

Toitumissoovitused

Koostajad: Laine Parts, Katrin Lõhmus, Maia Radin, Külli Johanson, Saima Kuu, Ivi Vaher, Anna-Liisa Tamm, Tuuli Taimur, Kristel Ehala-Aleksejev, Marta Velgan, Inga Villa, Siiri Oad, Olga Grujanova, Pille Javed, Piret Raudsepp, Silja Kana, Ülle Einberg, Marit Priinits, Tagli Pitsi, Mihkel Zilmer

Inimese tervise ja heaolu aluseks on tasakaalustatud toitumine, mis katab organismi energiavajaduse ning varustab teda kõigi toitainetega. Käesolev peatükk annab ülevaate inimese toitumise peamistest aspektidest – energiast, makro- ja mikrotoitainetest ning nende rollist organismi normaalses talitluses.

Makrotoitained – süsivesikud, valgud ja rasvad – on organismile toiduenergia allikad ning täidavad mitmeid elutähtsaid funktsioone, nagu näiteks kudede ehituses, ainevahetuslike protsesside juhtimises, hormonaalse tasakaalu tagamises ja immuunsüsteemi toetamises. Mikrotoitained (vitamiinid ja mineraalained) osalevad ensümaatilistes reaktsioonides, antioksüdatiivses kaitses ja paljudes ainevahetusprotsessides. Toitainete liiasus, puudus või omavaheline tasakaalustamatus võib põhjustada tõsiseid terviseprobleeme, nagu rauapuudusaneemiat, luude hõrenemist, närvisüsteemi talitlushäireid. Samuti võib see suurendada riski haigestuda kroonilistesse haigustesse, sealhulgas südame-veresoonkonna haigustesse, 2. tüüpi diabeeti ja kasvujärgesse.

Toitainete vajadused varieeruvad sõltuvalt vanusest, soost, kehalisest aktiivsusest, tervislikust seisundist jm. Nende piisav ja tasakaalustatud saamine on oluline nii haiguste vältimiseks kui ka optimaalse arengu, töövõime ja elukvaliteedi tagamiseks. Peatükis käsitletakse ka erinevate toitainete peamisi allikaid igapäevases toidus, et toetada teadlikku ja mitmekesist toiduvalikut, mis aitaks kaasa piisavale toitainete saamisele.

Lisaks eespool nimetatud toitainetele omandavad järjest suuremat tähelepanu antioksüdandid, mis võivad avaldada tervisele kasulikku mõju. Üha enam teadusuuringuid näitab nende rolli krooniliste haiguste riski vähendamisel ja organismi kaitsemehhanismide tugevdamisel. Samuti pööratakse tähelepanu kofeiinile – looduslikule stimulantile, mida leidub eelkõige kohvis, tees, kakaos ja energijookides. Kofeiin mõjutab kesknärvisüsteemi, parandab erksust ja vaimset sooritusvõimet, kuid liigtarvitamine võib põhjustada unehäireid, ärevust ja südame-veresoonkonna vaevusi.

1. Energia

Energia saamine on vajalik kõigi keha funktsioonide, kasvu ja kehalise aktiivsuse jaoks. Organismi elutegevuseks vajalik energia saadakse peamiselt toidus sisalduvatest makrotoitainetest (süsivesikud, valgud, lipiidid). Energiatootmist reguleerivad ka mikrotoitained (vitamiinid ja mineraalained). Päevane energiatarbimine peaks olema tasakaalus kulutatud energia kogusega, et tagada stabiilne kehamass, mis on hea tervise alustalaks. Ülekaal tekib enamasti pikaajalise energiatasakaalu häirimise tagajärjel – inimene saab toidust rohkem energiat, kui tema organism kulutab. Alakaal seevastu on tavaliselt tingitud pikaajalisest energiadefitsiidist – organism saab toiduga vähem energiat, kui on vajalik kehaliste ja ainevahetuslike protsesside toimimiseks. (1)

Energia mõõdetakse kJ-des (ajaühiku kohta (tavaliselt MJ/päevas). Eestis kasutatakse energeetilise väärtuse ja soovitude arvutamisel kilokaloreid.

1000 kJ = 1 MJ	1 kJ = 0,239 kcal	1 MJ = 239 kcal	1 kcal = 4,184 kJ
----------------	-------------------	-----------------	-------------------

Energiavajadust mõjutavad eelkõige sugu ja vanus ning kehalise aktiivsuse tase, mõningal määral ka kehakoostis, kliimaatilised tingimused, geneetilised erinevused, hormonaalsed muutused, sümpaatilise närvisüsteemi aktiivsus, psühholoogiline seisund, farmakoloogilised ained ja mitmed haigused, mõjutades peamiselt põhiainevahetuseks kuluvat energiat. Keskmiselt on meeste päevane energiakulu suurem kui naistel tingituna erinevustest keha kasvus ja koostises, sest mehed on enamasti pikemad ning suurema lihasmassiga kui naised. Lapseootuse ja imetamise ajal on energiavajadus tavapärasest veidi suurem. Keha energiavarud on väga suured (vähemalt 30 korda suuremad kui päevane energiakulu), mistõttu täiskasvanu organism (v.a lapseootuse ajal) saab hakkama soovitud väiksema energia saamise korral ka umbes kuni nelja päeva pikkuse perioodi jooksul. (1)

Päeval energiakulul on kolm komponenti:

- põhiainevahetuse keskmine energiakulu (PAV) – täiskasvanutel kuni 70–80% kogu energiakulust
- energiakulu kehalisele aktiivsusele – 20–40% kogu energiakulust (mittesportlastel)
- toidu seedimiseks ja varude salvestamiseks kulutatav energiakogus – umbes 10% kogu energiakulust (segatoidulistel) (1,2).

Energiakulu komponendid

1) Põhiainevahetuse keskmine energiakulu

Baasenergiakulu BEE (*basal energy expenditure*), kasutatakse ka baasainevahetuse kiirus BMR (*basal metabolic rate*), on määratletud kui kehalises ja vaimses puhkeolekus, termoneutraalses keskkonnas ja tühja kõhuga oleva inimese energiakulu. (1)

Puhkeoleku energiakulu REE (*resting energy expenditure*) mõõdetakse vähem rangetes tingimustes kui baasenergiakulu ja seetõttu peetakse seda ligikaudu 5% võrra suuremaks. Keskmine energiakulu une ajal on veidi madalam kui ärkveloleku ajal. Seetõttu on uneenergiakulu SEE (*sleeping energy expenditure*) umbes 10% madalam kui baasenergiakulu. Vaatamata väikestele erinevustele on SEE, BEE ja REE väga tugevalt seotud ning neid kasutatakse sageli vaheldumisi. Edaspidi kasutatakse nende kõikide iseloomustamiseks ühist terminit põhiainevahetuse keskmine energiakulu PAV. (1)

Võrdse kehalise aktiivsuse tasemega inimestel on päevane energiakulu erinev – see on tugevalt seotud kehamassiga, eriti rasvavaba massiga (s.o kehamass miinus rasvamass). Rasvavaba mass koosneb skeletilihastest ja organite kudedest. Rasvamass näitab küll samuti positiivset korrelatsiooni energiakuluga, kuid energiakulu suurenemine rasvamassi ühiku (nt kg) kohta on palju väiksem kui rasvavaba kehamassi ühiku puhul. (1)

2) Kehalise aktiivsuse energiakulu

Kehalise aktiivsuse tase PAL (*physical activity level*) on määratletud kui kogu päevane energiakulu jagatud PAV-iga. Päevase kehalise aktiivsuse (ja sellele kulutatud energia) võib jagada töö ja vaba aja tegevusteks, mis mõlemad varieeruvad sõltuvalt intensiivsusest. Lamamise ja istumise ajal on

energiakulu lähedane PAV-ile. (1) Kehalise aktiivsuse, istuva eluviisi ja tervise seoseid kirjeldatakse liikumissoovituste peatükis.

3) Toidu seedimiseks ja varude salvestamiseks kulutatav energia (*diet-induced thermogenesis*) Rasvade seedimiseks (ja salvestamiseks) kulutab organism vähem kui 10% nende endi energiasaldusest. Valkude ja süsivesikute puhul on see näitaja veidi suurem. Kui igapäevase toiduga saadakse kestvalt väga palju süsivesikuid, siis suureneb süsivesikute osakaal saadud energiast, mis võib aja jooksul viia kaalutõusu ja rasvumiseni. (1)

1.1 Energiatasakaal ja tervis

Kehamassiindeks KMI on näitaja, mis leitakse kehamassi (kg) jagamisel pikkuse ruuduga (m^2). WHO määratluse kohaselt on normaalne (või soovitatav) KMI vahemikus 18,5 kuni 24,9 kg/m^2 (Tabel 1). Mõiste „eel-rasvumine“ ehk ülekaal kirjeldab veidi kõrgemat KMI-d (25–29,9 kg/m^2) ja KMI 30 kg/m^2 või rohkem on määratletud kui rasvumine. Üleliigse kehamassiga on kõik isikud, kelle KMI on $\geq 25,0$ kg/m^2 . (1)

Tabel 1. Kehamassiindeksi määratlused ning terviseriskid täiskasvanutele vanuses 20–64 aastat (1)

Kehamassiindeks (kg/m^2)	Definitsioon	Terviserisk
<18,5	Alakaal	Kergelt suurenenud
18,5–24,9	Normaalkaal	Madal
>25,0	Ülekaal	
25,0–29,9	Eelrasvumine	Veidi suurenenud
30,0–34,9	I astme rasvumine	Suurenenud
35,0–39,9	II astme rasvumine	Palju suurenenud
$\geq 40,0$	III astme rasvumine	Väga palju suurenenud

Rasvumise korral kujutab keharasva kogus ning selle anatoomiline jaotus (eriti vistseraalne rasv) endast suurenenud riski mitmete terviseprobleemide tekkeks. Kõige sagedamini seostatakse rasvumist 2. tüüpi diabeedi, südame-veresoonkonna haiguste, tugi-liikumiselundkonna häirete ning väga tugeva rasvumise korral ka teatud vähivormidega. Terviseriskid suurenevad koos rasvumisastme tõusuga. (1)

Ainult kehamassiindeksist lähtumine võib olla eksitav, kuna suurema lihasmassiga (nt sportlased) inimestel võib KMI olla normaalväärtusest kõrgem, kuigi keha rasvaprotsent on madal ja terviseriskid väikesed. Teisalt võib ka normaalse KMI korral olla keha rasvaprotsent (eriti vistseraalse) liiga suur, mis suurendab terviseriske, kuid võib ainult KMI põhjal hinnates jääda märkamata. Seega on soovitatav hinnata rasvumisega seotud terviseriske lisaks KMI-le ka vööümbermõõdu ja keha rasvaprotsendi abil. Tulevikus lisanduvad ka võimalused mõõta moodsate arenevate tehnoloogiate abil organite talitlust ja muutusi täpsema üldseisundi hindamiseks. (3)

Laste ja noorukite rasvumise hindamiseks kasutatakse samuti KMI-d, kuid piirväärtused erinevad täiskasvanute omadest. Paljud riigid kasutavad ülekaalulisuse ja rasvumise hindamiseks ka spetsiifilisi vanusepõhiseid kehamassi ja kasvukõveraid. Eesti spetsiifilised kõverad on leitavad 2015. aasta [Eesti](#)

[toitumis- ja liikumissoovituste raamatust lk 82](#) (4). Rahvusvaheliselt võrreldavad KMI määratlused lastele leiab [NutriData kalkulaatorist](#).

Uuringud näitavad, et vananemisega kaasnevad muutused kehakoostises – lihasmass väheneb ja keha rasvaprotsent suureneb. Need muutused viitavad sellele, et optimaalne KMI võib vanemaealistel erineda nooremate inimeste soovituslikust tasemest. (1) Vanemaealistel seostatakse KMI-d alla 23 kg/m² suurema üldsuresuriskiga (5). Erinevate uuringute andmetel on täheldatud vanemaealistel suremusriski suurenemist ka siis, kui KMI on üle 30–35 kg/m² (6,7). Need KMI väärtused käsitlevad eelkõige vanemaealisi vanuses 65–85 eluaastat. KMI ja suremusriski vaheline seos võib lisaks sõltuda vanemaealise tervislikust seisundist või teistest teguritest. Praegu ei ole seega piisavalt andmeid, et anda vanemaealistele täpseid soovitusi sobiva KMI vahemiku kohta. (2)

Vööümbarmõõtu kasutatakse kõhusise rasvamassi (vistseraalse rasva) ja rasvumise hindamiseks. Vistseraalne rasv on tugevamalt seotud ainevahetushäiretega kui kogu keha rasva kogus (Tabel 2) (1).

Tabel 2. Vööümbarmõõt (cm) ja uuringute põhjal määratletud metaboolsete häirete riski piirid 18–64-aastastel (1)

Riskitase	Naised	Mehed
Madal	≤79	≤93
Suurenenud	80–87	94–101
Kõrge	≥88	≥102

Rasvumine ja vähemal määral ka ülekaalulisus on seotud mitmete haiguste esinemissageduse suurenemisega. (1) Samas praegune rasvumise määratlus ja kehamõõdud ei kajasta alati tervise- või haigusseisundit indiviidi tasandil. On leitud, et osadel inimestel, kellel on liigne keharasv (ja kõrge KMI), säilib siiski normaalne elundite funktsioon ja takistusteta igapäevaste tegevuste sooritamise võime (seetõttu ei ole neil haigusseisundit). (3) Metaanalüüsi põhjal on leitud olulisi seoseid rasvumise ning 2. tüüpi diabeedi, mitmete vähivormide (rinna-, endomeetriumi-, kolorektaal- ja neeruvähi), südame-veresoonkonna haiguste, astma, sapipõiehaiguse, osteoartriidi ja kroonilise seljavalu esinemissageduse vahel. Tugevaim seos on leitud rasvumise ja 2. tüüpi diabeedi tekkimise vahel. (1)

Epidemioloogilised uuringud on näidanud, et stabiilne kehamass seostub madalama üldsuresusega, samas kui rasvumine suurendab suremuse riski. Ka liiga kiire ja järsk kaalulangus võib olla seotud suurema suremusega, kuid neid tulemusi tuleks tõlgendada ettevaatlikult, kuna sageli on keeruline eristada vabatahtlikku kaalulangust haigusest tingitud tahtmatust kaalukaotusest. Lisaks ei erista epidemioloogilised uuringud erinevaid kaalulanguse viise, kiirust (ja/või ulatust) ega seda, millise kehakoostise komponendi arvelt kehamass langes. Sellegipoolest on tõendatud, et isegi tagasihoidlik kaalulangus (5–10%) võib oluliselt parandada tervist kõrge riskiga inimestel. Samas võib pidev kaalu kõikumine (korduv langus ja tõus) suurendada haigestumise ja suremuse riski. (1)

Kehamassi tõusule viib suure tõenäosusega rohke lisatud suhkruid (ja küllastunud rasvhappeid) sisaldavate toitude-jookide tarbimine (1). Samas on see pigem tingitud suuremast toiduenergia saamisest, mitte niivõrd seotud suhkrute iseseisva mõjuga kehamassile (8).

