



Voda i mineralne tvari



Odjel za zdravstvene studije
doc. dr. sc. MARIJANA MATEK SARIĆ

Zašto voda i minerali, kad su to sasvim različite tvari u našem tijelu?

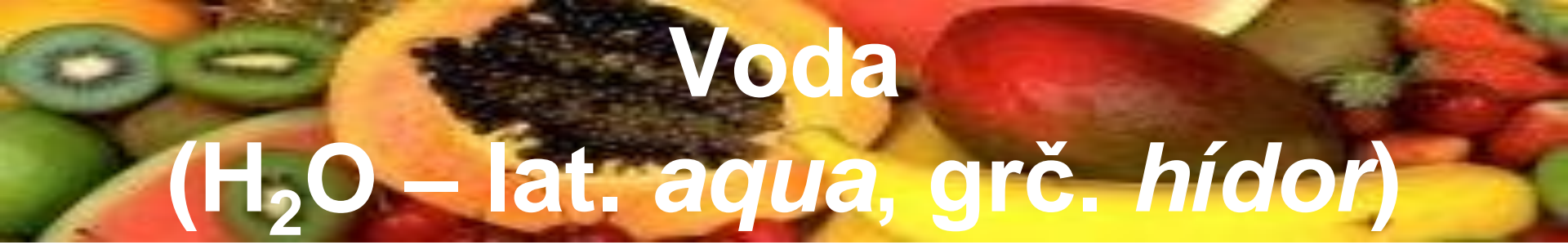
- Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺
- Cl⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻

Zato što su **najtješnje povezani.**

U našem organizmu ne postoji “čista” voda, bez primjesa.

U njoj se uvijek nalaze otopljeni **elementi ili spojevi koji nose električni naboj u tjelesnoj tekućini**

⇒ **ELEKTROLITI**



Voda

(H_2O – lat. *aqua*, grč. *hídor*)

- sastojak je ljudskog tijela, svih namirnica i svake prehrane
- čovjek može preživjeti bez hrane tjedan ili više dana bez trajnih štetnih posljedica za organizam (najviše dva mjeseca)
- nitko ne može preživjeti bez vode dulje od četiri dana



Količina vode u ljudskom tijelu

- w H_2O = 65% u ljudskom tijelu

muškarci > 60%
žene > 50%
dojenčad oko 75 – 80%

- različita tkiva – različit % H_2O
- različito osjetljiva na višak ili manjak vode

masno tkivo 10%;
mišićno tkivo 75%;
živci 82,7%;
krv 83%;



Vrsta tkiva	Udio vode u tkivu (%)	Udio tkiva u tjelesnoj masi (%)	Sadržaj vode u tkivu (L)
Koža	72,0	18,0	9,07
Mišići	75,6	41,7	22,10
Kosti	22,0	15,9	2,45
Mozak	74,8	2,0	1,05
Jetra	68,3	2,3	1,03
Srce	79,2	0,5	0,28
Bubrezi	79,0	0,7	0,39
Živci	82,7	0,4	0,25
Slezena	75,8	0,2	0,10
Krv	83,0	8,0	4,65
Crijeva	74,5	1,8	0,94
Masna tkiva	10,0	10,0	0,70
Prosječno	64,0		45,00

Postotni udio vode u tkivima odraslog muškarca mase 70 kg



Tjelesna voda

- raspodijeljena u tkivima kao:
- **INTRACELULARNA (55%)**; unutar stanica
→ omogućuje odvijanje metaboličkih procesa u stanici
- **EKSTRACELULARNA (45%)**; krvna i međustanična tekućina



Izlučivanje iz organizma

- mokraćom, preko bubrega (1400 — 1500 mL)
- stolicom (100 mL)
- preko pluća, izdisanjem (700 mL)
- preko kože, znojenjem i perspiracijom (500 — 600 mL)



- u tijelu čovjeka ne postoji zaliha vode i soli
- zdrav organizam ne ostaje s manjkom, ali ni s viškom vode i soli
- postoji ravnoteža unesene i izlučene tekućine
- u regulaciji tjelesne tekućine sudjeluju mnogi čimbenici:
- **žed**, koja traži neodgodivo uzimanje tekućine
- **antidiuretski hormon (ADH)** stražnjeg režnja hipofize, koji ometa gubljenje vode preko bubrega
- podražaj za lučenje su smanjenje volumena i povećana osmolarnost krvne plazme
- konstantnost tjelesne tekućine reguliraju još natrij (NaCl/sol) i drugi elektroliti



FUNKCIJA VODE

- medij u kojem su stanice
- medij koji ih povezuje i razdvaja
- osnova svih tjelesnih tekućina: krvi, limfe, suza, znoja, probavnih sokova, amnionske tekućine, sinovijske tekućine (gibanje zgloba) i dr.
- sudjeluje u izmjeni tvari (TRANSPORTU, PROBAVI, APSORPCIJI)



FUNKCIJA VODA

- bitna za respiracijske i perspiracijske procese
- bitna za odvijanje biokemijskih metaboličkih procesa
- s pomoću vode regulira se tjelesna temperatura, tijelo otpušta nastalu toplinu preko kože; pretvara vodu u paru te stimulira znojenje



