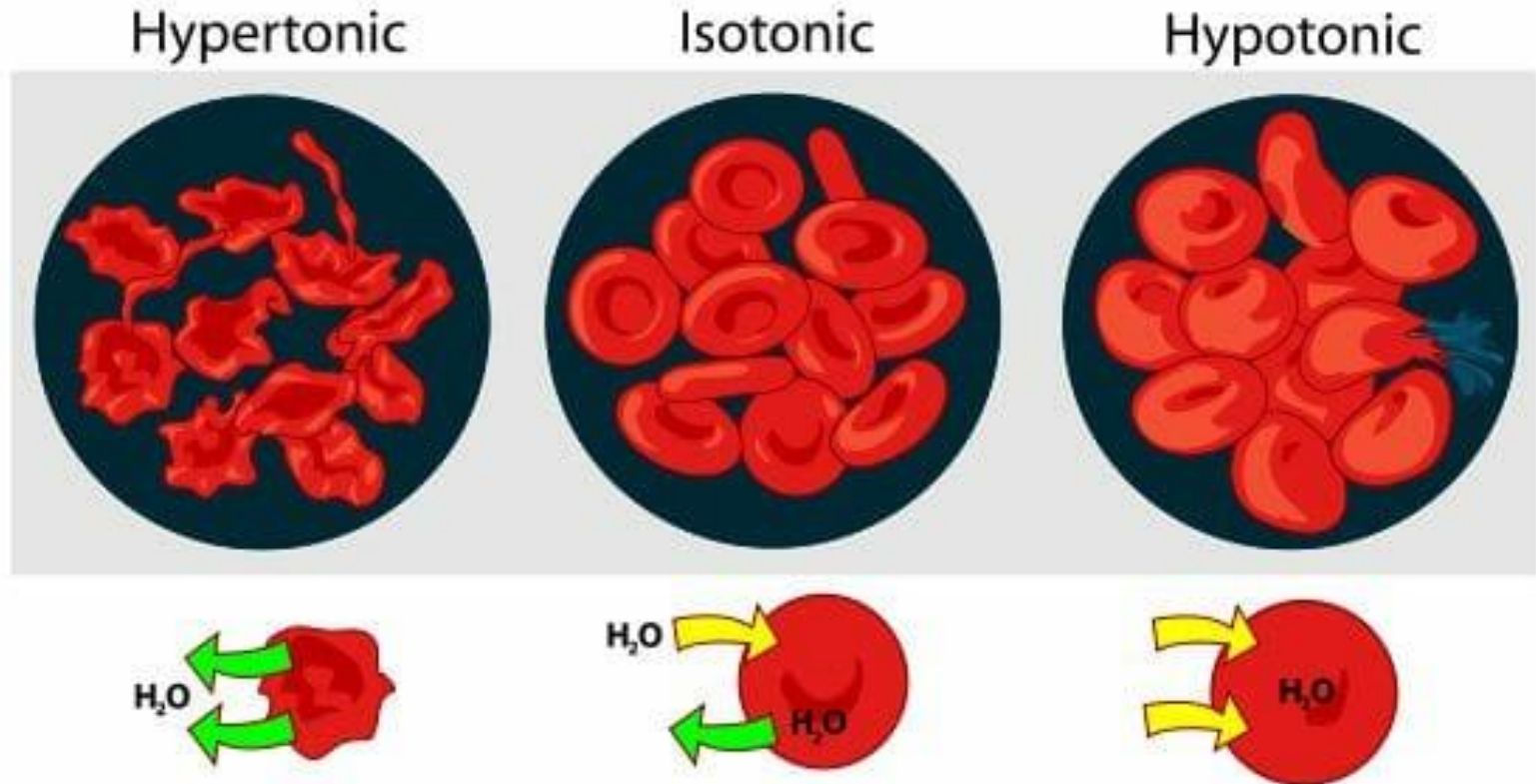
# Дистрибуција телесних течности

- Количина укупне телесне течности зависи од:
  - Старости
  - Пола
  - Степена гојазности