Kehamassi stabiilsusele või isegi langusele aitab kaasa suure kiudainesisaldusega toidu, näiteks täisteraviljatoodete, köögiviljade tarbimine ning mõõdukas koguses (1–2 spl päevas) pähklite ning seemnete söömine. Suure valgusisaldusega ja vähese küllastunud rasvhapete sisaldusega tailiha (mitte lihatoode) tarbimine võib aidata kaasa kaalulangusele ja säilitamisele. Vööümberrõõdu muutused ei pruugi sõltuda makrotoitainete omavahelisest vahekorrast, kuid vähemalt ühe metaanalüüsi tulemused viitavad sellele, et suurema valkude osakaaluga toitumine võib aidata kehamassi paremini kontrolli all hoida. (1)

Piisav kehalise aktiivsuse tase on teine oluline eluviisitegur normaalse kehamassi hoidmiseks. (1)

1.2 Energiavajadus

PAV-i arvutamisel vastavas vanuse- ja soorühmas on võetud aluseks Henry (9) valem, mis on sobitatud soovitude andmise vanuserühmadega. Soovitused lähtuvad iga vanuserühma keskmisest pikkusest ja sellele vastavast normaalkaalust (vt lähemalt Eesti riiklike toitumise, liikumise ja uneaja soovitude [tabelraamatust](#) tabel 1 ja lisad 3–5).

Laste ja noorukite energiavajadus kilogrammi kohta on suurem kui täiskasvanuil, sest tegu on kiire kasvu ja arengu perioodiga. Esimese nelja elukuu jooksul kasutatakse ligikaudu 27% energiatarbimisest kasvuks. Esimese eluaasta lõpus väheneb see kogus ligikaudu 5%-ni, 1–3-aastaselt väheneb ligikaudu 3%-ni ja eelkooliealistel lastel on see väärtus alla 2% (1). Laste ja noorukite energiavajaduse võrdlusväärtused põhinevad nende PAV-il, kehalise aktiivsuse ja kasvuks vajalikul energiakulul ning on leitavad Eesti riiklike toitumise, liikumise ja uneaja soovitude [tabelraamatust](#) tabelitest 3 ja 4. Energiavajaduse leidmisel tuleks arvestada ka seda, et samas vanuses lapsed võivad olla väga erineva pikkusega, mistõttu vanuserühma keskmine ei pruugi sobida ning energiavajadus tuleks arvutada Henry valemi abil.

Täiskasvanute energiavajaduse leidmiseks korrutatakse omavahel Henry valemi järgi leitud PAV kehalise aktiivsuse tasemega PAL (tabelraamat tabel 2). Keskmised soovitud vanuse- ja soorühmiti leiab Eesti riiklike toitumise, liikumise ja uneaja soovitude [tabelraamatust](#) tabelist 5. Energiasaamise soovitude andmisel on lähtutud kehamassiindeksist 23. Neid väärtusi saab kasutada ainult vastava rühma taseme hinnanguteks (mitte individuaalseteks soovitusteks) suure standardvea tõttu nii PAV-i kui PAL-i väärtustes, eriti vanemas vanuserühmas. Intensiivne sportlik treening võib suurendada energiavajadust. Siiski suurendab kehaline koormus harva energiavajadust rohkem kui 20% võrreldes tavalise igapäevaelu energiakuluga. Kehamassi langetamine nõuab negatiivset energiatasakaalu. Kui vähendada päevast energiatarbimist arvutuslikust koguenegiavajadusest (PAV+PAL) umbes 500 kcal võrra, võiks hinnanguline kaalulangus ulatuda umbes poole kiloni nädalas. Kui kehamass langeb, väheneb ka PAV ning pidevalt tuleks teha energiavajaduse ümberarvutusi vastavalt kehamassi muutustele. (1)

Lapseootuse ajal suureneb energiavajadus 1. trimestril keskmiselt umbes 50 kcal, 2. trimestril umbes 250–300 kcal ja 3. trimestril umbes 500 kcal päevas. **Imetamise** ajal suureneb naise päevane toiduenergia vajadus umbes 450–500 kcal võrra, kuid täpne vajadus sõltub imetatava lapse vanusest ning sellest, kas last toidetakse täielikult või osaliselt rinnapiimaga. (2) Energiavajaduse kasv tuleneb sellest, et toitained on vajalikud mitte ainult rinnapiima tootmiseks, vaid ka raseduse ajal toimunud muutuste – loote kasv ja areng, platsenta, lootevesi, veremahu suurenemine, rasvamassi tõus –

kompenseerimiseks. (1) Soovitatav kaalutõusuvahemik lapseootuse ajal sõltub naise raseduseelsest KMI-st (Tabel 3).

Tabel 3. Soovituslik kaalutõusuvahemik lapseootuse ajal (1)

Raseduseelne kehamassiindeks (kg/m ²)	Soovitatav kaalutõus (kg)
<18,5	12,5–18,0
18,5–24,9	11,5–16,0
25,0–29,9	7,0–11,5
>30,0	5,0–9,0

Liialt suur kehamassi tõus lapseootuse ajal on terviseriskiks nii emale (nt iseeneslik raseduse katkemine, rasedusdiabeet ja rasedusaegne hüpertensioon, võimalik suurenenud risk emal rinnavähi tekkeks) kui lapsele. Eriti kehtib see naiste kohta, kes juba enne rasestumist olid ülekaalulised või rasvunud. Kui kaaluiive on raseduse ajal liiga väike, suureneb madala sünnikaaluga lapse sündimise risk, sest kaalutõus raseduse ajal on positiivselt korrelatsioonis imiku suurusega (ajalisel) sünnil. (1)

Täiendav energiavajadus imetamise ajal tuleneb piimatootmise energiakulust. Lapseootuse ajal toimub energia salvestamine keharasvana, mida organism kasutab pärast sünnitust. Seega sõltub energiavajadus imetamise ajal ema toitumisseisundist lapseootuse ajal. Imetamise ajal saadav toiduenergia peaks tagama ema kehamassi stabiilsuse või mõõduka languse ning nii tema kui ka lapse hea tervise ning lapse kasvuks ja arenguks piisava koguse rinnapiima tootmise. Täielikul rinnapiimaga toitmisel toodavad ema rinnanäärmed umbes 750 ml ning osalise imetamise korral umbes 500 ml piima ööpäevas. Salvestatud keharasva kasutuselevõtmisel saadav energia on täieliku imetamise ajal keskmiselt umbes 170 kcal (suure individuaalse varieerumisega) ööpäevas. Imetamine soodustab sünnitusjärgset kaalulangust, nagu ka kehaline aktiivsus. (1)

Vanuse kasvades väheneb energiakulu ja seetõttu ka energiavajadus, peamiselt rasvavaba massi (sh lihasmassi) vähenemise tõttu, mis omakorda vähendab PAV-i taset. Samuti väheneb tihti kehaline aktiivsus, mis omakorda vähendab energiavajadust. (1)

NNR2023 määratleb väga madalaks energiatarbimiseks 1550 kcal päevas ning ja madalaks 1550–1900 kcal päevas. Väga madala energiatarbimise juures ei pruugi organism saada piisavalt paljusid toitaineid, eriti mikrotoitaineid. (2) Selline olukord võib tekkida näiteks väga madala PAL-i või väikese kehamassi (sh lihasmassi), samuti söömise tugeva piiramise või söömishäirete korral. (1)

1.3 Toidu energiasisaldus

Toitude energiasisaldus määratakse akrediteeritud laborites ja need numbrid kajastuvad ka riiklikes toidu koostise andmebaasides. Tegelik ainevahetuse käigus kättesaadav energia on veidi väiksem, kõik toidained ei imendu või oksüdeeru täielikult ning valkude puhul tekivad kaod tingutult selle eraldamisest uureana uriinis. Söögijärgne energiakulu tõus on kõrgeim valkude korral (ligikaudu 15–20% energiasisaldusest), madalam süsivesikute puhul (ligikaudu 10%) ja kõige madalam rasvade puhul

(ligikaudu 5%). Makrotoitainete imendumine on individuaalne, sõltudes samuti toidu koostisest ja valmistusviisist. Kuna iga makrotoitainete energiasisaldus ja seeduvus varieeruvad toitude lõikes, kasutatakse standarditud väärtusi, mis põhinevad keskmise segatoidu koostises olevate makrotoitainete energiasisaldusel ja seeduvusel. Põhjamaade, sh Eesti toitumissoovitused põhinevad järgnevatel keskmistatud väärtustel (1):

- 1 g valke 4 kcal ehk 17 kJ
- 1 gramm rasvu 9 kcal ehk 37 kJ
- 1 gramm süsivesikuid 4 kcal (1 gramm kiudaineid ~ 2 kcal) ehk 17 kJ
- 1 gramm puhast etanooli (ei ole inimorganismi jaoks toitaine) ~ 7 kcal ehk 29 kJ

2. Makrotoitained

2.1 Valgud

Valgud on aminohapetest koosnevad makrotoitained, mille peamine ülesanne on varustada organismi kõigi, sh asendamatu aminohapetega. Valkude vajadus organismis suureneb kasvueas, lapseootuse ja imetamise ajal ning lihasmassi suurenemise korral. Piisav valkude saamine on oluline ka lihasmassi säilitamiseks, eriti vanemaealistel. (10) Valkude soovituslik osatähtsus toiduenergiast antakse kahe nädala keskmisena (Tabel 4), täpsemad soovitused vanuserühmiti kehamassi kilogrammi kohta leiab Eesti riiklikud toitumise, liikumise ja uneaja soovituste [tabelraamatust](#) tabelist 7.

Tabel 4. Valkude tarbimise soovitused osakaaluna soovituslikust energiast kahe nädala keskmisena ööpäeva kohta

Vanus	Soovitus
6–11 kuu vanused imikud ¹	7–10%E
1–2-aastased lapsed	10–15%E
Täiskasvanud ² ja üle 2-aastased lapsed	10–20%E

¹ Esimesel kuuel elukuul soovitatakse imikuid toita ainult rinnapiimaga ning kuna rasvade kogus piimasegudes on reguleeritud (40–55%E imiku piimasegus ja 35–55%E jätkupiimasegus), ei anta toitumissoovitusi kuueks esimeseks elukuuks

² Täiskasvanutel tuleb arvestada vähima valguvajadusega kehamassi kg kohta – 0,83 g. 70-aastaste ja vanemate inimeste valguvajadus on 1,2 g kehamassi kg kohta. Täiskasvanutel peaksid valgud andma 18–20%E väikese energiasisaldusega toiduvaliku (alla 1600 kcal) ja taimetoitluse korral

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Valgud on organismi rakkude ja kudede tähtsaim ehitusmaterjal. Selleks, et organism saaks kasutada toiduvalke, peab organism need seedimisprotsessi käigus aminohapeteks lõhustama. Toiduvalkude seedimiseks seedekulgla denatureeritakse need esmalt mao happelises keskkonnas ja hüdrolyüsatakse mao ensüümi pepsiini abil lühemateks peptiidideks. See on ensümaatiline protsess, mille käigus pepsiin teostab valkude osalist seedimist, lõhkudes valkudes olevaid peptiidsidemeid. Peptiidid lagundatakse seejärel pankrease ja peensoole proteaaside abil aminohapeteks ja transporditakse verre. Verrega kudesesse viidud aminohappeid kasutatakse uuesti valkude ja muude lämmastikuühendite, nt virgatsainete, hormoonide ja kreatiini valmistamiseks. Valgud osalevad kõikide kudede ehituses ja seega

ka organismi lämmastikutasakaalu säilitamises. Toiduvalkude vajadus põhineb organismi aminohapete ja lämmastiku vajadusel. (10)

Valkude bioloogilist kvaliteeti, mis näitab valgu üldist võimet rahuldada inimese asendamatute aminohapete vajadust, võttes arvesse nii aminohapete koostist kui ka seeditavust, hinnatakse toidu biosaadavuse ja asendamatute aminohapete hulga alusel. Toidu asendamatute aminohapete rohkus ja nende inimkeha valkudele võimalikult lähedane vahekord määrab ära **toiduvalkude bioväärtuse**. Aminohapped jaotatakse

- asendamatuteks (inimorganismi keharakud neid ei sünteesi): isoleutsiin, leutsiin, lüsiin, metioniin, fenüülalaniin, treoniin, trüptofaan, valiin ja histidiin
- asendatavateks (sünteesitakse ka inimorganismis):alaniin, arginiin, asparagiin, asparagiinhape, tsüsteiin, glutamiin, glutamiinhape, glütsiin, proliin ja türosiin (10)

Mitmeid aminohappeid (arginiin, tsüsteiin, glutamiin, glütsiin, proliin ja türosiin) sünteesitakse edukalt ka inimorganismis, kuid haiguste korral ei pruugi sünteesist piisata keha metaboolsete vajaduste katmiseks. (10)

