

# Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka

## *Macronutrients and Micronutrients in Human Nutrition*

Darija Vranešić Bender<sup>1, 2</sup>, Sandra Krstev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vitaminoteka d.o.o., 10000 Zagreb, Črnomerec 3

<sup>2</sup>Centar za kliničku prehranu, Klinika za unutarnje bolesti Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KBC Zagreb  
10000 Zagreb, Kišpatičeva 12

**Sažetak** Hrana se sastoji od niza nutrijenata koji imaju specifične metaboličke učinke na ljudsko tijelo. Makronutrijenti čine veći dio prehrane pojedinca, osiguravajući energiju i esencijalne nutrijente nužne za rast, održavanje funkcija i aktivnost. Naziv mikronutrijenti proizlazi iz činjenice da su potrebni u relativno malim količinama (i vitamini i minerali) u usporedbi s makronutrijentima – ugljikohidratima, mastima, bjelančevinama i vodom. Vitamini su organske tvari koje unosimo hranom, a djeluju kao katalizatori odnosno supstancije koje pomažu aktivirati druge reakcije u organizmu. Minerali u tragovima su anorganske tvari koje imaju važne uloge u nizu metaboličkih procesa te pridonose sintezi molekula poput glikogena, bjelančevina i masti. U hrani su prisutne i nenutritivne tvari poput topljivih i netopljivih prehrambenih vlakana koje imaju važnu ulogu u ljudskoj prehrani.

**Ključne riječi:** makronutrijenti, mikronutrijenti, ugljikohidrati, masti, bjelančevine, vitamini, mineralne tvari

**Summary** Food is composed of a wide distribution of nutrients, which have very specific metabolic effects on the human body. Macronutrients constitute the majority of an individual's diet, thereby supplying energy, and the essential nutrients that are needed for growth, maintenance, and activity. Micronutrients (including vitamins and minerals) derive their name from the fact that they are needed in relatively small amounts in comparison to the macronutrients - carbohydrates, fats, proteins, and water. Vitamins are organic substances that we ingest with our foods, and that act as catalysts, substances that help to trigger other reactions in the body. Trace minerals are inorganic substances that once ingested play a role in a variety of metabolic processes, and contribute to the synthesis of such elements as glycogen, protein, and fats. There are also non-nutrient components of the diet such as soluble and insoluble fibers, which play an important role in human nutrition.

**Key words:** macronutrients, micronutrients, carbohydrates, lipids, proteins, vitamins, minerals

Hrana se sastoji od niza nutrijenata koji imaju specifične metaboličke učinke na ljudski organizam. Dok su neki nutrijenti esencijalni, drugi se smatraju neesencijalnim.

Esencijalni su oni nutrijenti koje ljudski organizam nije sposoban sintetizirati i stoga se moraju osigurati putem hrane. Vitamini, minerali, aminokiseline, masne kiseline i neki ugljikohidrati koji osiguravaju energiju su esencijalni. Neesencijalni nutrijenti su oni koje organizam može sintetizirati iz drugih sastojaka, kao i osigurati hranom. Nutrijenti se općenito dijele u dvije kategorije: makronutrijente i mikronutrijente.

## *Makronutrijenti*

Makronutrijenti su hranjive tvari koje svojom razgradnjom osiguravaju energiju organizmu. U skupinu makronutrijenata pripadaju ugljikohidrati, prehrambena vlakna, masti, masne kiseline, kolesterol, bjelančevine i aminokiseline. Preporuke za unos bjelančevina, masti i ugljikohidrata izražene su kao raspon, jer se pokazalo da unos koji je veći odnosno manji od preporučenog raspona ima za poslje-

dicu nepravilan unos nutrijenata i povećanu opasnost od pojave kroničnih bolesti uključujući koronarnu bolest srca, pretilost, dijabetes i karcinom (1). Prema preporukama Instituta za medicinu u Washingtonu, zdravim odraslim osobama ugljikohidrati trebaju osigurati 45-65%, masti 20-35%, a bjelančevine 10-35% ukupne dnevne energije (2).

## *Ugljikohidrati i prehrambena vlakna*

Ugljikohidrati su izvor energije za sve stanice u tijelu. Adekvatna količina ugljikohidrata u prehrani nužna je za pravilan rad središnjega živčanog sustava – mozak je ovisan o konstantnom opskrbljivanju glukozom. Ugljikohidrati štite bjelančevine, jer u prisutnosti dovoljne količine omogućuju da se bjelančevine minimalno iskorištavaju za dobivanje energije, a maksimalno za izgradnju tkiva (3).

Ugljikohidrati su najvažniji izvor energije od svih prehrambenih tvari koje svakodnevno unosimo u organizam. Jedan gram ugljikohidrata izgaranjem daje, poput bjelančevina, približno 4 kcal.