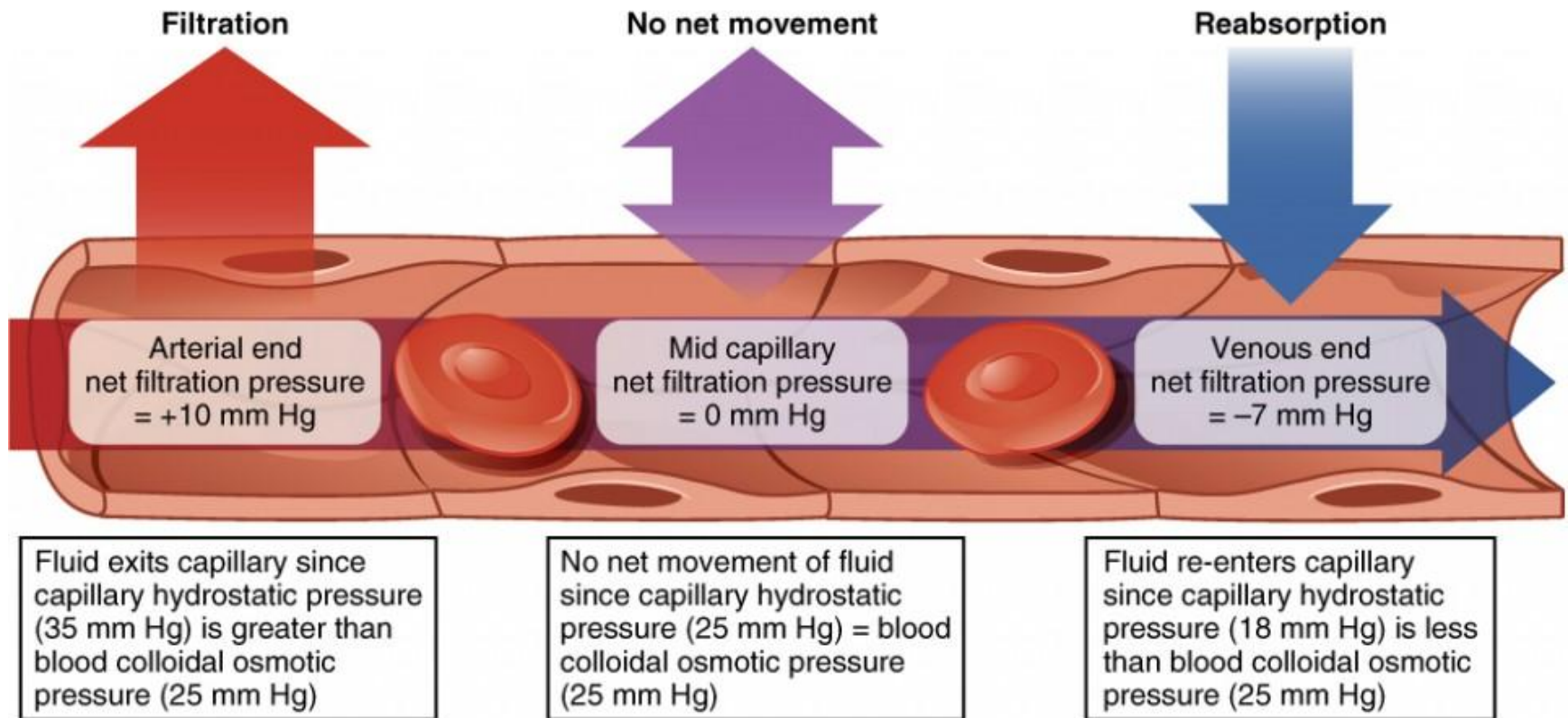


- Дневни промет течности у организму је између 2 400 ml и 3 200 ml.

# Кретање воде између интрацелуларног и екстрацелуларног простора



# Кретање воде између интраваскуларног и интерстицијалног простора



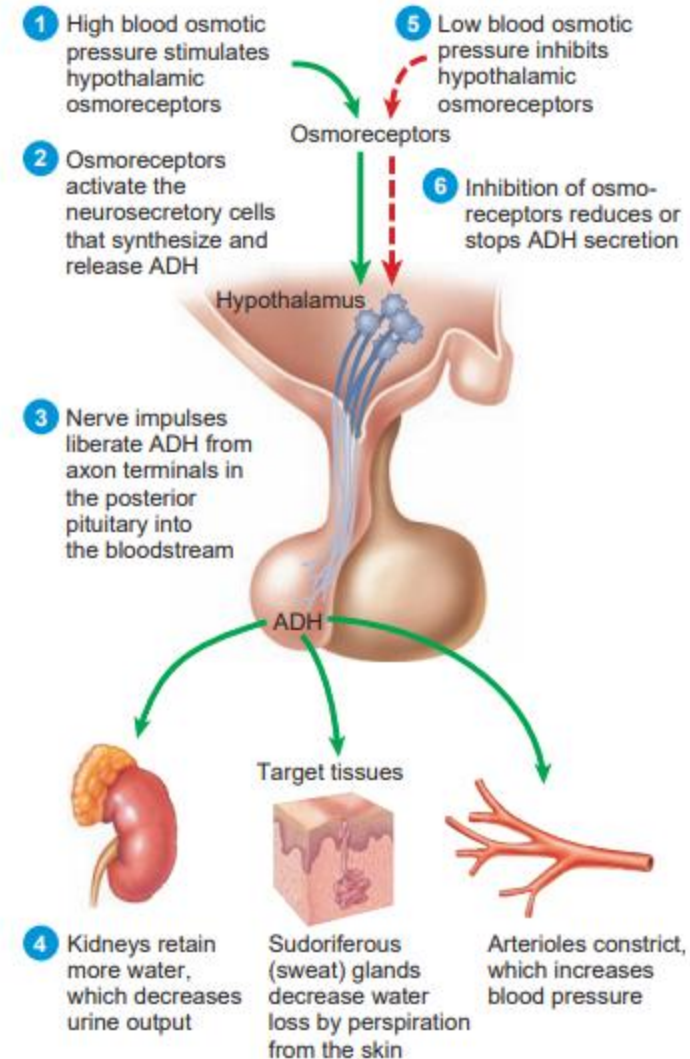
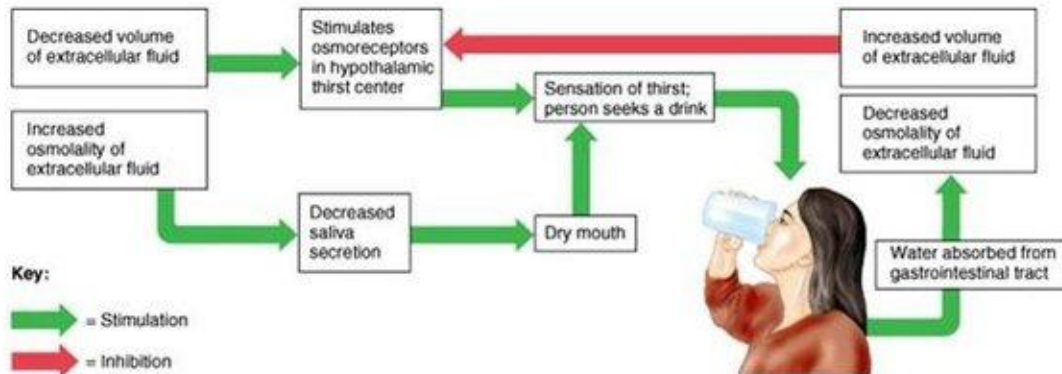