Valkude biosaadavus ehk omastatavus organismis hõlmab kasutatavas vormis olevate aminohapete osakaalu, hulka ja ainevahetust segavate ühendite puudumist toidus. Töötlemata taimset päritolu valkude allikad sisaldavad nn antitointaineid (nt fütiinhape/fütaadid, tanniinid, proteaasi inhibiitorid), mis takistavad taimset päritolu valkude seeditavust, muutes need halvemini seeditavaks ja vähem biosaadavaks võrreldes loomset päritolu valkudega. Taimset päritolu valkude biosaadavus on varieeruv ja on madalam kui loomset päritolu valkudel. Soja- ja kartulivalgud sisaldavad kõiki asendamatuid aminohappeid, kuid nende vahekord ei ole sarnane inimkeha valkudega. Menüüs, mis sisaldab loomse päritoluga toiduvalkude allikaid (liha, kala, piim, munad) või näiteks kaunviljade ja teraviljade kombineerimisest saadud taimset päritolu valke, on asendamatute aminohapete sisaldus hea. Põhjamaade menüüs on valkude tarbimine suhteliselt suur ning osade loomset päritolu valkude asendamine taimset päritolu valkude vastu põhjustaks küll madalama valgutarbimise ja biosaadavuse, kuid siiski annaks piisava koguse valke. Loomset päritolu valkude asendamine taimsetega võib osutuda probleemiks haavatavates rühmades, näiteks vanemaealistel, kuna teadaolevalt valkude biosaadavus vanusega väheneb. (10)

Valkude saamine

Valke saadakse nii loomset kui ka taimset päritolu allikatest. Loomset päritolu allikatest leidub valke 100 grammi kohta enim kuumtöödeldud nahata linnulihas (umbes 24–34 g), juustudes (umbes 20–40 g), punases lihas ja kalades (umbes 20–30 g), kanamunas (12,5 g) ja maitsestatamata kohupiimades-kodujuustudes (9–13 g). Taimset päritolu toitudest sisaldavad valke 100 grammi kohta enim seemned (14–36 g), pähklid (3–26 g) ja kaunviljad (5–15 g). (11)

Tervisesesosed

Valkude olulise **puuduse** tunnusteks on lihasnõrkus, tursed ning juuste ja naha muutused. Valkude puudust on sageli seotud toiduenergia puudusega, valgulis-energeetilise alatoitumuse ja üldise toitainete puudusega. (10)

Ülekaal ja rasvumine. Paljud lühiajaliste uuringute metaanalüüsid on näidanud, et suurema valgusisaldusega menüü võib aidata rasvumise ohjamisel paremini kui väiksema valgusisaldusega menüü. Samas ei kinnita pikaajaliste (üle 12 kuu kestnud) uuringute metaanalüüside tulemused üheselt, et suure valgusisaldusega menüü avaldaks ülekaalu või rasvumise vähendamisel märkimisväärset kasulikku mõju võrreldes väiksema valgusisaldusega menüüga. (10)

Südame-veresoonkonna haigused ja diabeet. Kolm süstemaatilist ülevaadet on leidnud, et üldine valkude tarbimine ja loomset päritolu valkude tarbimine suurendab ning taimset päritolu valkude tarbimine vähendab 2. tüüpi diabeedi riski. Aga on oluline rõhutada, et madala süsivesikusisalduse ja kõrge valgusisaldusega menüüde alusel ei saa hinnata ainult valkude tarbimise mõju eraldiseisvalt. Hiljuti tehtud süstemaatilises ülevaates järeldati, et loomset päritolu valkude asendamine taimset päritolu valkude tarbimisega võib vähendada südame-veresoonkonna haiguste ja 2. tüüpi diabeedi suremuse riski, kuid lõplikud tõendid on piiratud. Rahvatervise seisukohalt võiks loomset päritolu valkude vähendamine ja taimset päritolu valkude suurendamine olla strateegiline samm. See aitaks suurendada kiudainete ja vajalike toitainete tarbimist ning toetaks jätkusuutlikkust. Samuti võib see vähendada südame-veresoonkonna haiguste ning 2. tüüpi diabeeti suremuse riski. (10,12)

Luude tervis. Valkude tarbimise koguseline mõju kaltsiumi ainevahetusele ja luude tervisele on veel ebaselge. Valkude tarbimise kasulik mõju luude tervisele võib olla seotud kaltsiumi ja D-vitamiini tarbimisega. (10)

Neerufunktsioon ja neerukivid. Rohke valkude sisaldusega menüüd on seostatud neerude suurenenud filtreerimiskiiruse, seerumi urea ja seerumi kusihaape kontsentratsiooniga ning on arvatud, et valgurikka menüü soovimisega tuleb olla ettevaatlik. Kuid tõendid suure valkude tarbimise ning neerufunktsiooni halvenemise ja neerukivide tekke vahel tervetel inimestele ei ole veenvad. Maailma Terviseorganisatsiooni (WHO, World Health Organization) ja USA teaduste, tehnika ja meditsiini akadeemiate riikliku liidu NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) soovitus on, et inimesed, kellel ei ole kroonilist neerupuudulikkust, võivad ohutult järgida suurema valgusisaldusega menüüd. (10)

Pahaloomulised kasvaja. Enamik uuringuid valkude tarbimise ja pahaloomuliste kasvajate seostest põhinevad toitumise tarbimisel ja seetõttu ei saa eristada ainult valkude mõju teistest toitumise koostisosade mõjust. (10)

Suremus. Mitmed metaanalüüsid on leidnud, et väga suur loomset päritolu valkude tarbimine võib olla seotud suurema suremusega südame-veresoonkonna haigustesse. Suur taimset päritolu valkude tarbimine võib vähendada üldsuresust ning suremust südame-veresoonkonna haigustesse, eriti nende inimeste hulgas, kellel on vähemalt üks eluviisist tulenev suurema suremuse riskitegur. (10)

Kehaline koormus. Lihastreening aitab kaasa valkudest aminohapete omastumisele, suurendades lihasvalgu sünteesi tundlikkust aminohapetele, eriti pärast treeningut. Ilma treeninguta võib valkude tarbimine aidata lihasmassi kadu pidurdada, kuid selle mõju on piiratud, võrreldes toitumise ja kehalise koormuse kombineerimisega. (13)

On leitud, et treeningujärgsel taastumisperioodil süsivesikute ja valkude üheaegne tarbimine parandab organismi lämmastikutasakaalu. Umbes 20–30 g valkude või ligikaudu 10 g asendamatute aminohapete

tarbimine treeningu ajal või pärast seda näib suurendavat kogu keha ja lihaste valgusünteesi ja parandab lämmastikutasakaalu. Et kompenseerida treeningu energiakulu, on oluline piisav toiduenergia tarbimine eelkõige süsivesikutest, selleks et osa aminohappeid ei kasutataks väga intensiivselt treenides energieetilistel eesmärkidel, vaid need läheksid valkude sünteesimiseks. On leitud, et tervetel täiskasvanutel võivad valkudega toidulisandid parandada lihasjõudu ja -massi pikaajalise jõutreeningu korral, kuid tarbimine üle 1,6 grammi kehamassi kilogrammi kohta päevas ei too lisaksu keha rasvavaba massi osas. Üldrahvastikus katab treeningujärgse valkude vajaduse läbimõeldud menüü, kus kõrge bioväärtusega valkude mõõdukas kogus on võrdselt jaotatud toidukordade vahel.(10)

Metanalüüsis on leitud, et valkude allikas ei mõjutanud lihasjõudu ega keha rasvavaba massi, kuid autorid järeldasid siiski, et loomset päritolu valgud kalduvad olema keha rasvavaba massi jaoks taimset päritolu valkudest kasulikumad, eriti nooremate täiskasvanute (<50 eluaastat) puhul. Kuigi üldiselt on peetud loomset päritolu valke paremaks lihasvalkude sünteesimiseks, siis jätkusuutlikkuse vaatest tuleks taimset päritolu valkude teatud koguste mõju keha rasvavabale massile ja lihasjõule süsteemselt uurida. (10)

Uuringutes on leitud, et valkude võrdne jaotamine põhitoidukordade vahel, umbes 25–30 g valke ühel toidukorral, võib olla tulemuslik meetod ennetamaks vanusega kaasnevat lihasatroofiat ja -jõu vähenemist. Sarkopeenia ehk vanusega seotud lihasmassi ja -jõu vähenemine on tõsine probleem, mis mõjutab vanemaealiste elukvaliteeti ja iseseisvat toimetulekut. Uuringud on näidanud, et kõrgem valkude tarbimine, vähemalt 1,2 grammi kehamassi kilogrammi kohta päevas, on vanemaealistel seotud parema lihasfunktsiooni säilimise ja väiksema haavatavuse riskiga. (10)

Võimalik toksilisus

Euroopa Toiduohutusamet (EFSA) on järeldanud, et piisavate tõendite puudumise tõttu ei saa terve neerufunktsiooniga inimestele valkude tarbimise täpset ülempiiri määrata. Rahvastiku toitumise planeerimisel soovitatakse siiski, et energia saamine valkudest ei ületaks 20% (10). Soovituslikku kogust ületaval tarbimisel võib suurenenud lämmastikukoormus koormata neere, eriti vanemaealistel või neerufunktsiooni langusega inimestel (14).

Biomarkerid

Usaldusväärset biomarkerit valgutaseme hindamiseks ei ole. Valgutarbimise soovitusel tuginevad lämmastikutasakaalu säilitamisele. Puudub objektiivne vereanalüüs või muud kvaliteetsed mõõdikud otseselt valkude puuduse määramiseks. Albumiin plasmas ja teised vere plasmavalkude taseme näidud vähenevad raske alatoitumuse korral, kuid albumiini taset plasmas mõjutavad ka paljud teised tegurid, mitte ainult toitumine. (10)

2.2 Rasvad ja rasvhapped

Rasvad, sh rasvhapped on organismi jaoks kontsentreeritud energiaallikas. Lisaks energiale, on teatud rasvad ka asendamatute rasvhapete (oomega-6-rasvhapete hulka kuuluv linoolhape ja oomega-3-rasvhapete hulka kuuluv α -linoleenhape) ning rasvlahustuvate vitamiinide kandjad või allikad. Toidurasvad esinevad peamiselt triglütseriididena, mis koosnevad glütseroolist ja rasvhapetest (15). Küllastumata rasvhapped jaotatakse vastavalt kaksiksidemete arvule: monoküllastumata

rasvhapped (MUFA), mis sisaldavad ainult ühte kaksiksidet; polüküllastumata rasvhapped (PUFA), mis sisaldavad 2–6 kaksiksidet; küllastunud rasvhapped (SFA), mis ei sisalda kaksiksidemeid. Transrasvhapped (TFA) on küllastumata rasvhapped, mida iseloomustab üks või mitu trans-konfiguratsioonis kaksiksidet. Transrasvhapped tekivad taimeõlide ja kalaõli osalise hüdrogeenimise ja deodoreerimise käigus, kuid samuti leidub neid looduslikult vähesel määral piimas ja lihas. Inimorganism suudab sünteesida SFA-ja MUFA-rasvhappeid, kuid mitte α -linoleenhapet ega linoolhapet, mistõttu need on organismi jaoks **asendamatud ja need peab saama toiduga**. (15) Rasvade ja rasvhapete soovituslikud osatähtsused toiduenergiast antakse kahe nädala keskmisena (Tabel 5).

Tabel 5. Rasvade ja rasvhapete tarbimise soovitusused osakaaluna soovituslikust energiast kahe nädala keskmisena ööpäeva kohta

	6–11 kuu vanused imikud ¹	1–2-aastased lapsed	Täiskasvanud ja üle 2-aastased lapsed	Märkused
Rasvad, sh	30–45%E	30–40%E	25–40%E	- Rasvade osakaal toiduenergiast võib olla 40% vaid juhul, kui küllastunud rasvhapped ei ületa 10%E. Kui ületavad, võib rasvade osakaal olla kuni 35%E - Kui toiduga saadud päevane energiakogus jääb alla soovitusliku miinimumi, tuleb vajaminev rasvade kogus välja arvutada päevasest soovituslikust miinimumenergiast lähtuvalt
- küllastunud rasvhapped	≤ 10%E ²			- Linoolhape (oomega-6-rasvhape) ja alfa-linoleenhape (oomega-3-rasvhape) on asendamatud rasvhapped ja need peaksid tarbitavatest rasvadest moodustama vähemalt 3%E (lapseootel naistel vähemalt 5%E), sealhulgas alfa-linoleenhape vähemalt 0,5%E - Lapseootel naiste toitumises peaksid oomega-3-rasvhapped kokku andma vähemalt 1%E, sellest DHA (dokosaheksaeenhape) vähemalt 200 mg/p - Cis-monoküllastumata ja cis-polüküllastumata rasvhapped peaksid moodustama vähemalt 2/3 kõigist tarbitavatest rasvhapetest
- cis- monoküllastumata rasvhapped	kokku vähemalt	10–20%E		
- cis-polüküllastumata rasvhapped, sh	2/3 rasvadest	5–10%E		
- oomega-3-rasvhapped	min 1%E			
- oomega-6-rasvhapped	min 4%E	min 3%E		
- transrasvhapped	saamine peaks olema nii väike kui võimalik			Riiklikele soovitustele vastava toitumise korral on ebatõenäoline, et transrasvhappeid saadakse tervisele probleemses koguses

¹ Esimesel kuuel elukuul soovitatakse imikuid toita ainult rinnapiimaga ning kuna rasvade kogus piimasegudes on reguleeritud (40–55%E imiku piimasegus ja 35–55%E jätkupiimasegus), ei anta soovitusi kuueks esimeseks elukuuks

² Osaliselt rinnapiimatoidul olevatele imikutele soovitus ei anta, teistele kehtib soovitus $\leq 10\%E$

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Fosfolipiidid ja kolesterool osalevad rakumembraani moodustamises, triglütseriidides säilitatakse rasvkoos organismi energiatagavara. Mõned rasvhapped on põletikuvastuse, vererõhu ja immuunvastuse reguleerimisel osalevate eikosanoidide ja teiste signaalmolekulide eelühendid, samas kui teised rasvhapped osalevad otseselt rakusisestes signaalmehhanismides. Seetõttu mõjutab toidurasvade koostis organismi biokeemilisi protsesse. (15)

Rasvade saamine

Rasvu sisaldavad eelkõige lisatavad toidurasvad (õli, või, rasvarikkad määrded), pähklid, seemned ning õliviljad. Üsna palju võivad rasvu sisaldada ka küpsetised, maiustused, soolased näksid, lihatooted, rasvarikkad piimatooteid. Neis leiduvaid rasvu nimetatakse ka „peitrasvadeks“, sest tihti ei ole need visuaalselt nähtavad. Lihas, piimas ja kalas ning neist valmistatud toodetes on rasvade koostises olevatest rasvhapetest üldjuhul ülekaalus küllastunud rasvhappeid, nagu ka võis, kookos- ja palmirasvas. Pähklites, seemnetes, taimeõlides, aga ka kalade rasvade koostises on ülekaalus küllastumata rasvhapped. (11) Toitude rasvasisaldusest ning nende rasvhappelisest koostisest saab lähemalt lugeda kõikide toidugruppide juures.