Potrebe za vodom

- umjereno lak posao i umjereno slana hrana

1mL vode/kcal \Rightarrow 2000 – 2500 mL

- tekućina: 1000 – 1500 mL
- čvrsta hrana: 800 – 1000 mL
- oksidacijom energetskih tvari: 300 mL \Rightarrow endogena, metabolička voda
- Sve zdravstveno ispravne vode su dobre za piće!
- prirodnu, izvorsku vodu odabrat će osoba koja ima probleme s bubrezima ili sklonost kamencima
- tijekom ljeta bolje je piti mineralnu vodu, zbog prisutnosti minerala te manje podložnosti bakterijskom onečišćenju



Mineralne tvari

- nužni sastojci živih organizama i namirnica
- **esencijalno** \Rightarrow nužno za opstanak života
- izostanak \Rightarrow zastoj nekih funkcija, pa i smrt
- dodatak \Rightarrow obnavlja funkciju
- organizam ih ne može sam stvoriti nego ih stalno treba unositi hranom i pićem



Funkcija mineralnih tvari

- katalizatori izmjene tvari
- regulatori pH i osmotskog tlaka fizioloških otopina
- usklađuju i stabiliziraju ravnotežu između otapala i otopljenih supstanci u koloidnim otopinama i molekularnim disperzijama
- odgovorni za osjetljivost organizma prema bolestima
- odgovorni za aktivnost i smetnje u radu enzima



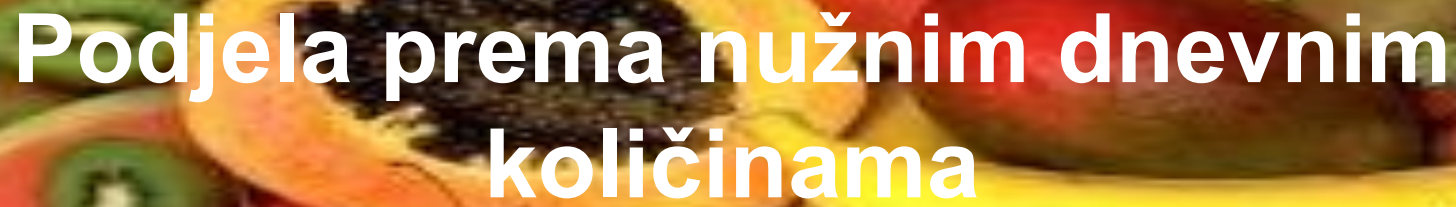
Funkcija mineralnih tvari

- reguliraju sekreciju i resorpciju tvari
- nezamjenjivi su u građi zuba i koštanih tkiva, te mnogih za život važnih organskih supstancija (Fe u Hb; Mg u klorofilu, Co u vitaminu B₁₂ i dr.)
- nalaze se kao različiti mikroelementi i ultramikroelementi u mnogim enzimskim i hormonalnim sustavima i dr.



Zastupljenost u organizmu

- u malim količinama
- u zdravom organizmu odraslog muškarca maseni udio mineralnih tvari je sljedeći:
- Ca 1,5 – 2,0%
- P 0,9%
- K 0,4 %
- Na 0,3%
- Cl 0,3 %
- S 0,2%
- Mg 0,05%



Podjela prema nužnim dnevnim količinama

- **MAKROELEMENTI** – potrebni u razmjerno visokoj dozi 0,2 – 2,0 g, npr. **Ca, P, Mg, Na, K, Cl, S** (**MINERALI, ELEKTROLITI**)
- **MIKROELEMENTI** – potrebni u količinama < 15 mg dnevno, npr. **Fe, Cu, Mn, Co, F, I** i dr. (**“TRACE ELEMENTS”**)
- **ULTRAMIKROELEMENTI** potrebni u vrlo malim količinama, npr. **Zn, Mo, Ni, Se, Cr** i dr. (**“ULTRATRACE ELEMENTS”**)



KALCIJ (Ca)

- oko 1,2 kg u tijelu odraslog muškarca
- nužan u izgradnji kostiju i zuba (99,5%)
- ostatak – krv, mišići, srce, bubrezi, limfa
- glavna u obliku HIDROKSIAPATITA $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
- neprekidno se razgrađuje i ugrađuje ovisno o **tjelesnim potrebama i stresu**, oko 700 mg Ca dnevno
- tijekom rasta i razvoja u kosti ulazi više Ca nego što se izlučuje
- kod odraslih se ugradi koliko se izluči
- kod starijih osoba deponiranje je manje nego izlučivanje
Povećanim unosom Ca to se može ublažiti!



KALCIJ (Ca) — funkcija

- sudjeluje u **koagulaciji krvi**
- regulira **propusnost stanične membrane za Na** (neuromuskularna podražljivost)
- osigurava **integritet i permeabilnost staničnih membrane**
- utječe na **rast i razvoj** mladog organizma
- jača **otpornost** organizma prema otrovima, infekcijama, alergijama i drugim štetnim utjecajima iz okoline
- utječe na **aktivnost nekih enzimskih sustava**



KALCIJ (Ca) — funkcija

- regulira **podražljivost** (ekscitabilnost) živaca i mišića
- potpomaže normalnu **kontraktilnost mišića**
- osigurava **ritmički rad srca**
- s **karbonatima i fosfatima** pridonosi **mehaničkoj i strukturnoj čvrstoći kostiju**



Raspodjela Ca u plazmi

- **NEDIFUZIBILNI** (vezan za proteine, albumine globuline)
- **DIFUZIBILNI** (slobodan, ioniziran)
- **ORGANSKI KOMPLEKS** (citrati, fosfati)