# Метаболизам воде

- Укупна количина воде у организму регулисана је:

- Осећајем жеђи
- Секрецијом антидиуретског хормона

## Thirst mechanism



# Метаболизам натријума и хлорида

- Натријум је главни катјон екстрацелуларне течности.
  - Одржава осмоларност ЕСТ
  - Одржава неуромишићну раздражљивост
  - Регулише ацидо-базну равнотежу
- Хлориди су главни анјони екстрацелуларне течности.
  - Одржавају електронеутралност

## Composition of body fluids

### Extracellular fluid (plasma)

Na <sup>+</sup>	142	mmol/ℓ
K <sup>+</sup>	4	mmol/ℓ
Ca <sup>2+</sup>	2	mmol/ℓ
Mg <sup>2+</sup>	1	mmol/ℓ
Cl <sup>-</sup>	105	mmol/ℓ
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	27	mmol/ℓ
Phosphates	1	mmol/ℓ
Protein	70	g/ℓ
Osmolarity	290	mosm/ℓ

### Intracellular fluid

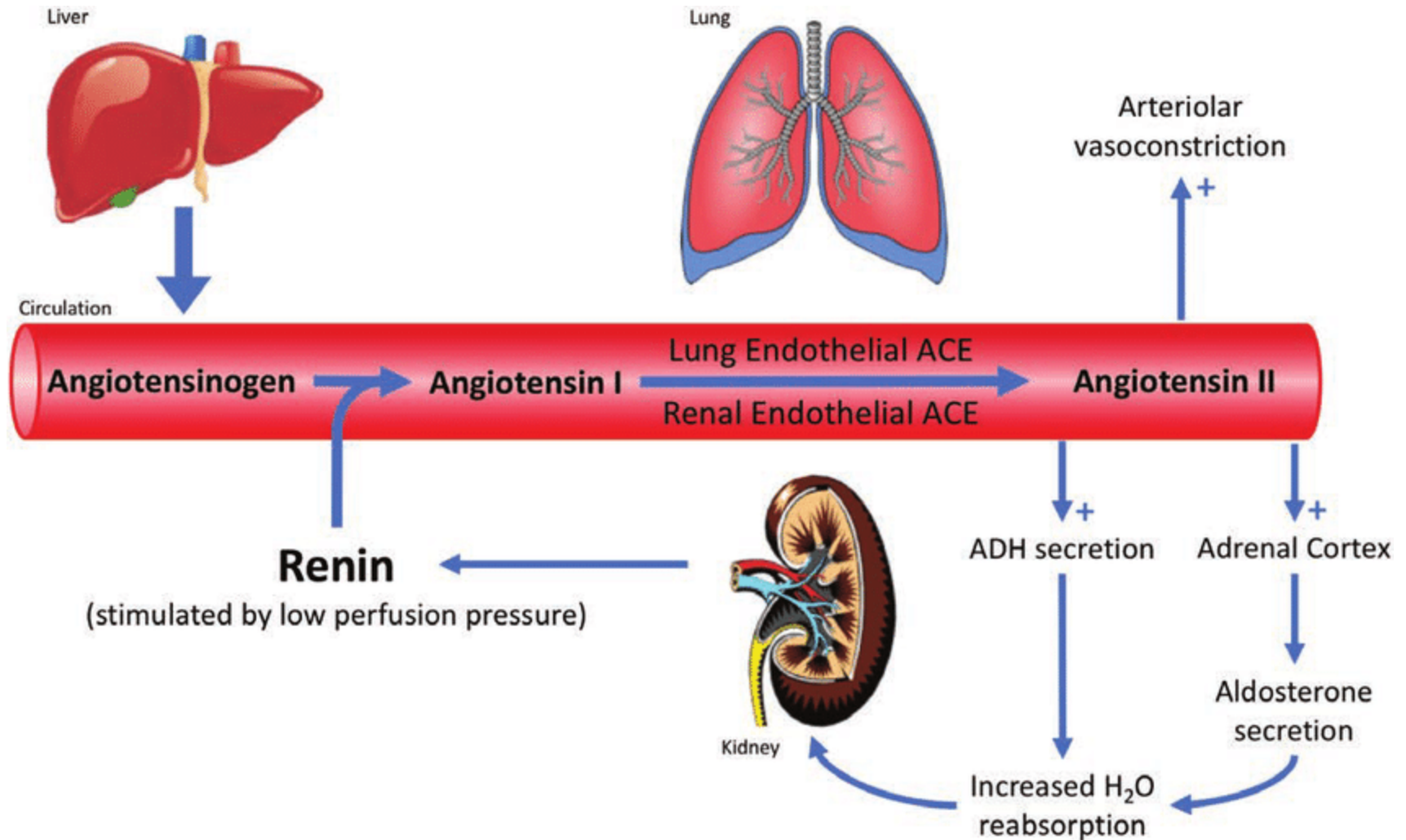
Na <sup>+</sup>	10	mmol/ℓ
K <sup>+</sup>	160	mmol/ℓ
Ca <sup>2+</sup>	<0.01	mmol/ℓ
Mg <sup>2+</sup>	13	mmol/ℓ
Cl <sup>-</sup>	3	mmol/ℓ
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10	mmol/ℓ
Phosphates	100	mmol/ℓ
Protein	200	g/ℓ
Osmolarity	290	mosm/ℓ