Terviseesosed

Väga pika ahelaga oomega-3-rasvhapped (eikosapentaenenhape (EPA) ja dokosaheksaenenhape (DHA)) vähendavad triglütseriidide taset ning on seotud väiksema **südame-veresoonkonna haiguste** riskiga. Polüküllastumata rasvhapete biomarkerite kõrgemad tasemed on seotud madalama **2. tüüpi diabeedi** riskiga. Mõõdukas PUFA tarbimine võib vähendada **vähi üldriski**, näiteks oomega-3-rasvhapped rinnavähiga seoses. Oomega-3-rasvhapete tarbimine lapseootuse ajal võib suurendada sünnikaalu, pikendada raseduse kestust ja vähendada enneaegse sünnituse riski. Seetõttu oleks hea, kui toiduga saadaks eelkõige EPA-t ja DHA-t. Küllastunud rasvhapete osaline asendamine polüküllastumata rasvhapetega parandab **vere lipiidiprofiili, vähendab südame-veresoonkonna haiguste riski ja parandab glükoosi ainevahetust**. Transrasvhapete tarbimine, olenemata allikast, on seotud halvema vere lipiidide profiiliga, kui võrrelda küllastumata rasvhapete saamisega. Uuringud näitavad, et TFA-de rohke saamine **suurendab üldsuresumuse, südame-veresoonkonna haiguste ja 2. tüüpi diabeedi riski**. (15) Euroopa Liidus on transrasvhapete sisaldus toidus reguleeritud (16) ning mitmekesise ja rasvade soovituslikku mitteületava toitumise korral ei ole võimalik TFA-sid saada probleemses koguses.

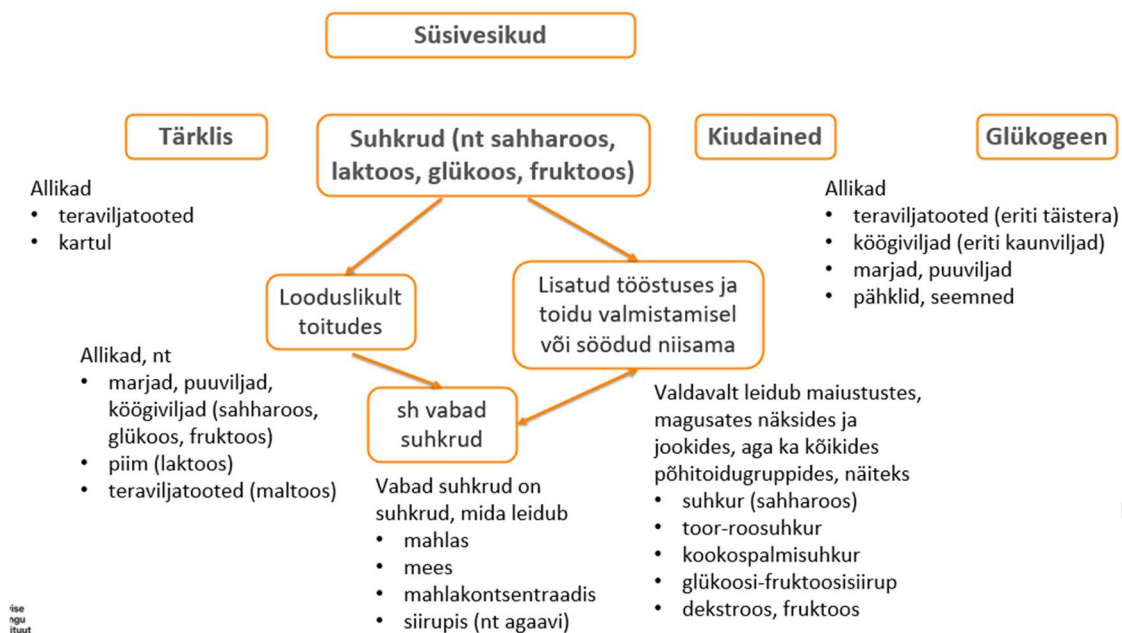
Võimalik toksilisus

Väga rohke polüküllastumata rasvhapete saamine tõstab väga tugevalt lipiidide peroksüdatsiooni taset (oksüdatiivne kahjustus kudedes, nt rakumembraanis), mis võib pärssida organismi immuunvõimekust ning vähendada vere normaalset hüübimisvõimet. (15)

2.3 Süsivesikud, sh kiudained

Süsivesikud on organismi üks peamisi energiaallikaid ning neid võib keemilise struktuuri põhjal jagada lihtsuhkruteks ehk monosahhariidideks (nt glükoos, fruktoos, galaktoos) ja disahhariidideks (nt sahharoos, laktoos, maltoos). Suhkrute mõiste hõlmab magusamaitsetisi süsivesikuid, seetõttu kuuluvad toitumise mõistes suhkrute alla glükoos, fruktoos, sahharoos ja laktoos. Kuigi ka mõned oligosahhariidid on magusa maitsega, ei oma nad koguselises mõttes toitumise osas tähtsust. Süsivesikute hulka kuuluvad ka polüsahhariidid (nt tärklis, glükogeen). Mõlemad seeduvad inimorganismi seedetraktis, andes glükoosi. Selle kaudu on nad glükoosi allikad ning olulised energia-allikad. (17) Seedimatuid (toidust omastamatuid) süsivesikuid nimetatakse kiudaineteks ja neid võib tinglikult omakorda klassifitseerida lahustuvateks (nt pektiin, inuliin, beetaglükaniidid) ja lahustumatuteks kiudaineteks (nt tselluloos) (18). Inimorganismis olev polüsahhariid on glükogeen, mille ülesanne on olla maksas ja lihastes glükoosi varuaineks, kuna koosneb glükoosi jääkidest. Maksas glükogeen on eeskätt oluline veresuhkru taseme hoidmisel söögikordade vahel, kuna maks vabastab vajadusel glükogeenist vereringesse glükoosi (19). Lihaste glükogeenivarud on tähtsad lihaste tööks, sest tagavad intensiivse kehalise koormuse ajal kiiresti kättesaadava energia lihasrakkudele. (20)

Suhkrute (Joonis 1) puhul eristatakse toitumise mõistes nn looduslikke suhkruid ja vabu suhkruid. Lisatud suhkruteks loetakse mono- ja disahhariidid, mida lisatakse toidule töötlemisel, valmistamisel või söömisel. Nendeks on näiteks lauasuhtur, toor-roosuhtur, kookospalmisuhtur, fruktoos, glükooi-fruktoosisiirup, dekstroos (17). Vabade suhkrute alla kuuluvad kõik lisatud suhkrud ning mee, siirupi, puuvilja- ja marjamahla või -kontsentraadi koostises looduslikult sisalduvad suhkrud (21). Polüoolid nagu sorbitool, ksülitool, mannitool ja erütritool ei ole küll „suhkrud“, vaid magusamaitsetised suhkuralkolid. Need kõik esinevad ka looduslikult. Polüoolid imenduvad mingil määral organismi seedetraktis, mistõttu nende keskmiseks energiasisalduseks loetakse kuni 2,4 kcal/g ning on liidetud „süsivesikute“ alla vastavalt EL toidualase teabe esitamise seadusandlusele (22).



Joonis 1. Süsivesikute jaotus

Mõju poolest veresuhkrule jaotatakse süsivesikuid imenduvateks ehk glükeemilisteks ja mitteimenduvateks ehk seedumatuteks. Glükeemilised süsivesikud on tärklis ja suhkrud (nt glükoos, fruktoos, sahharoos, laktoos) ning oligosahhariidid. (17) Glükeemilised süsivesikud lagundatakse enne peensooles imendumist ensümaatilistelt monosahhariidideks (nt glükoos, fruktoos), mis imenduvad verre ja on keharakkudele primaarseks ja kiireimaks energiaallikaks. Kiudaineid inimese organismi seede-ensüümid lagundada ei suuda, kuid jämesooles elavad mikroorganismid lõhustavad neid osaliselt (23). Lisaks sisaldavad mitmed töödeldud toidud kiudainete omadustega lisaaineid, sealhulgas guarkummist saadavat galaktomannaani, merevetikate alginaate ja metüülselluloosi. (2,24) Resistentne tärklis on tinglikult samuti kiudaine. Seda ei lammutata peensooles, vaid seda fermenteerivad mikroorganismid jämesooles ning selle tulemusel tekivad lühikese ahelaga rasvhapped. Resistentset tärklist leidub näiteks keedetud ja seejärel jahutatud kartulites, riisis ja pastas. (25)

Enamik toiduga tarbitavast glükoosist jõuab verre, tõstes veresuhkru sisaldust. Osa glükoosist muudetakse glükogeeniks, mis on varuaine veresuhkru sisalduse stabiliseerimiseks ja on samuti lihastes energiavaruks (17). Fruktoos lülitub glükoosi ainevahetusse sel viisil, et tema kasutamine ei ole nii hästi kontrollitud kui glükoosil. Seetõttu viib kestvalt liigse fruktoosi saamine kiiremini rasvade sünteesini ja sealt edasi võimalikule rasvumisele. (17,26) Veresuhkru sisaldust reguleerivad hormoonid insuliin (veresuhkru langetamine) ja glükagoon (veresuhkru sisalduse suurendamine). Pankreas sekreteerib insuliini vastavalt tarbitud süsivesikutele. Insuliini teket mõjutavad süsivesikute kõrval teataval määral ka muud toitained, nt aminohapped. (17) Veresuhkru sisalduse vähenemine rakkudes võtmise tulemusel sõltub nii insuliinist kui ka rakkude insuliinitundlikkusest või vastupidi, resistentsusest, glükogeeni sünteesist, glükoneogeneesi vähenemisest. 1. tüüpi diabeedi korral ei tooda organism insuliini pankrease beeta-rakkude kahjustuse tõttu, 2. tüüpi diabeedi korral on rakud insuliinile resistentsed ja glükoosi sisenemine rakkudes on takistatud. (17)

Erinevate toitude mõju hindamiseks kasutatakse glükeemilise indeksi (GI) ja glükeemilise koormuse (GK) mõistet. GI võimaldab hinnata, kui kiiresti erinevad toidud mõjutavad vere glükoositaseme tõusu pärast söömist ja see määratakse, võrreldes 50 g süsivesikuid sisaldava testtoidu põhjustatud veresuhkru vastust samas koguses glükoosi mõjuga (glükoosi GI on 100). (17) Madala GI-ga on toidud, mille väärtus jääb alla 55, kõrge GI-ga toitude väärtused on üle 70. Madala GI-ga toidud mõjutavad veresuhkrutaset vähem, põhjustades selle aeglasemaid tõuse ja langusi, samas kui pärast kõrge GI-ga toitude söömist on veresuhkrutase kõikumised kiiremad ja kõrgemad. (27)

Reaalset veresuhkru tõusu mõjutab korraga söödav toiduvalik tervikuna – näiteks süsivesikute kogus ja kvaliteet (nt suhkrud või tärklis), tärklise botaaniline päritolu ja füüsikalise-keemilised omadused, toidu valgu- ja rasvasisaldus ning nende koostoime tärklisega, kiudainete olemasolu, portsjoni suurus ja töötlemisviisid (sh toiduosakeste suurus). (17) Kuigi GI aitab hinnata toidu süsivesikute kvaliteeti, ei arvesta see toiduportsjoni suurst. Seega kasutatakse ka mõistet **glükeemiline koormus (GK)**, mis võtab lisaks toidus sisalduvate süsivesikute kvaliteedile arvesse toidu kogust. GK on näitaja, mis arvutatakse toidus või joogis oleva süsivesikukoguse ja GI korrutisena ning väljendatakse grammides portsjoni kohta ($GK = \text{süsivesikud (g)} \times GI / 100$). Kõrge GK-ga toitudel/jookidel on $GK \geq 20$ g portsjoni kohta, keskmise GK-ga toitudel 11–19 g ning madala GK-ga toitudel ≤ 10 g portsjoni kohta. (28)

Süsivesikute, sh kiudainete soovituslikud osatähtsused toiduenergiast antakse kahe nädala keskmisena (

Tabel 6). Süsivesikute tarbimise kasulikku mõju tervisele väljaspool praegust soovitatavat vahemikku 45–60 E% ei ole tõestatud. Sellesse vahemikku jäävat süsivesikute tarbimist seostatakse aga täiskasvanute suremuse vähenemisega. (17)

Tabel 6. Süsivesikute, sh kiudainete tarbimise soovitusel kahe nädala keskmisena ööpäeva kohta

	6–11 kuu vanused imikud ¹	1–2-aastased lapsed	Täiskasvanud ja üle 2-aastased lapsed	Märkused
Süsivesikud (sh kiudained)	45–60%E			- Eelistatult alates 50%E, kuna osadel inimestel võib kiudainete lagundamine jämesoole mikroorganismide ebasoodsa koosluse tõttu olla puudulik - Alla 2-aastastel on soovituslik vabade suhkrute tarbimist täielikult vältida, alates 2. eluaastast hoida nende osakaal võimalikult väike, kindlasti alla 5%E
Kiudained	Soovitus puudub. Vajaliku kiudainekoguse tagab mitmekesine ja tasakaalustatud toiduvalik	- Laste ligikaudse päevase vajaduse grammides saab arvutada valemiga „vanus + 7“ - Täiskasvanud naised vähemalt 25 g, mehed vähemalt 35 g		- Täpne kiudainevajadus sõltub päevasest energiavajadusest - lastel alates 2. eluaastast on kiudainevajadus 8–12,5 g 1000 kcal kohta - täiskasvanutel on kiudainevajadus 12,5 g 1000 kcal kohta

¹ Esimesel kuuel elukuul soovitatakse imikuid toita ainult rinnapiimaga ning kuna rasvade kogus piimasegudes on reguleeritud (40–55%E imiku piimasegus ja 35–55%E jätkupiimasegus), ei anta soovitusi kuueks esimeseks elukuuks