Ugljikohidrati se obično dijele u tri skupine:

**Monosaharidi ili jednostavni šećeri** sastavljeni su od samo jedne molekule ugljikohidrata. U hrani od monosaharida nalazimo uglavnom glukozu (ima je mnogo u kukuruzu i drugom povrću) i fruktozu (nalazi se u medu, raznom voću, voćnim proizvodima, a naziva se još voćni šećer). Glukoza je i glavni monosaharid u našoj krvi i njegova koncentracija uvijek mora biti prisutna unutar određenih granica (3,5–5,5 mmol/l) kako bismo svim tkivima, a ponajprije mozgu osigurali dovoljan izvor hrane i energije.

**Oligosaharidi** su šećeri sastavljeni od dvije pa do deset jedinica monosaharida. U prehrani su najvažniji disaharidi sastavljeni od dvije jedinice monosaharida, a najpoznatiji su saharoza ili stolni šećer te laktoza ili mliječni šećer.

**Polisaharidi** su složeni ugljikohidrati sastavljeni od velikog broja monosaharidnih jedinica čija je najčešća gradivna jedinica monosaharid glukoza. U polisaharide spadaju rezervne ugljikohidratne tvari biljaka (škrob) i životinja (glikogen) te gradivne strukture biljaka (celuloza). Škrob i celuloza pripadaju posebnoj skupini koja se naziva prehrambenim vlaknima – njima se pripisuju različite funkcije korisne za zdravlje, uključujući bolju peristaltiku crijeva te niže koncentracije glukoze i kolesterola (1).

Glukoza je najvažniji izvor energije dostupan stanicama, a mozgu, srži bubrega i crvenim krvnim stanicama esencijalna je za funkcioniranje. Mozak odraslog čovjeka zahtijeva oko 140 g glukoze na dan, a crvene krvne stanice oko 40 g na dan. U slučaju nedovoljnog unosa ugljikohidrata organizam je sposoban sintetizirati oko 130 grama glukoze na dan iz mliječne kiseline, nekih aminokiselina i glicerola putem glukoneogeneze. Stoga se smatra da minimalne potrebe ugljikohidrata predstavlja razlika između esencijalnih potreba za glukozom i glukoze koja se sintetizira glukoneogenezom, što iznosi 50 g glukoze na dan. Ako se unos ugljikohidrata smanji u tolikoj mjeri da se ne zadovoljava ni minimalne potrebe organizma, organizam počinje proizvoditi ketonska tijela oksidacijom masnih kiselina. U slučaju duljeg nedostatka ugljikohidrata mozak se prilagođava na upotrebu ketona za dobivanje energije. Međutim, ovo stanje (ketoza) nije poželjno jer može umanjiti sposobnost odlučivanja i orijentacije (4).

Prehrana bogata složenim ugljikohidratima i prehrambenim vlaknima često se povezuje sa smanjenom pojavom pretilosti. Budući da visok unos jednostavnih šećera (npr. konzumni šećer, slatkiši) ugrožava kvalitetu prehrane jer pruža, među ostalim, značajnu količinu energije bez specifičnih nutrijenata, dobro je hranu bogatu šećerima zamijeniti hranom koja obiluje vlaknima i škrobom (5).

Prehrambena vlakna pospješuju funkciju gastrointestinalnog sustava i pridonose redovitoj defekaciji. Osim toga, pokazalo se da neke vrste vlakana snižuju LDL-kolesterol, štite od koronarne bolesti srca i karcinoma debelog crijeva. Dodatno, vlakna su se pokazala korisnima pri tretiranju nepodnošenja glukoze i reguliranju tjelesne mase (4, 6). Preporuke za unos prehrambenih vlakana su 38 g za muškarce dobi do 50 godina, a 25 g za žene dobi do 50 godina. Muškarci stariji od 50 godina trebali bi zbog smanjenog unosa energije u ovoj životnoj dobi unositi 30 g, a žene 21 g (7).

Novo i uzbudljivo područje istraživanja su prebiotici, neprobavljiva vlakna koja selektivno potiču rast bifidobakterija ili laktobacila u ljudskim crijevima. Povoljno djelovanje bifidobakterija dobro je dokumentirano znanstvenim istraživanjima, a uključuje: inhibiciju rasta patogenih bakterija, stimulaciju komponenata imunskog sustava te pomoć u apsorpciji određenih iona, posebice kalcija (6).

## Masti

Masti su, uz ugljikohidrate, najvažniji izvor energije i omogućuju apsorpciju vitamina topljivih u mastima te rast i razvoj. Mnoge su masti važan sastavni dio staničnih struktura i lipoproteina, dok masno tkivo služi kao toplinski izolator i pruža zaštitu od mehaničkih udaraca. Jedan gram masti osigurava 9 kcal.

Masne su kiseline često zastupljene u prirodi. Najčešće se javljaju kao nerazgranati lanci sastavljeni od ugljika, vodika, kisika i kiselinskih skupina. S obzirom na zasićenost veza ugljika s drugim atomima, razlikujemo zasićene, jednostruko nezasićene i višestruko nezasićene masne kiseline.