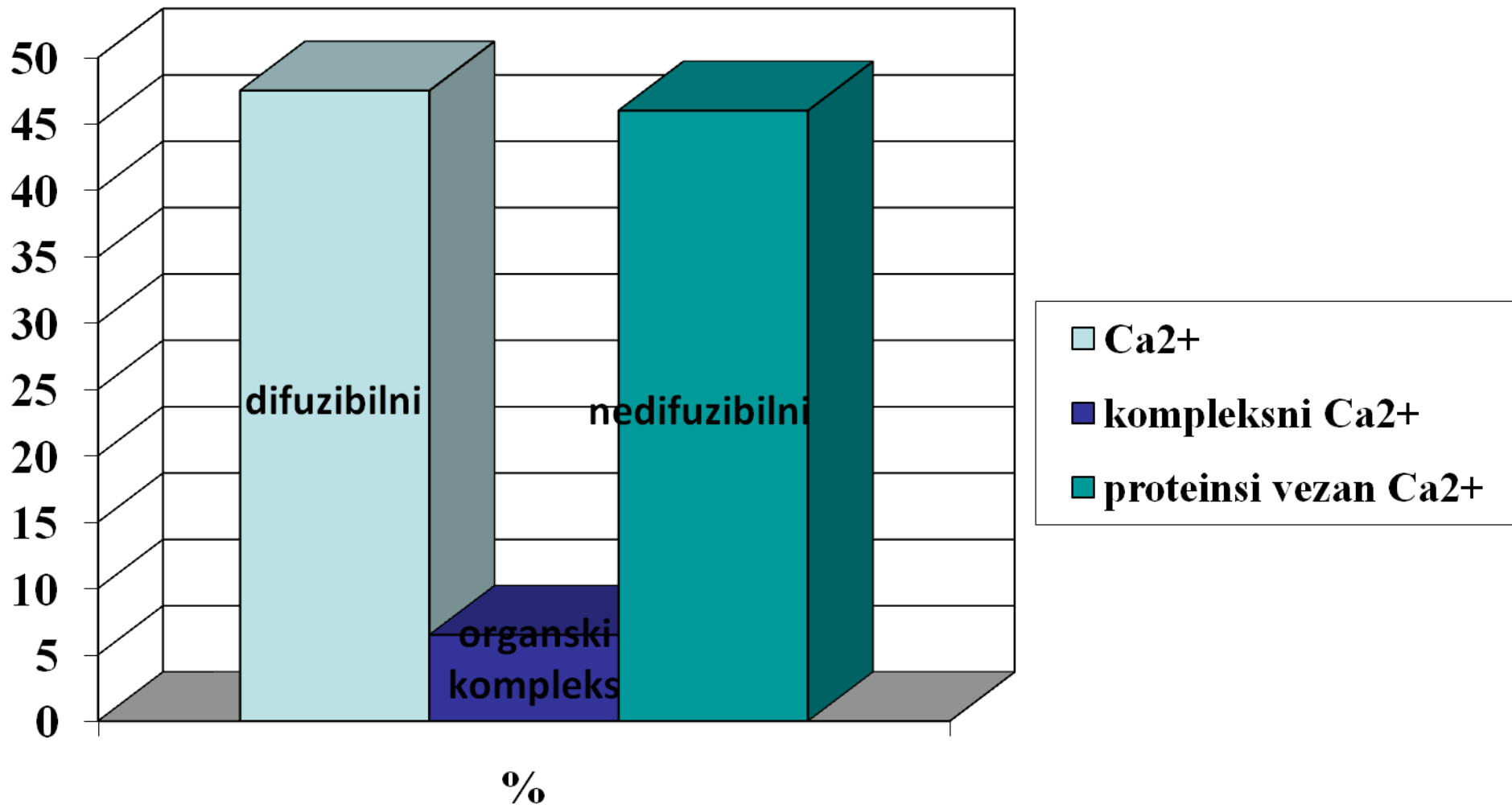
2,2 mmola/L



Difuzibilni

- **ionizirani**, slobodni Ca, ima najveći fiziološki učinak
- utječe na: **metabolizam i funkciju kostiju, na živčani sustav i srce**
- neprekidno se odlaže i ugrađuje u kosti, a iz kostiju se metabolizira
- na proces izmjene (pregradnje) utječe **vitamin D i paratireoidni hormon**
- **acidoza** povećava, **alkaloza** smanjuje količinu ionizirajućeg Ca

Raspodjela Ca u normalnoj ljudskoj plazmi (R. S. Goodhart i M. E. Shils, 1980)





Apsorpcija Ca

- u tankom crijevu, i to u **DVANAESNIKU** i **proksimalnim dijelovima jejunuma** kao odgovor na djelovanje vitamina D
- oko **30% Ca** apsorbira se iz hrane
- Utječe:
- količina Ca u hrani, stanje sluznice crijeva, nutritivni status i dob
- nalazi se u kompleksu koji se mora raspasti, razgraditi



Povećana apsorpcija Ca

- smanjena koncentracija Ca u plazmi
- velika količina bjelančevina, ali se povećava i količina izlučivanja mokraćom
- laktoza, stvara mliječnu kiselinu i snižava pH
- mlijeko dobar izvor \Rightarrow laktoza i bjelančevina