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Süsivesikud täidavad organismis paljusid funktsioone. Süsivesikud on organismi peamine energia allikas, kattes umbes poole energiavajadusest. Süsivesikud kuuluvad rakkude, kudede, paljude hormoonide ja antikehade koostisesse ning osalevad erütrotsüütides veregrupi määramises. Süsivesikutel on inimorganismis varuaine roll – maksas ja lihastes talletatav glükogeen on glükoosi ajutine tagavara, mida organism saab vastavalt vajadusele hõlpsasti kasutada. Süsivesikute piisav olemasolu organismis on rasvade normaalse ainevahetuse eelduseks. Kiudained suurendavad väljaheite mahtu ja toetavad fermenteerumisprotsesse jämesooles, mis avaldavad mõju nii veresuhkru kui ka vere lipiidide tasemele ja vererõhule. (4)

Süsivesikute saamine

Süsivesikurikkad, sh rohkelt kiudaineid sisaldavad toidud kuuluvad eelkõige toidugruppidesse „Köögiviljad, puuviljad ja marjad“ ning „Teraviljatooted ja kartul“. Palju süsivesikuid, eelkõige vabade (sh lisatud suhkrutena) leidub toidugrupis „Maiustused, näksid ja muud organismile ebavajalikud toidud“, kuid neid võib leiduda ka teistes põhitoidugruppides, nt magustatud piimatoodetes. (11)

Tervisesesosed

Ei ole leitud olulist seost süsivesikute kogutarbimise ja 2. tüüpi diabeedi esinemissageduse vahel, küll aga on **objektiivseid tõendeid suhkruga magustatud jookide tarbimise ja 2. tüüpi diabeedi riski suurenemise seostest.** (17)

Ei ole täheldatud, et toitude valikul glükeemilisest indeksist lähtumine annaks järjepidevaid eeliseid kliinilistes tulemustes. Kahes kvalifitseeritud süstemaatilises ülevaates leiti tõendeid seose kohta suure glükeemilise koormusega toitude tarbimise ning endomeetriumi vähi ja 2. tüüpi diabeedi esinemise tõusu vahel. Toiduvalikul tuleb seega vaadata nii GI-d kui GL-i. (17)

Võttes arvesse krooniliste ainevahetushaiguste, rasvumise ja hambakaariese väljakujunemise riski, tuleks lisatud ja vabade suhkrute tarbimine hoida võimalikult madalal tasemel (2,21). Vabade, sh lisatud suhkrute tarbimine peaks kindlasti jääma <10 E% ning olema soovitatavalt veelgi madalam. Suure vabade suhkrute sisaldusega söömisustrid võivad negatiivselt mõjutada kiudainete ja mikrotoitainete rikaste toodete tarbimist. Alla 2-aastastel lastel tuleks vältida toite ja jooke, milles on vabad, sh lisatud suhkrud. (17)

Looduslikku fruktoosi leidub puu- ja köögiviljades koos kiudainete ja teiste toitainetega ning selle mõõdukas tarbimine ei ole seotud terviseriskidega. Lisatud fruktoos esineb töödeldud toitudes ja jookides (nt kõrge fruktoosisisaldusega maisisiirup) ning liigtarbimine on seotud negatiivsete tervisemõjudega. (29) EFSA ülevaates on toodud välja põhjuslik seos fruktoosi tarbimise ja podagra riski vahel – suurem fruktoosi tarbimine võib viia podagra riski suurenemiseni. (17) Fruktoosi liigtarbimine tõstab triglütseriidide taset veres, mis on seotud **südame-veresoonkonna haiguste ning mittealkohoolse rasvmaksa** riskiga, eriti kõrge fruktoosisisaldusega toitude ja jookide tarbimisel (nt kõrge

fruktoosisisaldusega maisisiirup). (26) Uuringutes on ka leitud, et fruktoosi tarbimine soodustab **insuliiniresistentsuse** teket ning seda isegi juhul, kui ei esine kaalutõusu, mis võib viidata fruktoosi otsesele mõjule insuliinitundlikkusele (30).

Kiudained vähendavad **kõhukinnisuse** riski, toetavad tervisliku **kehamassi säilitamist ning aitavad ennetada kroonilisi haigusi nagu jämesoolevähk, südame-veresoonkonna haigused ning 2. tüüpi diabeet**. Olles toiduks jämesoole mikroorganismidele, toetavad kiudained soolestiku mikrobioota mitmekesisust ja kaitsefunktsiooni patogeenide (haigusi tekitavate mikroorganismide) vastu. Kiudained aeglustavad mao tühjenemist ja suurendavad täiskõhutunnet, aidates kaasa toitainete paremale omastumisele peensooles. Lahustuvad kiudained (nt kaerast ja odrast pärit β -glükaanid) suurendavad viskoossust, mis aeglustab toitainete imendumist ja vähendab pärast söömist glükoosi- ja lipiiditaseme tõusu veres. β -glükaanid vähendavad sapphapete imendumist, mis on peamine toidukiudude kolesteroolitaset alandava mõju mehhanism (23).

Uuringud näitavad, et suurem kiudainete tarbimine on seotud mitmete positiivsete tervisemõjudega. Tugev tõendusmaterjal viitab sellele, et **rohke kiudainete tarbimine vähendab üldsuremuse, südame isheemiatõve ja jämesoolevähi riski** ning mõõdukas tõendus toetab kiudainete kaitsvat mõju insuldi ja 2. tüüpi diabeedi vastu. 2. tüüpi diabeedi puhul on kõige tugevam seos teraviljadest saadavate kiudainetega, samas kui kõõgi- ja puuviljadest pärinevate kiudainete mõju kohta on tõendid vastuolulised. Kiudainete positiivne mõju normaalkaalu hoidmisel on tagasihoidlikum, aga siiski oluline. Kiudained aitavad vähendada söögiisu, piirata nii lühi- kui ka pikaajalist energiatarbimist ning soodustavad kehamassi langust. Lühiajalistes uuringutes on lahustuvad kiudained näidanud mõnevõrra tugevamat mõju kui mittelahustuvad kiudained, kuid pikaajaline mõju ei ole seotud ainult ühe kindla kiudaine tüübiga. (23).

Kiudainetest tekivad jämesooles elavate mikroorganismide põhjustatud fermentatsiooni käigus lühikese ahelaga rasvhapped (SCFA), millest eriti butüraat toetab sooleepiteeli tervist, vähendab põletikku ja suurendab immuuntolerantsi, toetades T-regulatoorsete rakkude teket (23)

2.4 Vesi

Organismi üldveesisaldus (*total body water* (TBW)) varieerub sõltuvalt vanusest ja soost, olles naistel madalam kui meestel ning moodustades ligikaudu 50–65% inimese kehamassist. Lihasmass sisaldab 70–75% vett, samas kui rasvkoos on vett 10–20%. Vastsündinutel, arenenuna vesikeskkonnas, on keha veesisaldus sündides ligikaudu 75% kehamassist. Imiku organismi suhteline veesisaldus väheneb kiiresti – esimese eluaasta jooksul umbes 60%-ni ja jääb üsna stabiilseks kogu lapsepõlve jooksul kuni noorukieani. Täiskasvanud naiste keskmine TBW on suurema rasvamassi tõttu madalam kui meestel. Ligikaudu kaks kolmandikku TBW-st asub rakkudes ja ülejäänud kolmandik on rakuväline. Rakuvälises ruumis on umbes 75% veest rakkudevahelises koes ja 25% vereplasma komponent. (31)

Päevane veevajadus varieerub olenevalt inimesest, tema kehalisest aktiivsusest jms, mistõttu on raske anda täpseid soovitusi. Kehamass on oluline määrav tegur – suur kehamass (eriti lihasmass) on seotud suurema veevajadusega. Lisaks sõltub veevajadus sellistest teguritest nagu vanus, sugu, tegevuse iseloom, tervislik seisund, kliima, higistamise intensiivsus ja tarbitud soolade kogus. (31) Täiskasvanute koguvedelikuvajadus on umbes 28–35 ml kehamassi kilogrammi kohta ööpäevas, keskmise

vedelikuvajaduse hindamiseks võib arvestada ka 30 ml kehamassi kilogrammi kohta. See hõlmab nii toitumise ja jookidega ning toitainete metaboliseerumisest saadavat vedelikku kui ka puhast joogivett. Koguvedelikuvajaduse leiab Eesti riikliku toitumise, liikumise ja uneaja soovitude [tabelraamatust](#) tabelist 8.

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Vesi on inimese keha oluline biokeemiline toitaine ja mängib seetõttu olulist rolli organite funktsioneerimises ja kehatemperatuuri reguleerimises. Vee tasakaalu mõjutavad toidust ja jookidest saadav vesi, ainevahetuslikult toodetud vesi ning vee kadu neerude, naha, kopsude ja seedesüsteemi kaudu (31).

Kuigi veel ei ole energeetilist väärtust, on see organismile asendamatu toitaine, kuna on rakkude homöostaasi, vererõhu reguleerimise ja muude füsioloogiliste funktsioonide ning toitainete transpordi eelduseks (31). Vesi on universaalne lahusti ja ainevahetuse käigus toimuvate keemiliste reaktsioonide keskkond ning on organismis seotud enam-vähem kõigega, osaledes näiteks toitainete transpordil keharakkudesse, energia tootmisel, toitainete seedimisel ja omastumisel, kehatemperatuuri säilitamisel ja paljudes muudes protsessides. Vesi on oluline ka ainevahetuse lõpp-produktide eemaldamisel. (32) Veetasakaalu (st vee tarbimine vs. vee eritumine) mõjutavad toitumine, kehalise aktiivsuse tase, vanus ja keskkonnatingimused. Aju reguleerib aktiivselt nii keha üldveesisaldust, mille päevane varieeruvus jääb 0,5% piiresse, kui ka vereplasma vee tasakaalu, hoides sõltumata tarbitud vedeliku kogusest osmolaalsuse normivahemikus 285–295 mOsm/kg. Lisaks on veebilansi regulatsioon tihedalt seotud elektrolüütide tasakaaluga. Neerud reguleerivad hormoonide vasopressiini ja aldosterooni abil vee- ja elektrolüütide tasakaalu. Kui kehas on liiga palju vett, eraldab organism koguseliselt rohkem, kuid lahjemat uriini. Kui elektrolüütide kontsentratsioon kehas tõuseb, stimuleerib aju janukeskus janutunnet ning neerude kaudu eraldatava vee kogus väheneb ja uriin muutub kontsentreeritumaks.(31)

Organism kaotab vedelikku uriini, rooja, naha ja kopsude kaudu. Täiskasvanud inimese organism eritab päevas vett 1–2 liitrit uriini ja 100–300 ml roojaga. Läbi naha ja hingamisteede aurustumise kaudu kaotatakse päevas, olenevalt kliimast ja keskkonnatingimustest, umbes 450 ml vett. Higistamisel võivad kaod kuumas ja niiskes keskkonnas või tugeva kehalise töö korral ulatuda mitme liitrini päevas. Enamik terveid inimesi rahuldavad oma vedelikuvajaduse janutunde järgi. (31)

Vee saamine

Tahkest toidust saadakse umbes 20–30% ja jookidest 70–80% kogu päevasest veekogusest, kuid sõltub inimese söömis- ja vedelike tarbimise harjumustest. Samuti varieerub märkimisväärselt toidu veesisaldus – näiteks sisaldavad pähklid ainult 5% vett, samas kui puu- ja köögiviljade veesisaldus võib ulatuda kuni 90%-ni. Seetõttu mõjutab inimese toiduvalik oluliselt tema vedelikusaamist. Lisaks tekib ainevahetuse käigus kehas 300–400 ml vett päevas, kui organism metaboliseerib rasvu, süsivesikuid ja valke (31)

Terviseseseosed

Veepuudus võib kahjustada nii füüsilist kui ka kognitiivset sooritusvõimet. Uuringud on näidanud, et isegi kerge hüpo hüdratsioon (keha vedelikupuudus), mis on seotud suurenenud plasma osmolaalsuse

ja antidiureetilise (peamise vedelikutasakaalu reguleeriva) hormooni kontsentratsiooniga, võib avaldada kahjulikku mõju veresoonte funktsioonile, suurendades seeläbi südame-veresoonkonna haiguste riski. (31)

Janu on peamine dehüdratsiooni tajumise viis. Janutunne tekib tavaliselt siis, kui keha veekadu ulatub 1–2%-ni kehamassist, kusjuures peamine stiimul janutunde tekkeks on seerumi osmolaalsuse tõus. Vanemaealistel (>65 aastat) on täheldatud vähenenud janutunnet ja veetarbimist, samuti neerufunktsiooni langust, mis muudab nad vedelikupuuduse suhtes haavatavamaks. Lisaks on vedelikupuuduse risk suurem krooniliste haigustega inimestel ning neil, kes teevad rasket füüsilist tööd, eriti kõrge õhutemperatuuriga keskkonnas. Teatud tingimustel võib aga liigne vedelikutarbimine põhjustada turseid või hüponatreemiat (füsioloogilisest normist väiksem naatriumisisaldus veres). (31)

Muud vedelike tarbimisega seotud tervisemõjud on tõenäoliselt tingitud tarbitud vedelike toitaineisest koostisest, mitte niivõrd tarbitava vedeliku mahust. Peamised toitumisprobleemid on seotud jookides sisalduvate lisatud suhkrutega, aga ka kõrge küllastunud rasvhapete sisaldusega, mida leidub näiteks rasvasemat piima sisaldavates kohvijookides, ning alkoholsete jookidega. (31)

Kohvis ja tees leiduv peamine vett väljutav aine on kofeiin. Uuringud näitavad, et inimestel, kes ei ole harjunud kohvi jooma, võib kohvi tarbimine suurendada ööpäevast uriinihulka ja seega vee kadu organismist. Regulaarsetel kohvijoojatel ei ole aga leitud, et kohvi tarbimine mõjutaks vee väljaviimist (33). Regulaarne kofeiini tarbimine viib tolerantsuse tekkeni, mistõttu ei ole tõendatud vajadust piirata kofeiini tarbimist dehüdratsiooni või liigse hüdreerimise vältimiseks (34).