**Zasićene masne kiseline** imaju sve veze ugljika vezane za atome vodika ili druge atome odnosno ne sadržavaju dvostruke veze. Najvažniji su sastavni dio životinjskih masti te su prisutne u krutom stanju na sobnoj temperaturi.

**Jednostruko nezasićene masne kiseline** sadržavaju jednu dvostruku vezu u molekuli. Oleinska kiselina pripada ovoj skupini. Nalazimo je u prirodnome maslinovu ulju te u ulju repice.

**Višestruko nezasićene masne kiseline** sadržavaju dvije ili više dvostrukih veza u molekuli. U ovu skupinu pripadaju linolna i alfa-linolenska kiselina koje se smatraju esencijalnim (5, 8).

Za odrasle je osobe osobito važno da unos masti prehranom zadovoljava energetske potrebe, potrebe za esencijalnim masnim kiselinama te vitaminima topljivim u mastima. Stoga se preporučuje da masti trebaju osigurati minimalno 15% ukupne dnevne energije, odnosno 20% ako je riječ o ženama reproduktivne dobi. Kako bi se spriječio deficit esencijalnih masnih kiselina, minimalno 1% dnevne energije treba potjecati od linolne kiseline te 0,2% od alfa-linolenske kiseline (4).

Tijekom nekoliko proteklih desetljeća objavljen je značajan broj studija koje povezuju prekomjeren unos masti s kroničnim bolestima poput koronarnih bolesti srca, dijabetesa i određenih oblika karcinoma (9, 10). Ipak, najveći broj studija upućuje na poveznicu između prekomjernog unosa masti i pretilosti. Studija koja je uspoređivala unos masti u osoba s normalnom i prekomjernom tjelesnom masom te pretilim osobama došla je do vrijednih saznanja da na BMI znatno više utječe unos masti nego ukupni energetska unos. Pokazalo se da pretile osobe konzumiraju više masti i zasićenih masnih kiselina, a manje ugljikohidrata od osoba normalne tjelesne mase. Vjeruje se da prehrana bogata mastima uzrokuje veće skladištenje masnog tkiva kao metabolički odgovor na povećanu oksida-

ciju masti (10). Zbog toga u većini zapadnih zemalja stoji preporuka da je poželjno da ukupne masti osiguravaju najviše 30%, a zasićene masne kiseline ne više od 10% ukupne dnevne energije (4).

Neke opservacijske studije upućuju na moguću vezu između unosa transnezasićenih masnih kiselina i nepoželjnih promjena na lipoproteinima niske gustoće (LDL-kolesterol) i lipoproteinima visoke gustoće (HDL-kolesterol) te opasnosti od koronarne bolesti. S druge strane, brojna klinička istraživanja izvješćuju o pozitivnom djelovanju jednostruko i višestruko nezasićenih masnih kiselina na prevenciju bolesti srca. U tom kontekstu spominju se omega-3 masne kiseline (i riba kao dobar izvor) te oleinska kiselina (i maslinovo ulje kao dobar izvor) (5).

## Bjelančevine

Bjelančevine imaju gradivnu, specifičnu fiziološku i energetske ulogu (3). Potrebne su za sintezu hormona, gena, za transport kisika, metala i lijekova. Bez bjelančevina nema kontrakcije mišića (8). Bitne su za održavanje ravnoteže tekućina i obrambene sposobnosti organizma, kao i u zaustavljanju krvarenja.

Gradivne jedinice svake bjelančevine čine aminokiseline. Bjelančevine koje sadržavaju sve esencijalne aminokiseline s prehranbenog su stajališta punovrijedne. Bjelančevine životinjskog podrijetla su punovrijedne, dok biljne bjelančevine ne sadržavaju sve esencijalne aminokiseline ili ih nemaju u dovoljnim količinama. U kombiniranoj se prehrani životinjske i biljne bjelančevine nadopunjuju (3), no prehrana vegetarijanaca, ako nije pravilno planirana, može biti neadekvatna. Stoga se vegetarijancima preporučuje koncept komplementarnih bjelančevina odnosno kombiniranje biljnih bjelančevina koje zajedno osiguravaju sve esencijalne aminokiseline. Konzumiranjem takvih komplementarnih bjelančevina kompenzira se manjak esencijalnih aminokiselina u pojedinoj namirnici. Tako odlične kombinacije čine žitarice i mahunarke, žitarice i mliječni proizvodi te mahunarke i sjemenke (5). Nije nužno konzumirati komplementarne proteine u istom obroku, ali bih ih trebalo unijeti unutar 3-4 sata kako bi sve esencijalne aminokiseline bile dostupne kada su potrebne.