Smanjena apsorpcija Ca

- deficit **vitamina D**
- velika količina masti u tankom crijevu \Rightarrow nastaju netopivi sapuni Ca, Ca se izlučuje i gubi
- nepovoljan odnos Ca:P
- za odrasle 1 : 2, za djecu 1 : 1, ako je više P stvara se netopivi fosfat i Ca se ne može apsorbirati
- velika količina celuloze, oksalne kiseline (lisnato povrće – špinat), fitinske kiseline (žitarice)
- starenje



RDA

- odrasle: 0,8 — 1,2 g/dan (0,4 — 1,2 g/dan)
- trudnice i dojilje: 1,2 g/dan
- djeca: 0,8 — 1,2 g/dan
- u posljednje vrijeme smatra se da treba unositi 1,5 g/dan kako bi se u poodmakloj dobi usporio pad Ca
- u našoj zemlji unos Ca je nedovoljan, približno 0,8 g/dan
- veće potrebe organizma: rast, dojenje, trudnoća, povišena tjelesna temperatura, tjelesni naponi, alergije...

Izvori Ca

- mlijeko i mliječni proizvodi
- mahunarke (grah, grašak, soja, leća, bob)
- špinat, crveni radič, hren, rotkvica, rogač, suhe smokve, badem, lješnjak





Rahitis

- bolest djece u siromašnim krajevima s nedovoljno obrazovanim stanovništvom
- nedovoljna opskrba hranom bogatom Ca, P
- neadekvatan odnos Ca : P
- nedovoljna opskrba vitaminom D \Rightarrow nedovoljno se apsorbira
- ili se organizam ne izlaže suncu \Rightarrow pretvorba 7-dehidrokolesterola u D_3
- simptomi: “ptičja” prsa, krive noge



Osteomalacija

- kod žena višerotkinja
- posljedica života u nehigijenskim uvjetima
- nedovoljno osvijetljenim stanovima
- prehrana siromašna životinjskim bjelančevinama, Ca i vitaminom D



Osteoporoza

- bolest **krhkih i lomljivih kostiju** zbog nedostatka “matriksa” kosti u odraslih osoba, osobito žena
- zbog padova i ozljeda kosti se lakše oštećuju
- često nema nikakvih simptoma dok ne dođe do prijeloma
- Da li je potrebno uzimati nadopunu u obliku tableta?
- Da, ako to savjetuje **LIJEČNIK!**



Preporuka liječnika!

- neumjereno uzimanje pripravaka Ca može smanjiti apetit
- uzrokovati mučnine
- slabost
- povraćanje
- vrtoglavice
- letargiju
- oštećenje bubrega
- patološko odlaganje kalcija u meka tkiva (bubrege i oči)



OSTEOPOROZA

- prevencija treba početi u ranoj mladosti
- vrhunac koštane mase dostiže se između **25 – 35 godina života**
- prehrana bogata Ca (mlijeko i mliječni proizvodi, jaja, kruh, mahunarke, povrće, voće)
- nadopuna Ca može pomoći



Osteoporoza

- osim Ca, važnu ulogu imaju i hormoni (estrogeni)
- tjelesna aktivnost
- negativno djeluju: pušenje, prevelika količina **kave i alkohola**
- starije osobe iz tableta gotovo uopće ne apsorbiraju Ca zbog nedostatka solne kiseline u želucu
- u apsorpciji pomaže: **vitamin D, ali samo uz prisutnost estrogena**
- važnu ulogu imaju: **P, Mn, F, Mg i B**



OSTEOPOROZA

- **Mg** čini tek djelić koštane tvari
- uravnotežuje dobavu Ca u tijelo i sprječava njegovo izlučivanje
- **Fe** ima ulogu u gustoći kostiju
- povezana je sa stvaranjem kolagena ⇒ ključne komponente koštanog tkiva
- uravnotežen unos **Ca i Fe** posebno pogoduje zdravlju kostiju



OSTEOPOROZA

- **B**
- nedostatak može poremetiti metabolizam Ca, čineći kosti lomljivijima
- **podigne razinu estrogena** koji sprječava gubitak Ca i demineralizaciju kostiju
- **djeluje kao blaga “terapija – nadoknade estrogena”**



OSTEOPOROZA

- izbaciti cigarete i alkohol, štetne navike povećavaju rizik od osteoporoze
- alkohol ograničiti na najviše 2 dl vina dnevno
- paziti na potrošnju Na, tj. hranu soliti umjereno



OSTEOPOROZA

- svakodnevna umjerena tjelovježba
- hodanje, vožnja bicikla, aerobik ⇒ smanjuje gubitak mineralnih tvari, ali i održava dobar mišićni tonus
- sportski aktivne osobe imaju i do **30% više koštane mase od onih koji se ne bave nikakvom tjelovježbom**

Piramida tradicionalne Mediteranske prehrane





Fosfor (P)

- čini 22% mineralnog dijela čovjeka
- odrasli čovjek ima približno 85% anorganskog P u kosturu, zubima i tjelesnim tekućinama
- sastavni dio važnih organskih spojeva: **fosfoproteina i fosfolipida (lecitin)**
- pirofosfatna kiselina ulazi u sastavu koenzima tiamin-pirofosfata TPP, važnog za metabolizam šećera
- sastavni je dio DNK i RNK



Fosfor (P)

- pridonosi održavanju acidobazne ravnoteže plazme
- ima bitnu ulogu u anaboličkim i kataboličkim procesima, inkorporiran u ATP, ADP, AMP



Fosfor (P)