3. Mikrotoitained

3.1 A-vitamiin

A-vitamiin on rasvlahustuv vitamiin (ka antioksidant), mille all peetakse silmas mitmeid retinooli aktiivsusega ühendeid nagu retinool, retinaal ja retineenhape, samuti A-vitamiini eelühendeid karotenoide nagu näiteks β -karoteen. β -karoteenist, mis on taimset päritolu toitudes leiduv provitamiin A, konverteeritakse organismis retinooliks. Nii β -karoteeni muundumiseks A-vitamiiniks kui ka A-vitamiini imendumiseks on vaja rasvu. Toidurasvad stimuleerivad sapi eritumist, mis aitab retinooli emulgeerida ja soodustab selle imendumist. Maks on A-vitamiini peamine salvestusorgan. Puuduse korral võivad kehas leiduvad varud tagada vitamiini mitmeks kuuks. (35) A-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 7.

Tabel 7. A-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	A-vitamiin, RE ¹	Vanuserühm	A-vitamiin, RE ¹	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	–	11–14-aastased	650	700
7–11 kuud	250	15–17-aastased	650	750
1–3-aastased	300	18–24-aastased	700	800
4–6-aastased	350	25–50-aastased	700	800
7–10-aastased	450	51–70-aastased	700	800
		Üle 70-aastased	650	750
		Lapseootel naised	750	
		Imetavad emad	1400	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), RE		3000 ³		

¹ RE = retinooli ekvivalendid (1 RE = 1 µg retinooli = 2 µg täiendavat β -karoteeni, 6 µg toidust saadavat β -karoteeni või 12 µg muid toidust saadavaid provitamiini A karotenoide, nt α -karoteen ja β -krüptoksantiin)

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

³ Toidust, rikastatud toidust ja toidulisanditest kokku saadav kogus ööpäevas, mis võib täiskasvanutel põhjustada hüpervitamiinoot

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

A-vitamiinil on organismis mitmeid ülesandeid. Kuuludes nägemispigmenti rodopsiini koostisesse, on A-vitamiin vajalik nägemisprotsessis. Osaledes organismi immuunvastuse reguleerimises, on A-vitamiin oluline immuunsüsteemi töös. A-vitamiinil on oluline roll ka rakkude kasvu ja arengu reguleerimisel, kus osaledes rakkude jagunemisel ja diferentseerumisel, eriti epiteel- ja immuunrakkudes, tagab see kudede terviklikkuse ja funktsionaalsuse. Retineenhappe vormis mõjutab A-vitamiin geenide avaldumise reguleerimist (geeniekspressiooni), mis reguleerib arenguks, immuunvastuseks ja koe parandamiseks vajalike geenide tööd, olles seeläbi oluline nii embrüonaalses arengus kui ka rakkude ja kudede normaalses taastumisprotsessis. (35)

A-vitamiini saamine

Peamised A-vitamiini allikad (Tabel 8) on:

- loomset päritolu toidust saadav A-vitamiin – parimad allikad on veise-, vasika-, broileri-, sea- ja tursamaks, maksapasteet, angerjas, *ghee* ehk selitatud või, või
- taimset päritolu toidust saadav β -karoteen (A-vitamiini eelühend) – parimad allikad on rohelised lehtköögiviljad ja punased või oranžid puu- ja köögiviljad, nagu näiteks porgandid, kibuvitsamarjad. Väga head allikad on ka värsked maitsetaimed (nt till, petersell, piparmünt, basiilik, tüümian, salvei), kuid neid tarvitatakse korraga väga väikeses koguses (11)

A-vitamiini (taimset päritolu toitudes β -karoteeni) sisaldus on suhteliselt väiksem kaunviljades, teraviljatoodetes, pähklites, seemnetes ning piimatoodete, kala, linnuliha ja liha asemel kasutatavates A-vitamiiniga rikastamata taimsetes jookides jm toodetes. (11)

Tabel 8. A-vitamiini (sh β -karoteeni) allikad*(11)

	üle 75%S	50–75%S	30–49,99%S	15–29,99%S
Köögiviljad	Kuivatatud vetikad (<i>Nori</i> , <i>Spirulina</i> , <i>Klorella</i>), porgand, porgandimahl	Brokolivõrsed	Murulauk, lehtpeet, salatsigur, frillis, spinat, lehtkapsas, lambasalat, kress-salat, päevalillevõrsed	Apteegitill, tomatipasta, peasalat, rukola
Puuviljad			Kuivatatud mango ja papaia	Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad
Marjad	Kuivatatud goji- ja kibuvitsamarjad	Kibuvitsamarjad		Pihlakamarjad
Kartul	Bataat			
Piimatooted			Juust, sh sinihallitusjuust, <i>mozzarella</i> , kitsejuust, parmesan, feta	Hapukoor, valgehallitusjuust, toidukoor, sulatatud ja toorjuust, <i>ricotta</i>
Rasvad, õliviljad	<i>Ghee</i> ehk selitatud või, või			
Kala	Tursamaks, angerjas		Tuur	
Muna			Kanamuna	Vutimuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks			
Punane liha	Veise-, vasika- ja seamaks, maksapasteet			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Terviseesosed

A-vitamiini puudus põhjustab **immuunfunktsiooni häireid**, mis suurendavad haigestumist nakkushaigustesse. Vaegus on levinum arengumaades, arenenud riikides esineb harva. Arengumaades on seetõttu levinud A-vitamiini kroonilisest puudusest põhjustatud **kseroftalmia** (kuiva silma sündroom). Mõned uuringud viitavad A-vitamiini kaitsvale rollile **emakakaelavähi** vastu, kuid maksavähi osas on tulemused ebaselged. (35)

Toksilisus

Liigne retinooli tarbimine võib olla seotud luu mineraaltiheduse vähenemise ja suurema puusaluumurru riskiga. A-vitamiini ületarbimine (> 3000 RE päevas täiskasvanutel) võib põhjustada hüpervitaminoosi.

Selle sümptomiteks on iiveldus, oksendamine ja peavalu, maksakahjustus ja nahaärritused. Lapseootuse ajal on liigsel A-vitamiini saamisel teratogeenne ehk lootel väärarenguid põhjustav mõju. (35) On ka leitud, et näiteks β -karoteeni sisaldavate antioksüdantse toimega toidulisandite suur tarbimine võib tõsta tubakasuitsuga kokkupuutuvate inimeste suremuse riski (36,37).

3.2 D-vitamiin

D-vitamiin on rasvlahustuv vitamiin, mille all peetakse silmas antirahhiitiliste omadustega ja sarnase ehitusega ühendeid kolekalsiferooli (D_3) ja ergokaltsiferooli (D_2). Inimorganism vajab D_3 -vitamiini, mis on steroidilaadne molekul, mille eelvorm sünteesitakse nahas päikese ultraviolettkiirguse UVB mõjul (lainepikkus 290–315 nm) 7-dehüdrokolesteroolist. D_3 -vitamiini vajadust aitab osaliselt katta katmata nahaga viibimine päikese käes, kuid vähese päikesevalgusega aastaaegadel on Põhja- ja Baltimaade laiuskraadidel (54°N–71°N) D_3 -vitamiini eelühendi tekkimine nahas kindlasti ebapiisav. Ehkki D_3 -vitamiini eelvormi (kolekalsiferooli) süntees algab nahas ultraviolettkiirguse toimel (või saadakse seda näiteks toidulisandina). Maksas muudetakse D_3 -vitamiin 25-hüdoksü-D-vitamiiniks, mis on peamine veres ringlev vahevorm. Seejärel muundatakse see neerudes lõplikult organismi jaoks vajalikuks aktiivseks 1,25-dihüdoksü-D-vitamiiniks ehk kaltsitriooliks. (38,39) Inimorganismi seisukohalt on oluline rääkida eelkõige D_3 -vitamiinist, sest tänu paremale biosaadavusele tõstab ja säilitab D_3 -vitamiin vere 25(OH)D taset tõhusamalt kui D_2 -vitamiin, mille mõju on lühemaajaline ja tase langeb veres pärast manustamist kiiremini. (40,41) Lisaks võivad D_2 - ja D_3 -vitamiin mõjutada geenide ekspressiooni erinevalt, eriti geenide puhul, mis mängivad rolli immuunfunktsioonis – D_3 -vitamiin reguleerib geenide ekspressiooni tõhusamalt, mis tähendab, et see võib olla parem immuunsüsteemi stimuleerimisel bakterite ja viiruste vastu võitlemisel, et hoida inimest tervena (42). D_3 -vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 9.

Tabel 9. D_3 -vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	D_3 -vitamiin, μg	Vanuserühm	D_3 -vitamiin, μg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	–	11–14-aastased	10	10
7–11 kuud	10	15–17-aastased	10	10
1–3-aastased	10	18–24-aastased	10	10
4–6-aastased	10	25–50-aastased	10	10
7–10-aastased	10	51–70-aastased	10	10
		Üle 70-aastased	20 ²	20 ²
		Lapseootel naised	10	
		Imetavad emad	10	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), μg		100		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitused neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Alates 75. eluaastast

Naha pigmentatsioon vähendab teatud määral D₃-vitamiini eelvormi tootmist nahas, samuti väheneb selle tootmine nahas vananemisel, aga ka keha katva rõivastuse kandmisel. Seetõttu on D₃-vitamiini puudusest ohustatud eelkõige vanemaealised, samuti need, kes ei viibi piisavalt palju aega õues või kannavad keha katvat riietust (näiteks seotud kultuuriliste tavadega) ning tumedama nahapigmentatsiooniga inimesed. D₃-vitamiini puudust esineb ka neil, kes ei tarbi piisavalt kala (nt veganid), toidulisandeid või D₃-vitamiiniga rikastatud toitu. (43)

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Kaltsitrioolil on oluline roll kaltsiumi ja fosfori ainevahetuses ning seeläbi **luu- ja hambakoe** ainevahetuse reguleerimises. On leitud, et D₃-vitamiin koosmõjus kaltsiumiga vähendab luumurdude riski. Kaltsitriool seondub raku tuumas asuvate spetsiaalsete retseptoritega, reguleerides geenide avaldumist, mis omakorda mõjutab rakkude kasvu (proliferatsiooni), küpsemist kindlaks rakutüübiks (diferentseerumist) ja immuunsüsteemi talitlust. Näiteks võib kaltsitriool aidata pärssida liigset rakujagunemist (oluline vähi ennetuses) või soodustada immuunrakkude küpsemist ja tasakaalustatud vastust põletikule. Kaltsitriooli vajab organism vere hüübimiseks, südamegevuse toetamiseks ja ägedate hingamisteede infektsioonide riski vähendamiseks. (43)

D-vitamiini saamine

D₃-vitamiini leidub ainult loomset päritolu toidus – peamiselt kalades, aga ka rikastatud piimatoodetes, munas, maksas (Tabel 10). (11)

Tabel 10. Peamised D₃-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Kala	Tursamaks, angerjas, lõhe, angersäga, räim, meriforell, skumbria, heeringas, sardiinikonserv, tuur, ahven, siig, koha	Latikas, luts	Vikerforell, karpkala, haug, tilapia	Tuunikalakonserv, pangaasius
Muna				Kana- ja vutimuna
Punane liha				Vasikamaks

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituseliga, %S

Terviseesosed

D₃-vitamiini puudus pärsib kaltsiumi ja fosfori ebaefektiivse imendumise tõttu **luude** mineraliseerumist ning on seotud seerumi paratüreoidhormooni (PTH) kontsentratsiooni suurenemisega. D₃-vitamiini puuduse kliinilised sümptomid ilmnevad lastel rahhiidina ja täiskasvanutel osteomalaatsiana. On leitud, et D₃-vitamiin võib aidata vähendada **vähki** suremust 12–16% võrra, kuid see mõju ei laiene vähi esinemissageduse vähendamisele. Mõned ülevaateuuringud näitavad D₃-vitamiini lisandite tagasihoidlikku mõju **kogusuremuse** ja vähisuremuse vähendamisel, kuid mitte vähi esinemissagedusele. On mõningaid tõendeid, et D₃-vitamiin võib vähendada ägedate **respiratoorsete infektsioonide** riski, kuid uuringute tulemused on vastuolulised ja meetoodiliselt ebaühtlased (43).

Toksilisus

D₃-vitamiini liigsel tarbimisel võivad tekkida hüperkaltseemia, luu demineraliseerimine, pehmete kudede kaltsifikatsioon ja neerukahjustused. Euroopa Toiduohutusameti (EFSA) kohaselt võib tsirkuleeriv 25(OH)D kontsentratsioon üle 220 nmol/l põhjustada hüperkaltseemiat. Ülemine piirnorm kuni 6 kuu vanustele imikutele on 25 µg/päevas ja 6–12 kuu vanustele imikutele 35 µg/päevas. (43)

Biomarkerid

Kõige usaldusväärsem D₃-vitamiini taseme näitaja organismis on 25-hüdroksü-D-vitamiini sisaldus veres, kuna see hõlmab nii toidu kaudu tarbitavat kui ka nahas päikesekiirguse kaasabil toodetavat D₃-vitamiini. Olemasolevate tõendite põhjal nõustatakse üha enam, et 25(OH)D üle 50 nmol/l on tase, mis ei tekita probleeme, ning et väärtus alla 25–30 nmol/l viitab tõsisele D₃-vitamiini puudusele. Tervetel inimestel on D₃-vitamiini sisaldus veres hooajaliselt erinev. (43)

3.3 E-vitamiin

E-vitamiin on rasvlahustuv vitamiin (ka antioksidant), mille aktiivne vorm inimese organismis on **α-tokoferool**. Kuigi looduslikult esineb kaheksa erinevat vormi (neli tokoferooli ja neli tokotrienooli), siis koguliselt on kõige vajalikum α-tokoferool. (44) E-vitamiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 11.