Preporučeni dnevni unos za bjelančevine iznosi 0,8 g/kg tjelesne mase za žene i muškarce. Novorođenčad i djeca, trudnice i sportaši imaju povećane potrebe za bjelančevinama. Osim toga, niz bolesti i komplikacija (povišena tjelesna temperatura, prijelomi, opekline, kirurška trauma) implicira pojačane gubitke bjelančevina tijekom akutne faze bolesti, pa zahtijeva i veći unos od 1 do 1,5 g/kg TM (11).

Ako unos bjelančevina odnosno esencijalnih aminokiselina nije adekvatan, može doći do gubitka tjelesnih bjelančevina te neadekvatne ravnoteže dušika. Dugotrajno razdoblje nedovoljnog unosa bjelančevina rezultira nizom deficitarnih malnutricijskih stanja zajedničkog naziva proteinsko-kalorijska malnutricija (PEM). Dva najčešća stanja o kojima se govori su kwashiorkor i marazam. Dok je kwashiorkor stanje u kojem ponajprije postoji deficit bjelančevina, a ukupni energetske unos može biti osiguran poveća-

nim unosom ugljikohidrata, marazam se javlja zbog smanjenog energetske unosa uzrokovanog djelomičnim ili potpunim gladovanjem (4).

S druge strane, previše bjelančevina u prehrani je štetno, jer izvlači kalcij urinom, može uzrokovati karcinom, osobito kolona i dojke, aterosklerozu i osteoporozu (7).

## Mikronutrijenti

Elementi u tragovima (esencijalni anorganski mikronutrijenti) i vitamini (esencijalni organski mikronutrijenti) potrebni su u prehrani u vrlo malim količinama. Iako su to tvari koje su potrebne u vrlo malim količinama, njihovo kliničko značenje u zdravlju i bolesti je golemo. Uloga mikronutrijenata može se klasificirati kako slijedi:

- **Kao kofaktori u metabolizmu:** Mnogi elementi u tragovima potrebni su za moduliranje enzimske aktivnosti kao sastavni dio enzimskih prostetskih skupina – npr. cink je kofaktor za mnoge enzime, dok je selen potreban u obliku selenocisteina u enzimu glutation peroksidazi.
- **Kao koenzimi u metabolizmu:** Mnogi vitamini ili metaboliti vitamina potrebni su kako bi preuzeli aktivnu ulogu u složenim biokemijskim reakcijama, npr. riboflavin i niacin u lančanom prijenosu elektrona ili folna kiselina kao dio reakcija koje prenose metilne skupine. Ove reakcije su bitne za intermedijarni metabolizam i osiguravaju iskorištenje glavnih nutrijenata kako bi se osigurala energija, bjelančevine, nukleinske kiseline i drugi spojevi.
- **Kontrolne funkcije:** Cink ima bitnu ulogu kao dio "cinkovih prstiju", kontrolnih čimbenika transkripcije koji reguliraju gensku ekspresiju.
- **Strukturne sastavnice:** Određeni elementi su potrebni kako bi odigrali strukturnu ulogu unutar bjelančevina.
- **Antioksidansi:** Nusproizvod oksidativnog metabolizma je stvaranje spojeva koji su sposobni uzrokovati daljnje oksidativne reakcije, poglavito u organskim dijelovima stanice u relativno reduciranom stanju. Oni uključuju stanične membrane i nukleinske kiseline. Tijelo ima sofisticiran sustav ograničavanja potencijalnog oštećenja uzrokovanog tim reaktivnim kisikovim spojevima. Mehanizmi djelovanja antioksidansa uključuju obuzdavanje aktivnosti oksidansa putem složenih molekula kao što su vitamin E i vitamin A ili enzimskih sustava koji uklanjaju proizvode oksidacije – superoksid dismutaze (ovisne o cinku/bakru ili o manganu) i glutation peroksidaze (ovisne o selenu) (11).

Definiranje optimalnog unosa mikronutrijenata još je uvijek daleko od idealnoga (12). Potreba za esencijalnim tvarima određena je kao najmanja količina tvari potrebna da se održi normalna masa, kemijski sastav, morfologija i fiziološka funkcija organizma i spriječi pojava kliničkih ili biokemijskih znakova nedostatka tih tvari. U stanjima kada je unos nužnih tvari smanjen, organizam se na to može prilagoditi: 1. povećanjem apsorpcije, 2. smanjenjem razgradnje, 3. smanjenjem izlučivanja i 4. uporabom tjelesnih re-

zervi. Okoliš, način života, navike i genski čimbenici uzrok su razlici u potrebama za esencijalnim tvarima. Potrebe su različite s obzirom na dob i spol te razdoblje trudnoće i laktacije (11).