- u najužoj metaboličkoj vezi s Ca
- Ca se ne može ugraditi u kosti ili zube bez P
- apsorbira se iz hrane (70%) u tanko crijevo (dvanaesnik), Ca samo 30 — 40%
- hrana koja obiluje mesom, a oskudna je mlijekom još više može spriječiti apsorpciju Ca i šteti čvrstoći kostiju i zubi
- izvori: žitarice, pšenične klice i mekinje, mahunarke — soja, sirevi, meso, jaja, jetra



Deficit i višak P

- deficit rijedak
- čovjek jede neobična jela kao zemlju, kosu, cvijeće, kredu i sl.
- posljedica bolesti bubrega ili poremećaja paratiroidnih žlijezda
- posljedica manjka: omekšavanje kostiju, rebara, rahitis, teško disanje, osteomalacija, poremećaj u rastu, defekt u funkciji leukocita, bolest mišića — miopatija
- U visokim dozama toksičan!



MAGNEZIJ (Mg)

- **60%** cjelokupne količine u kostima
- bitan za **rast i razvoj kostiju i zuba** (Ca i P)
- čini **strukturu kostiju**
- **prijenos živčanih impulsa**
- **kontrakciju mišića**
- izgradnju **bjelančevina i DNK**
- održava strukturu **ribosoma**
- sudjeluje u **oksidativnoj fosforilaciji** pa je bitan za metabolizam **ugljikohidrata** i otpuštanje **glc-a iz glikogena** u jetri i mišićima
- održava neke **enzimske procese** (oko 300 enzima)
- **unutarstanični kation** kao i K^+
- u izvanstaničnoj tekućini samo 1%



MAGNEZIJ (Mg)

- apsorpcija slična Ca u dvanaesniku, što je medij kiselij apsorpcija je bolja
- na metabolizam utječu **paratiroidne žlijezde i vitamin D**
- zdrava odrasla osoba trebala bi dnevno hranom unijeti **350 — 400 mg**
- može se apsorbirati i kroz sluznicu debelog crijeva
- izvori: tamnozeleno povrće (biljni pigment klorofil), mekinje žitarica, brašno, mahunarke, riža, bademi, kikiriki, banane, mliječni proizvodi, losos, tuna, skuša



HIPOMAGNEZEMIJA

- kronični alkoholičari
- kronični proljevi i bolesti crijeva → poremećena apsorpcija
- kod akutne renalne insuficijencije i primjene diuretika
- teške bolesti jetre, bubrega (zatajenje) i neliječenog dijabetesa
- simptomi: konvulzije, mišićne kontrakcije, zbunjenost, dezorijentiranost, poteškoće s pamćenjem i koncentracijom, neuroze, povišen krvni tlak, aritmija, problemi s kožom



HIPERMAGNEZEMIJA

- zatajenje bubrega, Mg se ne luči urinom
- neoprezna klizma ili parenteralna primjena
- simptomi: povraćanje, vrtoglavica, izrazito nizak krvni tlak, izrazita slabost mišića, nepravilan rad srca, poteškoće s disanjem



Natrij (Na)

- u **ekstracelularnoj tekućini** i plazmi
- ulazi u sastav **pljuvačke, gušteračina i crijevnog soka**
- ima ulogu u **razdražljivosti mišića**, naročito srca
- održava osmotski tlak
- nedovoljno unošenje hranom ili gubitak preko ekskretornih organa praćen je **gubitkom vode**
- nedostatak: praćen je **padom krvnog tlaka, grčevi, u težim slučajevima — koma**



Natrij (Na)

- dnevna potreba je 3 g, uz umjeren fizički rad
- hrana biljnog podrijetla siromašna Na
- hrana životinjskog podrijetla bogata Na ⇒
mlijeko, meso, riba, jaja
- unosi se soljenjem jela
- Jela se sole čak previše!



KALIJ (K)

- nalazi se pretežno **unutar stanice**
- ima ulogu u prenošenju neuromuskulatornih podražaja pri kontrakciji mišića
- K koči kontrakciju mišića, a Na ju održava
- bitan za funkciju mišića, osobito srčanog (premalo ili previše dovodi do poremećaja srčanog ritma → EKG)
- ravnoteža K i Na održava osmotski tlak unutar i izvan stanice
- važan za **aktivnost staničnih enzima**
- ima ulogu u stvaranju glukoze i glikogena u stanicama



HIPERKALIJEMIJA

- davanje **velikih količina K** u kratkom vremenu
- **Addisonova bolest**
- **zatajenje bubrega**, K se ne luči mokraćom
- prelazak K iz stanice u plazmu \Rightarrow šok, hemoliza, uništenje tkiva

simptomi: umor, trnci, slabost, kljenutost mišića, crijeva i srca



HIPERKALIJEMIJA

- **u akutnoj hiperkalijemiji:** pomaže davanje **inzulina s glc-om** i **Ca** koji spriječe učinak K na srce
- **u kroničnoj intoksikaciji:** dolazi do zatajenja bubrega → **hemodijaliza** (ili *dijaliza preko peritoneuma*)



HIPOKALIJEMIJA

- smanjen unos hranom
- poremećena apsorpcija, patološke promjene sluznice crijeva
- teški proljev, povraćanje
- nekritično uzimanje čistila
- neoprezna drenaža fistula u kirurgiji
- dijabetična acidoza
- neke bubrežne bolesti
- simptomi: slabost, umor, nadut trbuh, usporen rad srca — srčane aritmije, smrt