# Регулација метаболизма натријума

- Минералокортикоиди су стероиди који доводе до задржавања јона натријума и губитка јона калијума и водоника.
- Алдостерон
  - Ренин-ангиотензин-алдостерон систем, ангиотензин II, концентрација јона натријума и калијума

# Ренин-ангиотензин-алдостерон систем



# Регулација метаболизма натријума

- Натриуретски хормони.
  - Смањују тубулску реапсорпцију натријума.
  - Атријални натриуретски фактор-продукују мишићне ћелије предкомора као одговор на повећање волумена крви.
  - Мождани натриуретски пептид-изазива натриурезу, вазодилатацију и инхибицију ослобађања алдостерона.

# Поремећаји метаболизма телесних течности

- Смањење запремине течности унутар појединих одељака- дехидратација.
- Повећање запремине течности- едеми и хиперхидратација.

# Поремећаји метаболизма телесних течности

- Поремећаји осмоларности ЕСТ:
  - Изоосмоларни (изотонијски)
  - Хиперосмоларни (хипертонијски)
  - Хипоосмоларни (хипотонијски)

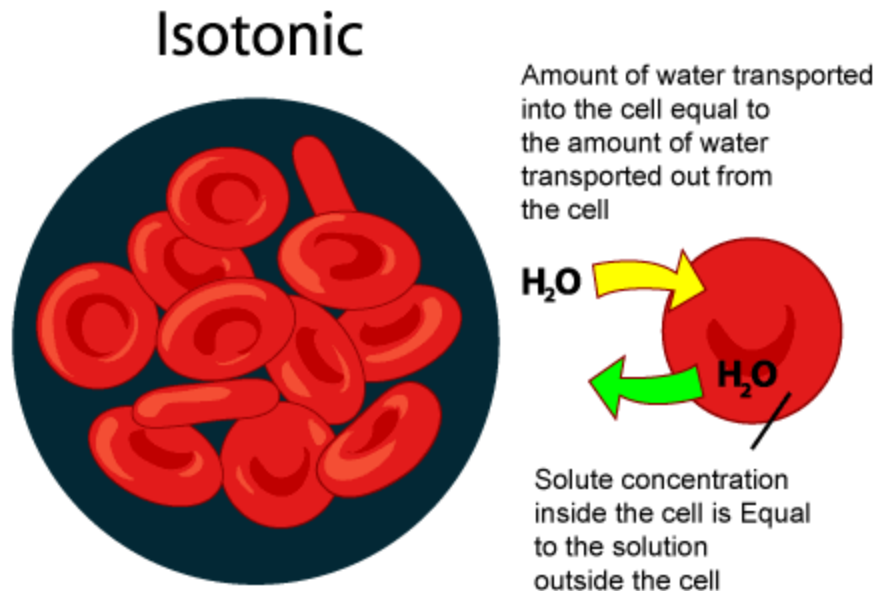
# Изоосмоларни (изотонијски) поремећаји

- Пропорционални губитак садржаја воде и електролита- изотонијска дехидратација.
- Пропорционално повећање садржаја воде и електролита- изотонијска хиперхидратација.



# Изотонијска дехидратација

- Нормална осмоларност ЕСТ, запремина ИСТ се не мења. Јавља се смањење запремине изотонијске ЕСТ.
- Крварење, екстремно знојење, губитак течности из обимних рана и интестиналном секрецијом.
- Карактерише се симптомима хиповолемије ЕСТ.