## Vitamini

Otkriće vitamina prije stotinjak godina obilježilo je nutricionizam kao znanost. Stoljećima je bilo poznato da su neke bolesti vezane uz prehranu: skorbut je bilo moguće prevenirati unosom voća i povrća; noćno sljepilo liječilo se konzumiranjem jetre; beriberi je povezan s jednoličnom prehranom temeljenom na poliranoj riži. Međutim, ove spoznaje nisu bile prihvaćene u medicinskim krugovima tijekom 19. stoljeća budući da su se uzročnicima bolesti smatrala bakterije i bakterijski toksini. Stoga je otkriće Christina Eijkmana o tvari iz neljuštene riže topljivoj u vodi koja prevenira beriberi ponukalo mnoge na promjenu načina razmišljanja. Pečat novoj paradigmi dao je Casimir Funk otkrivši da je Eijkmanov antiberiberi faktor amin. U kontekstu važnosti za život, Funk je 1912. godine toj tvari dao naziv "vitamin", a radilo se o molekuli koju danas poznajemo kao vitamin B1 ili tiamin (7).

Danas je poznato 13 vitamina, a prema topljivosti dijele se na vitamine topljive u mastima (vitamini A, D, E i K) i vitamine topljive u vodi (vitamini B-skupine i vitamin C). Vitamini pokazuju niz kemijskih i funkcionalnih sličnosti, a djeluju kao koenzimi, antioksidansi (vitamini E i C) ili imaju hormonsku aktivnost (vitamini D i A).

O topljivosti vitamina ovise njihova apsorpcija, transport, pohranjivanje i izlučivanje. Vitamini topljivi u vodi nakon apsorpcije prelaze u krv, a vitamini topljivi u mastima, poput masti prelaze u krv iz limfe. Vitamini topljivi u vodi u krvi se nalaze slobodni, a vitamini topljivi u mastima trebaju proteinski nosač. Prije nego se upotrijebe u stanici, vitamini topljivi u vodi slobodno cirkuliraju u tjelesnim tekućinama, a vitamini topljivi u mastima u pričuvi su u masnom tkivu i jetri. Bubrezi uklanjaju suvišak vitamina topljivih u vodi, vitamini topljivi u mastima se akumuliraju, tako da ako su unosi pretjerano visoki, vjerojatniji su toksični efekti za vitamine topljive u mastima.

## Mineralne tvari

Mineralne tvari prisutne u tijelu u osnovi se dijele na makromineralne (prisutni u količini većoj od 5 g) i mikromineralne ili minerale u tragovima (prisutni u količini manjoj od 5 g).

Makrominerali su prisutni u tijelu i hrani poglavito u ionskom obliku. Primjerice, natrij, kalij i kalcij pozitivni su ioni (kationi), dok druge mineralne tvari postoje kao negativni ioni (anioni). U skupinu aniona uključeni su i klor, sumpor (u formi sulfata) i fosfor (kao fosfat). Soli, poput natrij-klorida i kalcij-fosfata disociraju u otopini te su prisutni u tjelesnim tekućinama kao  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{HPO}_4^-$ . Mineralne tvari pojavljuju se i kao komponente organskih spojeva, poput fosfoproteina, fosfolipida, metaloenzima i drugih metaloproteina, poput hemoglobina.

Bioraspoloživost je termin koji opisuje kemijsko ili fizikalno-kemijsko stanje mineralne tvari u lumenu tankog crijeva. Uz izuzetak hem-željeza, svi ostali elementi apsorbiraju se u ionskom obliku. Stoga svaki element koji ostane vezan uz organsku molekulu ili anorganski kompleks nakon procesa probave neće biti apsorbiran. Drugim riječima: ovi elementi nisu bioraspoloživi i bit će eliminirani fecesom.

Mnoge molekule u hrani utječu na bioraspoloživost, bilo da je pospešuju, ometaju ili inhibiraju. Najbolji su primjeri vezanje fitinske ili oksalne kiseline s kalcijem ili drugim dvovalentnim kationima te utjecaj vitamina C na poboljšanje apsorpciju nehem-željeza.

Glavni minerali, posebno natrij, klor i kalij, utječu na ravnotežu tjelesnih tekućina – održavaju homeostazu. Natrij, klor, kalij, kalcij i magnezij ključni su za kontrakciju mišića i prijenos živčanih impulsa; također su primarni za regulaciju krvnog tlaka. Fosfor i magnezij sudjeluju u metabolizmu glukoze, masnih kiselina, aminokiselina i vitamina. Kalcij, fosfor i magnezij formiraju strukturu kostiju i zuba. Svaki glavni mineral također ima druge specifične uloge u organizmu.

Sadržaj minerala u tragovima u hrani ovisi o sastavu tla i vode i o načinu obrade namirnice. Nadalje, endogeni čimbenici i prehrana utječu na njihovu bioiskoristivost. Najbolji način da se osiguraju adekvatne količine minerala u tragovima, što vrijedi i za ostale nutrijente, jest raznolika prehrana, a posebno hrana koja nije industrijski obrađena.

Minerali u tragovima toksični su pri unosu koji nije puno veći od preporučenoga, tako da je važno da uobičajeni unos nije veći od gornje granice preporučenoga.