Izvori K

- voće (naranče, banane, marelice, kikiriki)
- povrće (šparoge, krumpir, mekinje, suhi grašak, grah, mrkva, špinat)
- mršavo meso, srdela
- kava, čaj i kakao

- RDA: 1,5 — 2 g



Klor (Cl)

- najčešće u spoju s Na, K, H
- najzastupljeniji anion, pretežno **izvan** stanice (70%)
- pomaže u održavanju **acidobazne ravnoteže**
- kuhinjska sol
- rižino brašno, masline, alge



Sumpor (S)

- mineral “ljepote” → mekoća, sjaj kose; ljepota noktiju
- AK — cistein, cistin, metionin
- vitamina — tijamina, biotina
- **sastavni dio lipoičke kiseline i koenzima A**
- sastojak: mukopolisaharida, sulfatiranih polisaharida i složenih lipida
- niskomolekulskih spojeva: glutationa, hormona: **vazopresina (ADH) i oksitocina**
- mnogi lijekovi sadrže S: sulfonamidi, penicilini, oralni hipoglikemizanti
- konzervansi: sumpor dioksid; Na-bisulfid, sumpor
- meso, riba, sir, mlijeko

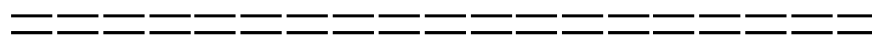
Kruženje sumpora u prirodi

oksidacija i redukcija u bakterijama

elementarni sumpor



sulfidi



sulfati



u biljkama i bakterijama



organski spojevi sumpora



Željezo (Fe)

- približno 45 mg/kg u ljudskom organizmu ili 3 — 4 g
- Prema metaboličkoj ulozi u organizmu, podijeljeno je u četiri oblika:
 - 1. u **eritrocitima** kao vitalni sastojak **hemoglobina**, 70%, tj. kao sastojak mišićnog **mioglobulina** 5%
 - 2. u plazmi Fe ima vrlo malo, vezano je za protein β -globulinske frakcije, **transferin**
 - 3. oko 20% vezano za bjelančevinu **ferritin** (jetra, slezena, koštana srž, sluznica crijeva)
 - 4. preostalih 5% u svim stanicama u **enzimskim sustavima**



Željezo (Fe)

- kako bi bilo dostupno organizmu, mora ga se apsorbirati, unijeti hranom
- Fe se apsorbira kroz tanko crijevo vezivanjem za organske molekule
- samo 3 — 10% Fe apsorbira se iz povrća i voća → biljno željezo
- jedući meso, jetru, jaja i dr. životinjske proizvode → apsorbira se oko 15 — 30% Fe

Ovo željezo ima visoku bioraspoloživost.



Što utječe na apsorpciju Fe?

- smanjuje apsorpciju: fitati (zrnje žitarica), tanini (čaj), oksalna kiselina (špinat, rajčica), Ca (čša mlijeka sa 160 mg Ca smanji apsorpciju Fe $\frac{1}{2}$)
- povećava apsorpciju: vitamin C svojim redukcijskim osobinama i smanjenjem pH



SIDEROPENIJA

- nedostatak željeza \Rightarrow SIDEROPENIJA
- problem posebno prisutan kod vegetarijanaca (Fe iz biljnih izvora)
- nedostatak željeza dovodi do slabokrvnosti ili **sideropenične anemije**
- krvarenja iz bilo kojeg dijela tijela



SIDEROPENIJA

- trudnicama se davalo pivo iz bačvice u kojoj je hrđajući čavao → kiselina otapa Fe
- vegetarijanci su kuhali u željeznim posudama kisela jela (rajčicu)
- Fe se može davati u obliku infuzije i injekcija → neoprezom se može nagomilati u tijelu
- kod normalnih zdravih ljudi, iako su uzeli mnogo Fe, hranom će se izlučiti sav višak
- iznimka Bantu crnci, piju pivo spremljeno u željeznim bačvama → **sideremija** (kronični alkoholičari)
- **hemokromatoza** → nasljedna bolest, Fe se gomila u jetri i gušterači



ŽELJEZO (Fe)

- u metabolizmu Fe važnu ulogu imaju bjelančevine na koje se Fe veže, te nasljedni faktori
- nedostatak željeza: odražava se na funkcije mozga — slabije pamćenje, slabije učenje, povećan prag osjetljivosti prema boli, smanjena funkcija štitne žlijezde, negativan utjecaj na obrambeni sustav, lakše podlijevanje infekcijama, umor, blijede mrlje na koži i noktima



JOD (I)

- sastavni dio hormona (TIROKSINA, TRIJODTIRONINA) što ih stvara štitnjača
- nedostatak uzrokuje gušavost (Slavonija, Podravina, Međimurje) → štitna žlijezda postaje sve veća da bi i najoskudnije količine I unijela iz hrane u svoje stanice i stvorila hormone
- bolest potpuno nestala → zakonski obvezno jodiranje soli (1956. g. → 20 — 30 mg KI/kg)
- nužan za pravilan fizički i duševni razvoj organizma, u težim slučajevima deficita u ranom djetinjstvu javlja se i kretinizam
- u tijelu ga ima 20 — 50 mg, 50% mišići, 20% štitnjača



JOD (I)