Tabel 11. E-vitamiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	E-vitamiin, α-TE ¹	Vanuserühm	E-vitamiin, α-TE ¹	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	4	11–14-aastased	10	11
7–11 kuud	5 ³	15–17-aastased	11	12
1–3-aastased	7	18–24-aastased	10	11
4–6-aastased	8	25–50-aastased	10	11
7–10-aastased	9	51–70-aastased	9	11
		Üle 70-aastased	9	11
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	10	
		- 2. trimester	11	
		- 3. trimester	12	
		Imetavad emad	11	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg α-TE ¹	300			

¹ Eeldusel, et polüküllastumata rasvhapete tarbimine moodustab 5% energiatarbimisest. α-TE = α-tokoferooli ekvivalendid (1 mg RRR α-tokoferooli ehk toitudes looduslikult esinevat α-tokoferooli stereoisomeeri)

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

³ Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel. Tegu on AI väärtustega

Tähtsamad füsioloogilised funktsioonid organismis

E-vitamiini põhifunktsioon organismis on rakumembraanide ja lipoproteiinide kaitsmine antioksidantsuse kaudu. Antioksidandina on α -tokoferoolil oluline ennetav roll oksüdatiivsete kahjustuse vastu, mis mõjutavad DNA-d või lipiide, neutraliseerides vabade radikaalide mõju ja katkestades ahelreaktsiooni polüküllastumata rasvhapete (PUFA) oksüdatsioonis. E-vitamiin aitab reguleerida geenide tööd, pidurdab rakkude liigset jagunemist ning toetab luude tugevuse ja massi säilimist. (44)

E-vitamiini saamine

E-vitamiini peamised allikad on seemned, pähklid ja neist valmistatud õlid, aga ka neid sisaldavad toidud (Tabel 12). Väga head allikad on ka värsked maitsetaimed (nt tšillipipar, lehtseller, petersell, koriander, pune, till) ja nisuidud, kuid neid tarvitatakse korraga väga väikeses koguses. Kõige vähem sisaldavad E-vitamiini kartul, piimatooted ja nende, aga ka kala, muna ja liha asemel kasutatavad taimsed rikastamata tooted. (11)

Tabel 12. E-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Päikesekuivatatud tomatid õlis		Murulaug, tomatipasta, spinat	Spargel, lehtkapsas, paprika, lehtpeet, lutserniidud, brokoli, juurpetersell, roheline sibul, lambasalat
Kaunviljad				Keedetud kikerhersed
Puuviljad		Kuivatatud mango	Kuivatatud papaia, aprikoos ja füüsal ehk inkamarjad	Rosinad, kuivatatud õun
Marjad	Külmkuivatatud vaarikad, pohlad ja mustikad, astelpajujahu, kuivatatud valged mooruspuumarjad	Kibuvitsamarjad	Murakad, astelpajumarjad	Kuivkülmutatud maasikad, pampel, kuivatatud gojimarjad, mustad sõstrad, mustikad, pohlad, arooniamarjad
Leivatooted			Seemneleib	Sepik, mitmeviljasai
Pudrud jm	Nisuidud		Müsli	Rukkikamajahu
Pähklid	Mandlid, mandlijahu, sarapuupähklid, maapähklid	Parapähklid	Maapähklivõie	Pistaatsiapähklid, India pähklid
Seemned	Päevalilleseemned, seedermänniseemned		Kõrvitsaseemnejahu	Toorkakaopulber, kõrvitsa- ja mooniseemned
Rasvad, õliviljad	Enamik õlisid, nt nisuidu-, päevalille-, avokaado-, mandli-, riisiklii-, viinamarjaseemne-, rapsi-, maisi-, soja-, maapähkliõli	Palmi- ja linaseemneõli, mustad konserveeritud oliivid, <i>ghee</i> ehk selitatud või, oliiviõli	Rohelised konserveeritud oliivid, kanepiseemneõli, avokaado	Või, hanerasv, klassikaline hummus
Kala	Angerjas	Kasvanduse lõhe, vähk, tursamaksakonserv	Konserveeritud austrid	Siig, sardiinikonserv, räim, lõhe, angersäga, säga, heeringas, krabi, vikerforell, krevetid, latikas
Muna				Vuti- ja kanamuna
Linnu-, küüliku- ja jänese liha				Kanamaksapasteet
Punane liha				Seamaks

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituselise kogusega, %S

Terviseeosed

E-vitamiini puudus on haruldane ja esineb peamiselt inimestel, kellel on geneetiliste häirete tõttu kestvad rasvade imendumishäired. Puudus võib põhjustada **neuroloogilisi sümptomeid, nagu perifeerne neuropaatia ja lihasnõrkus**. Lastel, eriti enneaegsetel või väga madala sünnikaaluga imikutel, võib esineda hemolüütilist aneemiat (punaliblede enneaegse lagunemise tõttu tekkiv kehvveresuse vorm), trombotsütoosi ja turseid. (44)

Uuringud on vastuolulised, ent näitavad, et E-vitamiin võib avaldada kaitsvat mõju teatud krooniliste haiguste vastu, nagu **südame-veresoonkonna haigused** ning müokardi infarkt. Toiduga saadav E-vitamiin võib olla seotud teatud **vähivormide** väiksema riskiga. Kuigi alfa-tokoferoolil on täheldatud positiivset tervisemõju, ei ole toidulisandite tarbimise mõju järjepidevalt teaduslikult tõendatud. Mõned uuringud viitavad, et toidust saadud E-vitamiin võib vähendada riski haigestuda Alzheimeri ja Parkinsoni tõppe, samuti vanusest tingitud silmahaigustesse, nagu kae (katarakt) ja kollatähni (maakula) degeneratsioon. (44) E-vitamiini saadav vorm peaks kindlasti olema looduslik α -D-tokoferool.

E-vitamiini puudust vähese toidutarbimise tõttu ei ole tervetel täiskasvanutel kirjeldatud. Siiski võib puudus tekkida pikaajalise rasva imendumise häire tõttu. E-vitamiini puudust esineb sagedamini lastel, tõenäoliselt piiratud varude ja kiire kasvu tõttu. (44)

Toksilisus

Loodusliku alfa-tokoferooli toksilisus on madal, kuna organism reguleerib selle taset tõhusalt. Toiduga ei saada E-vitamiini kogustes, mis võiks olla organismile kahjulik. Toidulisandina kestev liigtarbimine võib siiski suurendada verejooksude riski. Samuti võivad suured toidulisandite annused omada koostoimeid ravimitega nagu aspiriin, tamoksifeen, tsüklosporiin A ja varfariin (44).

3.4 K-vitamiin

K-vitamiin on rasvlahustuv vitamiin, mis esineb kahes peamises vormis: füllokiinon (K_1 -vitamiin) ja menakinoonid (K_2 -vitamiin). Kuna füllokiinoni saadakse taimedest, on selle saamine üldjuhul tagatud. Menakinoonide hulka kuulub vähemalt kümme, peamiselt bakteriaalset päritolu ühendit. (45) Kuigi menakinoonid moodustavad kogu toiduga saadavast K-vitamiinist koguseliselt väga väikese osa, on nende saamine tervise seisukohast oluline. (46) K-vitamiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused on toodud

Tabel 13. K-vitamiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	K-vitamiin, µg ¹	Vanuserühm	K-vitamiin, µg ¹	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	–	11–14-aastased	45	50
7–11 kuud	10	15–17-aastased	60	65
1–3-aastased	15	18–24-aastased	65	75
4–6-aastased	20	25–50-aastased	65	75
7–10-aastased	30	51–70-aastased	60	70
		Üle 70-aastased	60	70
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	65	
		- 2. trimester	70	
		- 3. trimester	75	
		Imetavad emad	65	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), µg		Ülempiir ei ole määratud		

¹ 1 µg kehamassi kg kohta

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusd neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusd põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

K-vitamiini peamine füsioloogiline funktsioon on sellest sõltuvate valkude γ-karboksüleerimine, mis on vajalik vere hüübimiseks, luude ainevahetuseks ja veresoonte lubjastumise vältimiseks. K-vitamiini tsükliks osalevad ensüümid nagu gamma-glutamüülkarboksülaas ja K-vitamiini epoksiidreduktaas on selle protsessi võtmetegurid. K-vitamiini varud asuvad organismis peamiselt rasvkoes ja maksas ning ei ole väga suured. (45)

Imikutel võib seoses vähese transpordiga läbi platsenta looteas, rinnapiima madala sisalduse, K-vitamiini tsükliks osalevate ensüümide vähese aktiivsuse ja soolestikus madala imendumise tõttu tekkida defitsiit. K-vitamiini puuduse ennetamiseks soovitatakse kõigile vastsündinutele profülaktilist K-vitamiini manustamist (45).

Platseebo-kontrollitud uuringud näitavad, et K₂-vitamiin, eeskätt selle üks vormidest menakinoon 7 (MK7) soodustab kaltsiumi paigutumist luudesse (47,48). Kuna MK7 jõuab erinevalt K₁-vitamiinist kõikidesse keharakkudesse, tuleb sellega seotud uuringuid järjest juurde.

K-vitamiini saamine

K₁-vitamiini ehk füllokinooni peamised allikad (Tabel 14) on taimset päritolu toidud, eelkõige rohelised köögiviljad nagu lehtköögiviljad (nt lehtpeet, spinat, lambasalat, lehtkapsas), maitsetaimed (nt petersell, basiilik, koriander, till) ja õisikköögiviljad (nt brokoli, lillkapsas), aga ka marjad, mõned juurviljad, kaunviljad, kapsad, pähklid ja mõned taimeõlid. Loomset päritolu toitudest saab nii K₁- kui ka K₂-vitamiini, kõige rohkem (sh K₂-vitamiini) eelkõige maksast, aga ka linnuliha, kasvanduse lõhest ning jaanalinnunadest. K-vitamiini ei leidu üldse või leidub väga väheses koguses teraviljatoodetes, kartulis ja piimatoodetes ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates toodetes. (11)

Tabel 14. K-vitamiini allikad*(11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Lehtpeet, juurpetersell, kuivatatud vetikas <i>Klorella</i> , spinat, lambasalat, lehtkapsas, murulauk, rooskapsas, kress-salat, salatsigur, frillis, roheline sibul, brokoli, peasalat, Rooma salat, <i>Wakame</i> vetikad, rukola, lehtsalat, Hiina kapsas, okra, kähar peakapsas, suhkruherned, hapukapsas, küüslauguvõrsed, porrulauk, brokolivõrsed	Aedoad, spargel, jääsalat, hernevõrsed, peakapsas, paksoi, ehk hiina lehtnaeris, päevalillevõrsed, kuivatatud vetikas <i>Spirulina</i>	Lillkapsas, rabarber, varsseller, lehtseller, konserveeritud kapparid, päikesekuivatatud tomatid õlis, romaani lillkapsas	Porgand, punane peakapsas, porgandimahl, artišokk, kurk, konserveeritud jalapeno, tomatipasta
Kaunviljad		Edamame oad, hernerid		Sojaoad
Puuviljad	Kuivatatud ploomid ja füüsal ehk inkamarjad		Kuivatatud pirn	Kiivi, granaatõun, viinamarjad, kuivatatud viigimarjad ja papaia, rosinad
Marjad	Külmkuivatatud mustikad, kuivatatud valged mooruspuumarjad, külmkuivatatud pohlad	Astelpajujahu	Mustad sõstrad, (kuivatatud) kibuvitsamarjad, külmkuivatatud vaarikad, arooniamarjad, pampel, põldmarjad	Paljud marjad, nt karusmarjad, astelpajumarjad, mustikad, valged ja punased sõstrad, vaarikad
Pähklid			Pistaatsiapähklid	Sarapuupähklid
Seemned	Kanepijahu, kõrvitsaseemned		Kõrvitsaseemnejahu	
Rasvad, õliviljad	Rapsi-, soja-, kõrvitsaseemne- ja oliiviõli		Või, maisi-, riisiklii-, nisuidu-, linaseemneõli	Avokaado, mustad ja rohelised konserveeritud oliivid, Kreeka pähkli õli, klassikaline hummus, seesamiseemneõli
Kala				Kasvanduse lõhe
Muna				Jaanalinnumuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks		Kanamaksapasteet, kalkuniliha	
Punane liha			Vasikamaks	Veisemaks

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %S

Terviseesosed

K-vitamiini puudus võib põhjustada **verejookse, kuna see vitamiin on oluline vere hüübimiseks**. Eriti vastuvõtlikud on vastsündinud, kellel on madal K-vitamiini tase platsenta kaudu ülekandumise piiratus ja rinnapiima vähese K-vitamiini sisalduse tõttu. K-vitamiin võib mängida rolli ka **vananemisega seotud protsesside**, nagu luukao ja veresoonte lubjastumise, ennetamisel. Selle üheks võimalikuks mehhanismiks peetakse gamma-karboksüglutaminihappe valgu aktiveerimist, mis sõltub K-vitamiinist. Madala K-vitamiini tasemega veres on seostatud **suuremat südamehaiguste ja suremuse riski**, kuigi

kliiniliste uuringute tulemused on seni olnud vastuolulised. Mõned vaatlusuuringud viitavad seosele K-vitamiini madala taseme ja glükoosiregulatsiooni häirete, sh 2. tüüpi diabeedi riski suurenemise vahel, kuid randomiseeritud kontrollitud uuringud ei ole seda veenvalt kinnitanud.

Kuigi mõned uuringud viitavad suurema fülokinooni tarbimise võimalikule seosele väiksema luumurruriskiga, on K-vitamiini toidulisandite mõju luude mineraaltihedusele postmenopausis naistel ja osteoporoosiga patsientidel üldiselt väike või ebaselge. Luumurdude riski vähenemine oli uuringute alusel väike ning mõju lülisamba murdudele ei täheldatud. (45)

Toksilisus

K-vitamiini toksilisuse kohta puuduvad andmed. Suured menakinoon-4 annused (45–90 mg/päevas) on mõnel juhul põhjustanud seedetrakti häireid ja nahalööbeid, kuid neid peetakse kergemateks kõrvaltoimeteks. Ohutuks peetakse ka menakinoon-7 annuseid kuni 600 µg/päevas. (45)

Biomarkerid

Praegu puudub teaduslik üksmeel selle osas, millised biomarkerid võiksid parimal viisil kajastada K-vitamiini staatust ja aitaksid määrata optimaalset tarbimist. (45)

3.5 Koensüüm Q₁₀

Koensüüm Q₁₀ ehk ubikinoon on rasvlahustuv vitamiinilaadne ühend, mida leidub peaaegu kõikides inimorganismi mitokondrites ja rakumembraanides (49). Koensüüm Q₁₀ ei ole klassikaline vitamiin seetõttu, et rakud sünteesivad seda ka teatud koguses endogeenselt teistest ubikinooni vormidest (50). Koensüümita Q₁₀ ei ole võimalik mitokondrites ATP-d (s.o energiat) toota. Lisaks on see oluline antioksüdant (51).