Međudjelovanja minerala u tragovima uobičajena su i često dovode do neravnoteže. Višak jednog može dovesti do manjka nekog drugog minerala ili zbog manjka jednog minerala, drugi postaje toksičan (13).

## *Klinički sindromi nedostatka i supklinička stanja nedostatka*

"Klasični" prehrambeni nedostatak obično dovodi do složenog sindroma s tipičnim znakovima i simptomima koji su danas potpuno opisani za svaki od vitamina i elemenata u tragovima (tablica 1). Ti sindromi bili su uzrokovani nedostatkom specifičnog nutrijenta te je promatranje i liječenje takvih poremaćaja omogućilo temelj utvrđivanja esencijalnosti mikronutrijenata. Danas su prehrambene posljedice teškog deficita te unos koji je nuždan za sprječavanje razvoja klinički očitog deficita sasvim dobro razjašnjeni.

Međutim, sada je jasno da će s progresivnim razvojem sve težeg iscrpljenja jednog ili više mikronutrijenata bolesnik prolaziti kroz niz stadija obilježenih biokemijskim ili fiziološkim posljedicama. Metabolička ili fiziološka cijena ovakvog suboptimalnog prehrambenog statusa obično ostaje nejasnom, no pretpostavlja se da takav poremećeni metabolizam vjerojatno dovodi do štetnih učinaka. Slično tomu, mogu nastupiti specifični i lokalizirani tkivni nedostaci koji pak mogu dovesti do patoloških promjena. Takve situacije

Tablica 1. Važnije biološke funkcije vitamina  
(prema BENDER DA. (2003) *Nutritional Biochemistry of the Vitamins 2nd edition, Cambridge University Press, Cambridge*)

Vitamin	Metabolički aktivni oblici	Poremećaji uzrokovani pomanjkanjem	Važne biološke funkcije ili katalizirane reakcije
Vitamin A	Retinol, retinal, retinska kiselina	Noćno sljepilo, kseroftalmija, keratomalacija	Fotosenzitivni retinski pigment, regulacija diferencijacije epitelnih stanica
Vitamin D	1,25-(OH) <sub>2</sub> -D	Rahitis, osteomalacija	Pospješuje intestinalnu apsorpciju Ca, mobilizaciju Ca iz kostiju, stimulaciju bubrežne resorpcije Ca, regulaciju sekrecije PTH, moguću funkciju u mišićima
Vitamin E	α-tokoferol	Degeneracija živaca i mišića	Antioksidacijski zaštitnik membrana
Vitamin K	K, MK	Oslabljena koagulacija krvi, krvarenje	Kosupstrat za γ-karboksilaciju glutaminskih ostataka nekih faktora zgrušavanja i proteina koji vežu Ca
Vitamin C	Askorbinska kiselina, dehidroaskorbinska kiselina	Skorbut	Kosupstrat za hidroksilaciju u sintezi kolagena, metabolizam lijekova i steroida
Tiamin	Tiamin-pirofosfat	Beriberi, polineuritis, Wernicke-Korsakoffijev sindrom	Koenzim za oksidativnu dekarboksilaciju 2-ketokiselina (npr. piruvat i 2-ketoglutarat); koenzim za piruvat dekarboksilazu i transketolazu
Riboflavin	FMN, FAD	Dermatitis	Koenzim za brojne flavoproteine koji kataliziraju redoks reakcije u sintezi i razgradnji masnih kiselina, TCA ciklus
Niacin	NAD(H), NADP(H)	Pelagra	Koenzim za prijenos vodika kataliziran mnogim dehidrogenazama, npr. TCA ciklus, respiratorni lanac
Piridoksin	Piridoksal-5'-fosfat	Simptomi ovise o vrsti	Koenzim za metabolizam aminokiselina, npr. dekarboksilacija, transaminacija, racemizacija
Folat	Poliglutamil tetrahidrofolati	Megaloblastična anemija	Koenzim za prijenos jedne C-jedinice, npr. formilnih i hidroksimetilnih skupina u sintezi purina
Biotin	1'-N-karbonsibiotin	Dermatitis	Koenzim za karboksilaciju, npr. konverziju acetil-CoA/malonil-CoA
Pantotenska kiselina	Koenzim A (CoA)  Protein nosač acilne skupine (ACP)	Simptomi ovise o vrsti	Koenzim za aktivaciju/prijenos acilnih skupina (tvorba estera, amida, citrata, triglicerida itd.)  Koenzim za biosintezu masnih kis.
Vitamin B12	5'-deoksi-adenozil-B12 metil-B12	Perniciozna anemija, megaloblastična anemija	Koenzim za konverziju metilmalonil-CoA u sukcinil-CoA Prijenos metilne skupine sa CH <sub>3</sub> -FH <sub>4</sub> na homocistein u sintezi metionina