# Изотонијска хиперхидратација

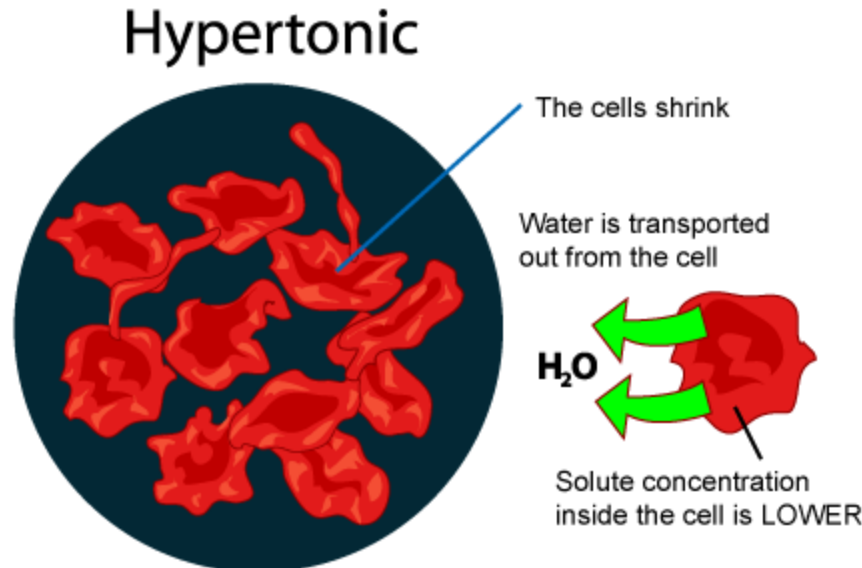
- Нормална осмоларност ЕСТ, запремина ИСТ се не мења. Повећање запремине изотонијске ЕСТ.
- Примена нормоосмоларних раствора (NaCl 0,9%), повећана активност минералокортикоида.
- Карактерише се симптомима хиперволемије ЕСТ.

# Хиперосмоларни (хипертонијски) поремећаји

- Повећање осмоларности ЕСТ, јавља се интрацелуларна дехидратација.
- Настаје због губитка воде, повећања садржаја соли или комбинацијом ова два поремећаја.
  - Хипертонијска дехидратација
  - Хипертонијска хиперхидратација

# Хипертонијска дехидратација

- Смањење запремине и повећање осмоларности ЕСТ.
- Недовољно уношење воде, повећани губитак воде (полиурија, дијареја, знојење), *diabetes insipidus*.
- Карактерише се симптомима хиповолемије ЕСТ и интрацелуларне дехидратације.



# Хипертонијска хиперхидратација

- Повећање запремине и осмоларности ЕСТ.
- Примена хиперосмоларних раствора (NaCl 10%), примарног хипералдостеронизма, *Cushing-ове* болести.
- Карактерише се симптомима хиперволемије ЕСТ и интрацелуларне дехидратације.

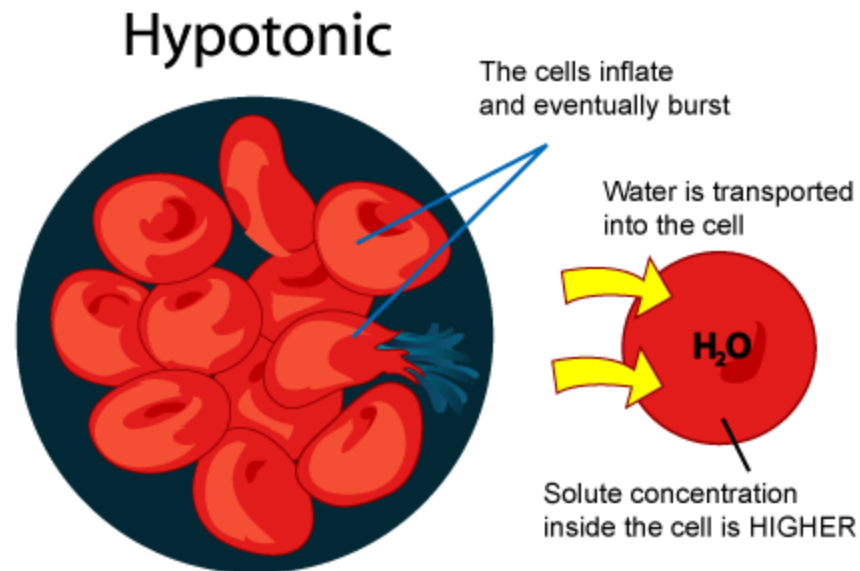
# Хипоосмоларни (хипотонијски поремећаји)

- Смањење осмоларности ЕСТ, јавља се интрацелуларна хиперхидратација.
- Настаје због губитка соли, повећања садржаја воде или комбинацијом ова два поремећаја.
  - Хипотонијска дехидратација
  - Хипотонијска хиперхидратација



# Хипотонијска дехидратација

- Смањење запремине и осмоларности ЕСТ.
- Смањено уношење натријума, ренални и екстраренални губитак натријума.
- Карактерише се симптомима хиповолемије ЕСТ и интрацелуларне хиперхидратације.



# Хипотонијска хиперхидратација

- Повећање запремине ЕСТ и смањење осмоларности ЕСТ.
- Примена хипотонијских раствора и раствора глукозе, синдром неадекватне секреције АДН, олигурична фаза АВІ.
- Карактерише се симптомима хиперволемије ЕСТ и интрацелуларне хиперхидратације.

# Патофизиолошке последице повећања волумена ЕСТ

- Повећање телесне масе
- Пораст ТА и појачан пулс
- Едеми
- Дилатирани и препуњени крвни судови
- Конгестивна срчана инсуфицијенција
- Полиурија

# Патофизиолошке последице смањења волумена ЕСТ

- Смањење телесне масе
- Снижење ТА и слабо пуњен пулс
- Тахикардија
- Смањена хидратација коже и слузница
- Колабирани венски крвни судови
- Олигурија

# Патофизиолошке последице повећања волумена ИСТ

- Едем мозга- епилептиформни напади, поремећај стања свести.
- Генерализовани едеми ћелија- слабост, малакалост, губитак апетита, повраћање, дијареја, повећање запремине Ер.