- apsorbira se u tankom crijevu, veže se s bjelančevinama i krvlju putuje do štitnjače
- 1/3 apsorbiraju tiroidne stanice, 2/3 se izluče mokraćom za 2 — 3 dana
- dnevna potreba 100 — 150 μg
- izvori: morska flora i fauna
- kupus i sl. povrće koči resorpciju I → potiče hipotireozu, nastanak gušavosti



SELEN (Se)

- sastavni dio više proteina-selenoproteina
- **GLUTATION-PEROKSIDAZA (GPx), 5'-jodtironin-dejodinaza (5'-IDI), selenoprotein P, tioredoksin-reduktaza (TrxR)**
- GPx-a ima više, zajedničko im je antioksidacijsko djelovanje = redukcija hidro-peroksida i vodikova peroksida
- GPx — održava homeostazu hormona štitnjače
- 5'-IDI — uklanja atom I i prevodi tiroksin u djelatni oblik T3
- TrxR — štiti od oksidativnog oštećenja
- selenoprotein P — antioksidacijsko djelovanje



SELEN (Se)

- dnevna potreba oko 55 μg ; esencijalan je
- riba, bijeli luk, meso, iznutrice, žitarice
- količina ovisi o geokemijskom sastavu zemljišta
- dodavanje Se može spriječiti pojavu nekih oblika raka: pluća, prostate i debelog crijeva; razvoj kardiovaskularnih bolesti, reumatoidnog artritisa, astme, pankreatitisa
- pozitivan utjecaj ima na imunost, reprodukciju, raspoloženje, zaštitu od teških metala i virusa
- bolesnicima na totalnoj parenteralnoj prehrani treba dodati Se inače dolazi do slabosti mišića kostura



SELEN (Se)

- nedostatak opisan u Kini kao selenska kardiomiopatija
- **Keshanova bolest** →
- nepravilan rad srca, zatajenje srca
- **Keshan Beck** →
- osteoartritis kod djece 5 — 13 godina



FLUOR (F)

- uz Ca, Mg i P pridonosi **čvrstoći kostiju i zuba**
- zajedno s Ca i vitaminom D liječi osteoporozu
- povećava otpornost zubi prema razornom djelovanju kiselina, štiti zube
- uništava bakterije koje uzrokuju propadanje zuba ⇒ **karijes**
- dodaje se u vodu (1 ppm) za piće ili pastama za zube
- izvori: čaj, jabuke, srdele, bakalar, jaja, bubrezi, losos
- voda — glavni izvor



FLUOR (F)

- FLUOROZA — suvišak, šareni zubi — pruge; zadebljanje kostiju
- dnevne potrebe: 1 — 1,5 mg
- hranom se unese 0,05 mg, ostatak vodom



CINK (Zn)

- 1,5 — 2,5 g u ljudskom tijelu
- sastavni dio svih organa, tkiva i tjelesnih tekućina
- osigurava normalan rast i razvoj
- unutarstanični ion (95%), kao i K i Mg
- kofaktor više od 200 enzima, neki su metaloenzimi, drugi kompleksi enzima sa Zn
- u metaloenzimima Zn je čvrsto vezan s bjelančevinastim matriksom, ako se Zn ukloni, enzim gubi svoju aktivnost
- u kompleksima s metalom, Zn mogu zamijeniti drugi metali npr. Fe, Co...



CINK (Zn)

- značajan u metabolizmu **šećera i bjelančevina**
- ima važnu ulogu u metabolizmu **nukleinskih kiselina** (potiče diobu stanica, njihov popravak i rast)
- produkciji i sekreciji nekih **hormona, npr. inzulina**
- sudjeluje u **metabolizmu alkohola**
- nedostatak Zn izaziva gubljenje osjeta okusa, apetita i mirisa
- održava **vlažnost kože**
- antioksidans
- ubrzava cijeljenje rana
- liječi Wilsonovu bolest, jača imunitet



CINK (Zn)

- odrasle osobe trebaju dnevno 2,2 mg
- dnevna preporuka: 12 — 15 mg zbog slabe bioiskoristivosti
- muškarac ga gubi sjemenom
- izvori: ostrige, govedina i ostalo crveno meso, perad, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi, mahunarke, žitarice punog zrna i orasi
- žitarice sadrže puno fitata koji koče resorpciju Zn



CINK (Zn)

- **Nedostatak**: zaostajanje u rastu (mladići u delti Nila 1967. i u Iranu 1972.)
- slabljenje seksualnih funkcija zbog **hipogonadizma**
- gubitak apetita i osjeta okusa
- suha i ispucala koža
- teže zarastaju rane i opekline
- veća sklonost infekcijama
- gubljenje vlasi



CINK (Zn)

- od nedostatka Zn redovito obole osobe koje boluju od **kroničnih bolesti pankreasa i bubrega, upalnih bolesti crijeva, malapsorpcijskog sindroma**
- “čudesni” pripravci na bazi Zn koji liječe akne (kožne bolesti), vraćaju izgubljenu energiju, pojačavaju seksualnost i dr.
- visoke doze Zn dovode do **HIPERCINKEMIJE**
- povraćanje, proljev; koči resorpciju Fe i Cu



BAKAR (Cu)

- 100 — 150 mg u ljudskom tijelu; 40% mišići; 15% jetra; 10% mozak; 6% krv; metalo-enzimima
- ulazi u sastav **oksidoreduktivnih enzima**
- katalizator pri ugradnji **željeza u Hb**
- ima značajnu ulogu u stvaranju **eritrocita**
- apsorbira se u tankom crijevu, koče ostali metali
- izvori: meso, iznutrice, mahunarke, crno pšenično brašno, mlijeko
- dnevna potreba: 1 — 2 mg djeca; 2 — 3 mg odrasli