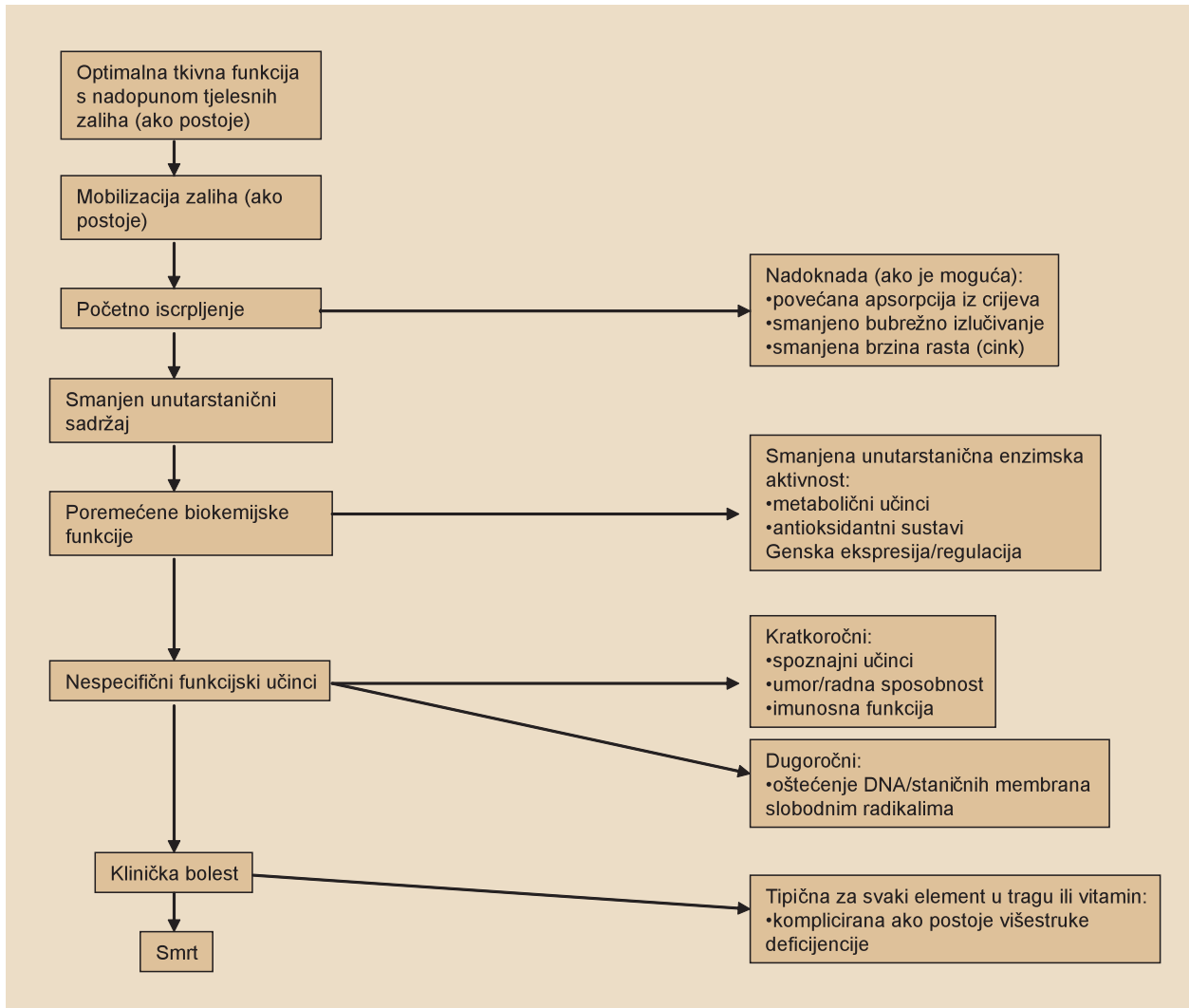
možu se definirati kao supklinički nedostatak. Vremenski tijekom razvoja supkliničkog nedostatka razlikuje se za svaki pojedini mikronutrijent i ovisi o naravi i količini tkivnih ili tjelesnih zaliha. Posljedice nedostatnog unosa preglednije su prikazane na slici 1.

Stanje supkliničke deficijencije može biti apsolutno ili relativno. Tako će unos manji od potreba u normalnom zdravlju dovesti do supkliničkog nedostatka ili do tipičnoga kliničkog stanja deficijencije. Međutim, određeni bolesnici imaju značajno povećane potrebe kao rezultat procesa bolesti pa stoga unos koji se normalno smatra dostatnim može biti relativno nedovoljan i dovesti do supkliničkog stanja deficijencije (12, 14).

## Voda

Tjelesna zaliha vode djeluje kao otapalo te osigurava transport, kontrolu temperature te "podmazivanje" organizma. Metaboličke aktivnosti, primjerice proizvodnja energije i izgradnja tkiva, od životne su važnosti, a odvijaju se u vodenom okružju.