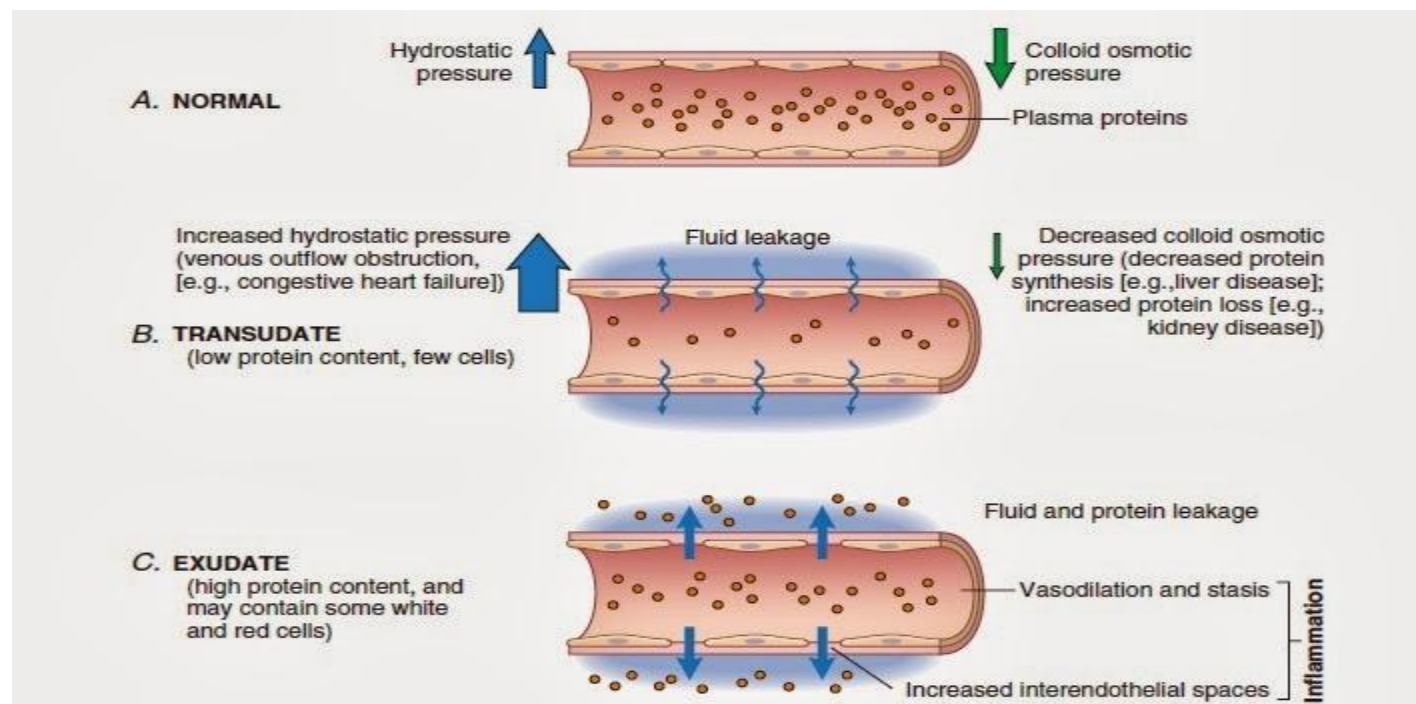
# Патофизиолошке последице смањења волумена ИСТ

- Појава осећаја жеђи
- Појава грознице
- Знаци дехидрације ЦНС-а: когнитивни поремећаји, конфузија, поремећај стања свести
- Смањење запремине Ер



# Едеми

- Нагомилавање течности у интерстицијалном простору.
- Механизми настанка:
  - Повећање хидростатског притиска
  - Снижење онкотског притиска плазме
  - Повећање пермеабилности капилара
  - Опструкција лимфних судова



# Хемодинамски тип едема

- Повећање хидростатског притиска на нивоу капилара.
  - Отежано отицање крви из венског система- венска хиперемиа.
  - Ретенција натријума и воде у организму (акутни гломерулонефритис, срчана инсуфицијенција).

# Онкодинамски тип едема

- Смањење онкотског притиска плазме.
- Хипоалбуминемија
  - Смањење синтезе албумина (цироза јетре, хронични вирусни хепатитис).
  - Повећан губитак албумина (нефротски синдром, крварење, опекотине).

# Ангиомурални тип едема

- Повећање пропустљивости капилара.
  - Запаљењске и имунске реакције
  - Опекотине
  - Механичке повреде
  - Неопластичне болести

# Лимфодинамски тип едема

- Опструкција лимфних судова.
  - Запаљење лимфних судова
  - Инфилтрација лимфних судова туморским ћелијама
  - Хирушког одстрањења лимфних жлезда и судова

# Патофизиолошке последице едема

- Хипоксија
- Склоност дехидратацији
- Други поремећаји:
  - Повећање телесне масе
  - Смањење диурезе и знојења
  - Никтурија, појава подочњака



# Клиничке последице едема

- У односу на зависност од гравитације:
  - Гравитацијски (тестастни)
  - Независни од гравитације (еластични)
- Према распрострањености:
  - Локализовани (спољашњи, унутрашњи)
  - Генерализовани (анасарка)