NEDOSTATAK BAKRA

- slika se vidi: kod prerano rođene djece, nedonoščadi i nepravilno, kravljim mlijekom hranjene dojenčadi te u djece s kroničnim proljevima
- slabo napredovanje djece, slabo uhranjena djeca, otečena zbog nedostatka albumina, slabokrvnost, slaba otpornost, prijelomi na kostima i osteoporoza, kosa i koža gube prirodni pigment



VIŠAK BAKRA

- akutno trovanje bakrom: zbog neznanja ili kod suicida
- kronično trovanje: mlijeko koje se čuva u posudama od Cu; Cu se gomila u jetri, oštećuje je ⇒ ciroza jetre
- genetski defekt, gomilanja Cu u jetri, očima, mozgu, bubrezima

Wilsonova bolest (nekroza i ciroza jetre sa zatajenjem funkcija)

Prehrambeni izvori pojedinih elemenata te klinički simptomi koji nastaju zbog nedostatka i megadoza tih elemenata

	Prehrambeni izvor	Nedostatak	Megadoza
Fe	jetra (svinjska, teleća, pileća, juneća), bubrezi, crveno meso, žumanjak, zeleno lisnato povrće, sušeno voće, mahunarke, krumpir, pahuljice od žitarica posebno obogaćene željezom	apatija, poremećaj metabolizma, anemija, oslabljen obrambeni mehanizam, slabost, dispneja	hemokromatoza
Zn	meso, jetra, jaja, perad, morske ribe i plodovi mora, mlijeko, proizvodi od punog zrna žitarica	zaostajanje u rastu, dijareja, alopecija (gubitak kose), smanjena otpornost prema infekcijama, anoreksija, poremećaj okusa, poremećaj tolerancije glukoze, anemija, kongenitalni defekt	mučnina, povraćanje, interferencija u apsorpciji bakra
Mo	mahunarke, tamnozeleno lisnato povrće, jetra, proizvodi od žitarica	tahikardija, noćna sljepoća	deformacija koštanog sustava, interferencija u apsorpciji bakra
Cr	meso, sir, proizvodi od punog zrna, žitarice, kikiriki, kvasac	poremećaj u metabolizmu glukoze, zaostajanje u rastu, gubitak težine, neuropatija, encefalopatija	osim akutnih intoksikacija nije važna za ljude
F	ribe, čaj, većina namirnica životinjskog podrijetla, flourirana voda	karijes	nakupljanje u zubima (obojeni) i kostima (osteomalacija)
I	morske ribe, plodovi mora, jodirana sol	gušavost, hipotireoidizam	hipertireoidizam
Cu	oštrige, orasi, kakao, juneća i teleća jetra	hipokromna anemija, neutropenija	salivacija, bol u želucu i mučnina, povraćanje, diareja, hipopigmentacija kože i kose (kuhanje hrane u bakrenim posudama može dovesti do kronične intoksikacije bakrom)
Mn	mahunarke, lisnato povrće, crno brašno	hipokolesterolemija, gubitak težine, prolongirano protrombinsko vrijeme	učestalo povraćanje i vrtoglavica, izrazito nizak krvni tlak, izrazita slabost mišića, nepravilan rad srca, poteškoće s disanjem
Se	mlijeko, ribe, školjke, rakovi, meso, iznutrice, žitarice	muskulturna i kardijalna miopatija	salivacija, opadanje kose, otrovani imaju zadržavanje po bijelom luku
Co	soja, grašak	neurološki i hematopoetski poremećaji	politemija

ZAKLJUČAK

Makroelementi	Mikroelementi esencijalni	Mikroelementi vjerojatno esencijalni
Ca	Fe	Si???
P	I	V???
Mg	Zn	Ni ?????
Na	Cu	Sn ?????
K	Mn	Cd ???
Cl	Cr	As ???
S	Co	Al ???
	Se	B??!
	Mo ???	
	F ?!	

Makroelementi i mikroelementi (S. R. Williams, 1999.)



Literatura

- Kaić-Rak, A. i Antičić, K. Tablice o sastavu namirnica i pića. Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb, 1990.
- Katalinić, V., Temeljna znanja o prehrani, Skripta Sveučilišta u Zagrebu, 2007.
- Mandić, M. Znanost o prehrani — Hrana, prehrana i čuvanje zdravlja, Skripta Sveučilišta u Osijeku, 2007. (dostupno na internetu)
- Matasović, D. Hrana, prehrana i zdravlje. FOVIS, Zagreb, 1992. (odabrana poglavlja)
- Verbanac, D. O prehrani što, kada i zašto, Školska knjiga, Zagreb, II. izdanje, 2003.
- Vranešić, Bender D., Krstev, S. Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka. Nutricionizam, Medicus 17:19-25, 2008.
- Vranešić, D. i Alebić, I. Hrana pod povećalom. Kako razumjeti i primijeniti znanost o prehrani? Profil, Zagreb, 2006.
- Živković, R. Dijetoterapija, Naprijed, Zagreb; Medicinska biblioteka, 1994.
- Živković, R. Dijetetika, Zagreb; Medicinska naklada, 2002.



- **HVALA NA POZORNOSTI!**