Voda cirkulira po tijelu u obliku krvi i drugih tjelesnih izlučevina te tkivnih tekućina. Tako po tijelu putuju mnogi nutrijenti, metaboliti i druge tvari koje su potrebne raznim tjelesnim stanicama. Stanica je funkcionalna jedinica života, a njezine temeljne potrebe za kisikom i drugim hranjivim tvarima moraju se zadovoljavati stalno.



Slika 1. Posljedice nedostatnog unosa mikronutrijenata (11)

Tjelesne potrebe za vodom ovise o nekoliko čimbenika: temperaturi, stupnju aktivnosti, funkcionalnim gubicima, metaboličkim potrebama i dobi. Porastom temperature okoliša tijelo gubi vodu u svrhu održanja tjelesne temperature te je tada potreban povišen unos vode (5).

Fizički rad ili snažna tjelesna aktivnost podižu tjelesne potrebe za vodom iz dva razloga: više vode gubi se putem znoja i više vode je potrebno za povišen metabolički rad zbog tjelesnih aktivnosti.

Potreba za vodom iznosi 1 mL/kcal ili 30 mL/kg tjelesne mase. Povećava se kod povećanog fizičkog rada, povišene atmosferske temperature, povišene tjelesne temperature (porast za 1 °C povećava gubitak isparavanja za 200 mL), proljeva, fistula ili nazogastrične sonde. Potreba za vodom smanjena je kod bolesnika s bubrežnom insuficijencijom, cirozom, edemima i ascitesom drugog uzroka te kod neadekvatnog lučenja antidiuretskog hormona (11).

## Zaključak

Hrana osigurava energiju organizmu, izgrađuje ga te stvara otpornost na bolesti. Tvari koje organizam iskorištava iz hrane za svoj rast i metabolizam jesu nutrijenti. Vrijedi podjela nutrijenata na makronutrijente koji su potrebni u relativno velikim količinama te mikronutrijente koji su potrebni u relativno malenim količinama. Makronutrijenti (ugljikohidrati, masti i bjelančevine) svojom razgradnjom u organizmu proizvode energiju. Mikronutrijenti odnosno vitamini i minerali imaju brojne važne uloge u očuvanju zdravlja.

Prehrana koja je raznolika i uravnotežena osigurava sve nutrijente potrebne za pravilno funkcioniranje i zdravlje ljudskog organizma.

## Literatura

1. VRANEŠIĆ D, ALEBIĆ I. Hrana pod povećalom: kako razumjeti i primijeniti znanost o prehrani, Profil International; 2006.
2. Institute of medicine of the national academies, Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids, 2002., <http://www.iom.edu/?id=12702>, Accessed 22.11.2008.
3. MANDIĆ ML. Znanost o prehrani: Hrana i prehrana u čuvanju zdravlja, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek; 2003.
4. Essentials of human nutrition, Oxford University Press, New York; 2002.
5. Krause's Food, Nutrition and Diet Therapy. Philadelphia: Saunders Company, 2000.
6. CUMMINGS JH, EDMOND LM, MAGEE EA. Dietary carbohydrates and health: do we still need the fibre concept? Clin Nutr Suppls 2004; 1: 5-17.
7. Modern Nutrition in Health and Disease, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia; 1999.
8. ŽIVKOVIĆ R. Dijetoterapija: medicinska dijetetika, Naprijed, Zagreb; 1994.
9. COTTON JR, BLUNDELL JE. Dietary fat, Food Habits and Appetite. Nutr Food Sci 1994; 6: 4-9.
10. ALFIERI M, POMERLEAU J, GRACE M. A comparison of fat intake of normal weight, moderately obese and severely obese subjects. Obese Surg 1997; 7: 9-15.
11. Basics in Clinical Nutrition edited by L. Sobotka, Prague: Galen and ESPEN; 2004.
12. SHENKIN A. Impact of disease on markers of macronutrient status. Proc Nutr Soc 1997; 56:433-41.
13. WHITNEY EN, ROLFES SR. Understanding Nutrition. Wadsworth Publishing; 2002.
14. SHENKIN A. Adult micronutrient requirements. U: Payne-James J, Grimble G, Silk D, ur. Artificial nutrition support in clinical practice, 2. izd. London: Greenwich Medical Media, 2001.

---

### Adresa za dopisivanje / Corresponding Address

Dr. sc. Darija Vranešić Bender, dipl. ing.

Vitaminoteka d.o.o.

10000 Zagreb, Črnomerec 3

e-mail: [dvranesic@vitamini.hr](mailto:dvranesic@vitamini.hr)

### Primljeno / Received

1. 12. 2008.

December 1, 2008

### Prihvaćeno / Accepted

5. 12. 2008.

December 5, 2008



# Alendor<sup>®</sup> 70

alendronat

Od sada  
1x  
TJEDNO!



PLIVA  Žensko zdravlje