# Карактеристике трансудата и ексудата

Карактеристике	Ексудат	Трансудат
Специфична тежина	> 1015	< 1015
Конц.протеина	> 30g/l	< 30g/l
Однос конц.прот. у ефузионој течности и серуму	> 0,5	< 0,5
LDH	> 200IJ/l	< 200IJ/l
Однос конц. LDH у ефузионој течности и серуму	> 0,6	< 0,6
Коагулација	да	не
Ривалтина проба	позитивна	негативна
Ћелије	Велики број ћелија	Мали број ћелија

# Патофизиолошки аспекти најзначајнијих едема

- Срчани едеми
  - Повећање венског притиска
  - Секундарни хипералдостеронизам
- Едеми у цирози јетре
  - Портна хипертензија
  - Хипоалбуминемија
  - Отварање артериовенских шантова
  - Секундарни хипералдостеронизам

# Патофизиолошки аспекти најзначајнијих едема

- Едеми у болестима бубрега.
  - Нефритички едеми- хемодинамски и ангиомурални тип едема
  - Нефротски едеми- онкодинамски тип едема

# Метаболизам калијума

- Калијум је главни интрацелуларни катјон (150-160 mmol/l).
- Концентрација у екстрацелуларној течности је 3,5-4,5 mmol/l.
- Калијум регулише:
  - Електричну активност ћелије
  - Осмоларност интрацелуларне течности
  - Неопходан је за депоновање гликогена

# Регулација метаболизма калијума

- Равнотежа између уноса и екскреције јона калијума.
- Екскрецију калијума повећавају:
  - Прекомеран унос калијума
  - Метаболичка алкалоза
  - Повећано лучење минералокортикоида
  - Хиперосмоларност
  - Повећана количина натријума и анјона у тубуларној течности
- Екскрецију калијума смањују:
  - Смањен унос калијума
  - Акутно настала ацидоза
  - Повећана синтеза амонијака

# Хипокалијемија

- Концентрација калијума у серуму мања од 3,5 mmol/l.
- Етиологија:
  - Смањена концентрација калијума у серуму и смањена количина калијума у организму
  - Смањена концентрација калијума у серуму и нормална количина калијума у организму
  - Нормална или повећана концентрација калијума у серуму, смањена количина калијума у организму

# Смањена концентрација калијума у серуму и смањена количина калијума у организму

- Смањен унос калијума
- Повећани губитак калијума (диуретици, повећана активност минералокортикоида, хипомагнизијемија, секундарни хипералдостеронизам)
- Губитак волумена
- Губитак водоникових јона
- Губитак бикарбоната



# Смањена концентрација калијума у серуму и нормална количина калијума у организму

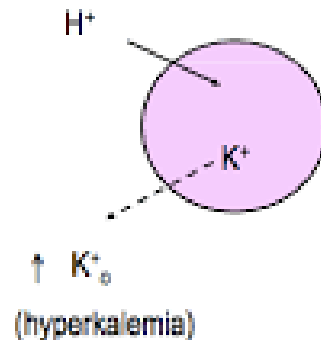
- Алкалоза
- Примена инсулина
- Повећана концентрација катехоламина у серуму и примена агониста бета-2 адренергичких рецептора
- Фамилијарна периодична хипокалијемијска парализа

# Нормална или повећана концентрација калијума у серуму, смањена количина калијума у организму

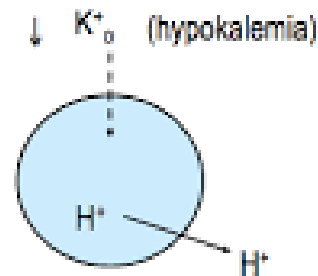
- Ацидоза (размена  $H^+$  јона за  $K^+$ )

## Acid-base Balance And Internal $K^+$ Exchange

Acidosis:

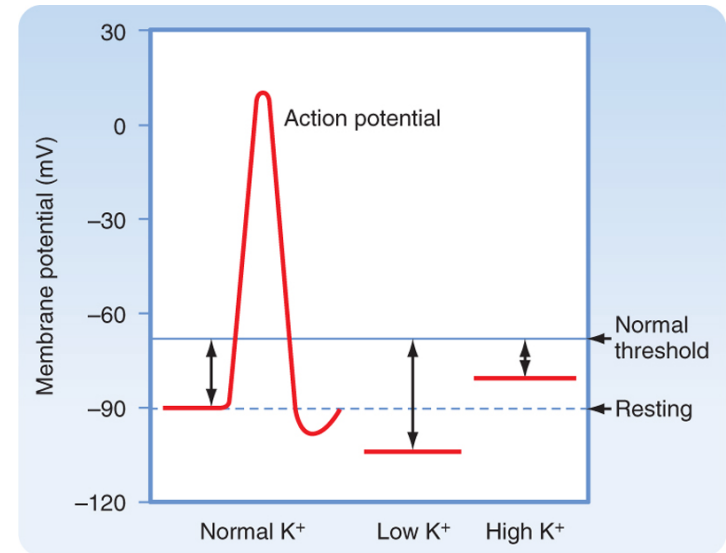


Alkalosis:



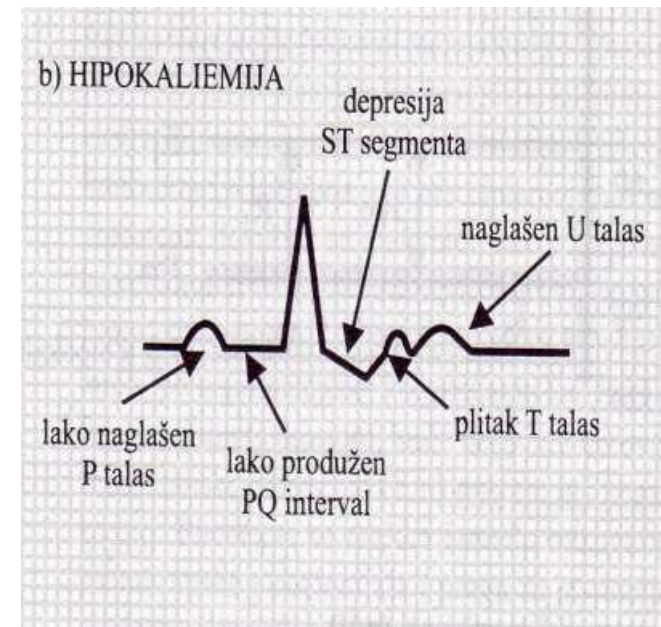
# Патофизиолошке последице хипокалијемije

- Смањена неуромишићна раздражљивост услед хиперполаризације
- Поремећај метаболизма угљених хидрата
- Поремећај бубрежне функције
- Поремећај ацидо-базне равнотеже



# Клиничке последице хипокалијемije

- Скелетни мишићи: слабост мишића руку и ногу, касније дијафрагме и респираторних мишића.
- Глатки мишићи: констипација, интестинална дистензија, анорексија, паралитички илеус.
- Срце: промене у акционом потенцијалу, ЕКГ промене, поремећаји срчаног ритма, морфолошке промене у срцу.



# Хиперкалијемија

- Концентрација калијума у серуму већа од 5,5 mmol/l.
- Етиологија:
  - Повећан унос калијума
  - Смањена бубрежна екскреција калијума
  - Прелазак калијума из ИСТ у ЕСТ

# Повећан унос калијума

- i.v. примена раствора  $K^+$
- Трансфузија крви која је дуже стајала
- Примена пеницилина G
- Повећано уношење  $K^+$  *per os*

# Смањена бубрежна екскреција калијума

- Болести бубрега: АВІ и НВІ
- Болести надбубрежних жлезда: примарни хипокортицизам, хипоренемијски хипоалдостеронизам, хипоплазија надбубрежних жлезда
- Примена диуретика који штеде  $K^+$

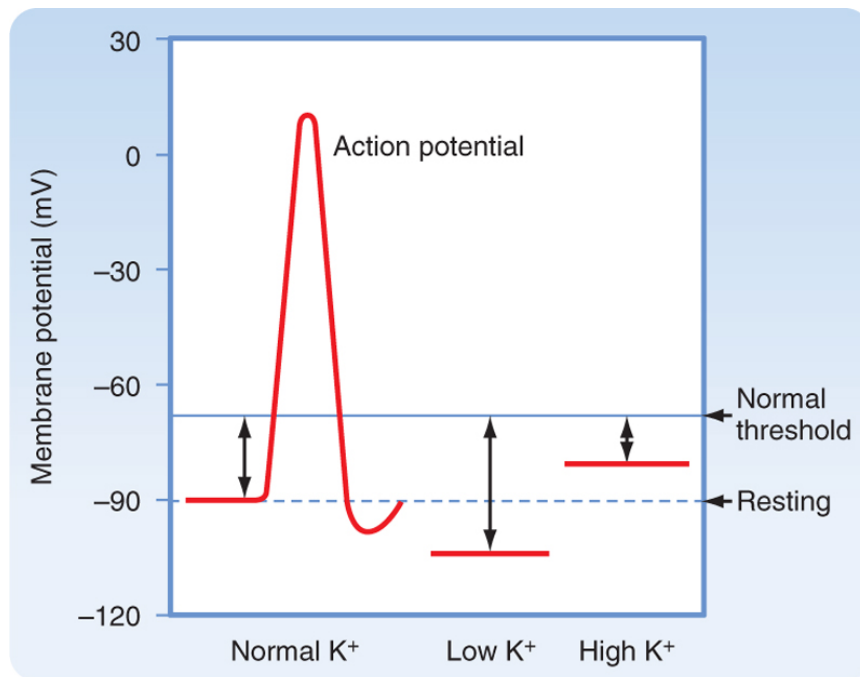
# Прелазак калијума из ИСТ у ЕСТ

- Трауме, опекотине, масивне краш повреде, обимни оперативни захвати
- Повећана пермеабилност ћелијских мембрана
- Ацидоза
- Дефицит инсулина
- Хипоксија
- Интоксикација дигиталисом



# Патофизиолошке последице хиперкалијемије

- Повећана неуромишићна раздражљивост у умереним хиперкалијемијама
- Губитак неуромишићне подражљивости у тежим облицима хиперкалије  $K^+ > 6 \text{ mmol/l}$



# Клиничке последице хиперкалијемије

- Скелетни мишићи: осећај трњења усана и прстију, немир, абдоминални грчеви (умерена хиперкалијемија). Слабост мишића, смањен тонус мишића, парализа (тешка хиперкалијемија).
- Срце: успорено провођење импулса, отежана контрација срца, ЕКГ промене, аритмије.
- Остало: ацидоза.