Koensüümi Q₁₀ tase organismis sõltub nii selle endogeensest tootmisest kui ka saamisest toiduga (52). Kuigi koensüümi Q₁₀ täpset päevast vajadust ei ole ametlikult määratletud, peetakse igapäevaselt toidust saadavat kogust (kuni 5 mg) sageli ebapiisavaks, eriti pärast rasket treeningut, teatud haiguste korral (nt südame-veresoonkonna haigused) või retseptiravimite tarvitamisel, aga ka vananedes. (53) Vananedes koensüümi Q₁₀ sünteesimine maksas väheneb, mistõttu on vanemaealistel, alates umbes 70. eluaastast, selle tase südamelihases (müokardis) vaid ligikaudu pool võrreldes 20-aastasega. Müokardis leidubki koensüümi Q₁₀ kõige enam grammi koe kohta kogu organismis. Vanemaealised tarvitavad sageli ka retseptiravimeid (sh statiinid, bisfosfonaadid ja β-blokaatorid), mis võivad vähendada koensüümi Q₁₀ taset organismis. (53) Koensüümi Q₁₀ suur puudus võib olla seotud geneetiliste defektidega (nt väikeaju ataksia) (49).

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Koensüümil Q₁₀ on organismis mitmeid olulisi biokeemilisi funktsioone. Sellel on oluline roll rakkude energiaga varustamisel ja ATP sünteesis. Lisaks on koensüüm Q₁₀ oluline rasvlahustuv antioksüdant, mis kaitseb rakumembraane ja vere lipoproteiine oksüdatiivsete kahjustuste eest. Koensüümi Q₁₀ antioksüdantsus aitab taastada C- ja E-vitamiini aktiivseid vorme. (54) Koensüümil Q₁₀ on roll ka geenide avaldumise reguleerimisel (geeniekspressioonil) (49). Lisaks võib see olla põletikuvastase toimega (54).

Koensüümi Q₁₀ saamine

Koensüümi Q₁₀ peamised toiduallikad on liha (eriti rupsid, nt süda ja maks) ja kõik rasvased kalad (eriti skumbria ja makrell) ning pähklid. Enamike piimatooteid, köögi-, puu- ja teravilju sisaldavad koensüümi Q₁₀ väheses koguses (49,52,55).

Terviseeosed

Paljud kliinilised uuringud on püüdnud leida positiivset seost koensüümi Q₁₀ toidulisandina manustamise ning erinevate haigusseisundite vahel, kuid nende tulemusel ei ole saadud selgeid ega otseseid viiteid selle ravitoimele. (56) Kuna randomiseeritud kliinilised uuringud on näidanud, et koensüüm Q₁₀ aitab vähendada organismis põletikku ja oksüdatiivset stressi, võib see pigem aidata toetada erinevate haiguste ennetust ja leevendust. Eelkõige näitavad uuringute tulemused, et koensüümil Q₁₀ on täheldatud positiivset mõju südame tervisele, sealhulgas südame-veresoonkonna haiguste, näiteks kardiomüopaatia korral. Uuringud koensüümi Q₁₀ võimaliku kasulikkuse kohta neurodegeneratiivsete haiguste, vähi ja muude haigusseisundite puhul (sh glaukoom, viljatus, migreen, düslipideemia, bipolaarne häire, kroonilise väsimuse sündroom, kõrge vererõhk, diabeet) ning elukutselistele sportlaste ja vanemaealiste tervise toetamisel on andnud lootustandvaid, kuid kohati vastuolulisi tulemusi. Seetõttu on järelduste tegemiseks vaja rohkem pikemaajalisi ja kvaliteetseid randomiseeritud kliinilisi uuringuid. (49,53,54,57)

Toksilisus

Uuringud on näidanud, et koensüüm Q₁₀ manustamine toidulisandina kuni 1200 mg/päevas (mõnel juhul kuni 3000 mg/päevas) on üldiselt hästi talutav, kuid peamiseks probleemiks on aga selle omastumine. Koensüüm Q₁₀ biosaadavust mõjutavad mitmed tegurid, sh annus, vorm, vabanemise viis ja manustamise aeg (nt enne või pärast sööki või koos toiduga) (54). Koensüümi Q₁₀ hüdrofoobsus (st halb lahustuvus seedetrakti vedelikes) ja suur molekulmass vähendavad selle toidulisanditega vereplasmasse jõudvat hulka, kuid rasvamaatriksis manustamine on näidanud paremat biosaadavust. (49,54,56)

Harvadel juhtudel (alla 1% patsientidest) on täheldatud koensüümi Q₁₀ suures koguses toidulisandina manustamisega seotult pigem kergemaid kõrvaltoimeid: vähenenud söögiisu, kõhulahtisus, pearinglus, seedehäired (düspepsia) ja iiveldus, oksendamine (50). Tõsiseid toksilisi reaktsioone ega koostoimeid ravimitega ei ole teada (49,54). Farmakokineetiliste uuringute kohaselt ei pärsi toidulisandina manustatud koensüüm Q₁₀ selle endogeenset sünteesi ega kuhju plasmasse või kudedesse(52)

3.6 B₁-vitamiin ehk tiamiin

B₁-vitamiin ehk tiamiin on B-grupi vitamiinide hulka kuuluv vesilahustuv vitamiin, mille sünteesi organismis ei toimu ja mille saamine toiduga on hädavajalik. B₁-vitamiinil on kaalukas roll süsivesikute, aminohapete ja rasvhapete ainevahetuses ning see on keskne vitamiin, mida vajatakse energia tootmiseks rakus. (58) B₁-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 15.

Tabel 15. B₁-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	B ₁ -vitamiin, mg	Vanuserühm	B ₁ -vitamiin, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	–	11–14-aastased	0,9	1,0
7–11 kuud	0,3	15–17-aastased	1,0	1,2
1–3-aastased	0,4	18–24-aastased	0,9	1,1
4–6-aastased	0,6	25–50-aastased	0,9	1,1
7–10-aastased	0,7	51–70-aastased	0,8	1,0
		Üle 70-aastased	0,8	1,0
		Lapseootel naised	1,0	
		Imetavad emad	1,2	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg	Ülempiiri ei ole määratud			

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

B₁-vitamiini peamine aktiivne vorm, tiamiinidifosfaat (ThDP) ehk tiamiinpürofosfaat (TPP), toimib koensüümina mitmetes ensümaatilistes reaktsioonides võttes osa glükoosi ja rasvhapete ainevahetusest. (58)

B₁-vitamiin osaleb hargnenud ahelaga aminohapete lõhustamises organismis. B₁-vitamiin on kaasatud närvisüsteemi normaalsesse talitluse, kus tiamiinidifosfaadil on oluline roll närviimpulsside ülekandes, virgatsainete sünteesis ja lihasfunktsioonide tagamises. (58) B₁-vitamiin on vajalik energia tootmiseks mitokondrites ja müeliini sünteesiks, aga ka valkude sünteesis (59) ning on seotud maomahla tekkega (60).

B₁-vitamiini saamine

B₁-vitamiini parimad allikad on pähtlid ja seemned, sealihad ning pärm, kuid rikkalikult leidub seda ka idudes ja võrsetes, kaunviljades, osades teraviljatoodetes, lihades ja kalades (

Tabel 16). B₁-vitamiini leidub vähem (või üldse mitte) kartulis, piimatoodetes ja õlides, aga ka piimatoodete, kala, muna ja liha asemel kasutatavates B₁-vitamiiniga rikastamata toodetes. (11)

Tööversioon

Tabel 16. B₁-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad		Kuivatatud vetikad (<i>Spirulina</i> , <i>Klorella</i>)	Mungoa- ja lutserniidud, päevalille- ja brokolivõrsed	Segaseened, kuivatatud vetikas <i>Nori</i> , apteegitill, puravikud, suhkruherned, küüslauk, spargel, brokoli, porrulauk, tomatipasta, hernevõrsed, Rooma salat, mädarõigas
Kaunviljad				Herned, Edamame ja sojaoad, oad, läätsed
Puuviljad		Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad	Tamarind	Kuivatatud mango; banaan
Marjad			Külmkuivatatud mustikad ja pohlad	Astelpajujuhu, külmkuivatatud vaarikad ja maasikad, astelpajumarjad, kuivatatud gojimarjad
Leivatooted		Nisujahust näkileib	Tatra- ja riisigaletid, täisterarukkijahust näkileib	Seemneleib, täisterasai ja -leib, sepik, mitmeviljasai, rukkileib
Pudrud jm			Rukkikamajahu	Täisteramakaronid, müsli, keedetud mais, tatrapuder
Pähklid	Makadaamiapähklid	Maa-, para-, India ja pekanipähklid	Pistaatsiapähklid	Kreeka pähklid, kastanid, mandlid, mandlijahu, sarapuupähklid
Seemned	Kanepi-, lina-, seesamiseemned, tahiini e seesamiseemnepasta, päevalille- ja mooniseemned, kanepijahu, sinepiseemned	Tšiiseemned, linajahu, seedermänniseemned	Kõrvitsaseemned	
Rasvad, õliviljad				Klassikaline hummus
Kala			Vähk	
Muna			Säga, kasvanduse lõhe	Latikas, andersäga, ahven, lõhe
Linnu-, küüliku- ja jänese liha			Pardiliha	Broilerimaks, kanaliha
Punane liha	Sealiha	Seakeel	Seamaks, segahakkliha, neerud, veisemaks, põdra- ja metssealiha	Maksapasteet, lambaliha, verivorst, sült, vasikamaks, veisekeel, metskitse- ja hirveliha
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm, pärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Tervisehäired

B₁-vitamiini oluline puudus häirib eeskätt glükoosi, aga ka rasvhapete ja aminohapete ainevahetust, vähendades organismi võimet toota energiat. Selle tagajärjel võivad tekkida tõsised **häired närvisüsteemi talitluses**. (58)

Krooniline tiamiinipuudus põhjustab beriberit, mille sümptomiteks täiskasvanutel on **perifeerse närvisüsteemi ja südame talitluse häired**. Varajased nähud võivad olla isu kaotus, kaalulangus, meeleolumuutused ja lihasnõrkus. Lastel ilmnevad sümptomid kiiremini ja võivad olla raskemad, sealhulgas südamepuudulikkus. Alkohoolikutel võib tekkida Wernicke-Korsakoffi sündroom, mille üks põhjustest on toitumise ühekülsus, mis tingib ka tiamiini saamise ja imendumise häired. (58)

B₁-vitamiinil on oluline roll nn *refeeding*-sündroomis – see on ainevahetushäire, mis võib tekkida pärast pikemat paastumist või haigusest tingitud ainevahetuslikku stressi. Tavaliselt 3–7 päeva pärast toitumise alustamist võivad vere fosfaadi, magneesiumi ja kaaliumi tasemed oluliselt langeda, põhjustades neuroloogilisi, kardiovaskulaarseid või hingamishäireid, mis raskematel juhtudel võivad olla eluohtlikud. B₁-vitamiini manustamine on *refeeding*-sündroomi ravi oluline osa. (58)

B₁-vitamiini on seostatud **neurodegeneratiivsete haigustega vanemaealistel**, sealhulgas Alzheimeri tõvega, kuid teaduslik tõendusmaterjal selle ennetava rolli kohta on piiratud. Süstemaatiline ülevaade tiamiinitarvitamise ja kognitiivse funktsiooni seostest leidis, et seos suurema tarbimise ja parema kognitiivse võimekuse vahel on nõrk. Seega ei ole hetkel piisavalt tugevat teaduslikku alust, et toetada tiamiini kasutamist neuroloogiliste häirete ennetamiseks. (58)

B₁-vitamiini vajadus on seotud energia- ja süsivesikute tarbimisega – mida rohkem inimene tarbib süsivesikuid ja mida suurem on toiduenergia saamine, seda rohkem vajab organism B₁-vitamiini, et toitaineid efektiivselt energiaks metaboliseerida. Seega suurendab B₁-vitamiini puuduse riski nii süsivesikute soovituslikust suurem tarbimine, aga ka teatud haiguste esinemine, nagu näiteks diabeet, südame- ja neerupuudulikkus. B₁-vitamiini puuduse riskigruppi kuuluvad ka piiratud toiduvalikuga inimesed, nt vanemaealised, alkoholitarvitajad ja alatoitumusega inimesed (58).

Toksilisus

Suukaudsel manustamisel ei ole täheldatud toksilisi toimeid ning ülemine ohutu tarbimise piir (UL) ei ole määratud (58).

Biomarkerid

Peamised biomarkerid on tiamiindifosfaadi tase täisveres ja erütrotsüütide transketolaasi aktiivsus (58).

3.7 B₂-vitamiin ehk riboflaviin

B₂-vitamiin ehk riboflaviin on B-grupi vitamiinide hulka kuuluv vesilahustuv vitamiin. See on koos B₁-vitamiiniga väga oluline energia tootmiseks rakkudes B₂-vitamiini koensüümsete vormide FMN (flaviinmononukleotiid) ja FAD (flaviinadeniinukleotiid) abil. Need kaks vitamiini on seega olulised süsivesikute, rasv- ja aminohapete ainevahetuses (61). B₂-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 17.

Tabel 17. B₂-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	B ₂ -vitamiin, mg	Vanuserühm	B ₂ -vitamiin, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	0,3	11–14-aastased	1,4	1,3
7–11 kuud	0,4 ²	15–17-aastased	1,6	1,6
1–3-aastased	0,6	18–24-aastased	1,6	1,6
4–6-aastased	0,7	25–50-aastased	1,6	1,6
7–10-aastased	1,0	51–70-aastased	1,6	1,6
		Üle 70-aastased	1,6	1,6
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	1,6	
		- 2. trimester	1,7	
		- 3. trimester	1,8	
		Imetavad emad	2,0	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

B₂-vitamiin on oluline mitmesuguste bioloogiliste funktsioonide, aga eelkõige teiste toitainete, nagu D₃-, B₆-, B₁₂-vitamiini, niatsiini, folaatide ja koliini ainevahetuses. (61)

B₂-vitamiin osaleb organismis koensüümsete vormide kaudu mitmetes olulistes energia tootmise protsessides. See on vajalik makrotoitainete – süsivesikute, rasvade ja valkude – oksüdatsiooniks, sh tsitraaditsükliks, rasvhapete β-oksüdatsioonis ja elektrontranspordi ahelas ehk hingamisahelas. Samuti osaleb riboflaviin valkude sünteesis, DNA parandusprotsessides (DNA reparatsioonil), geenide avaldumise reguleerimisel (geeniekspressioonil) ja rakkude vahelises infovahetuses. (61)

Energiavajaduse suurenemisel ja ainevahetuse kiirenemisel, nagu treening või kasvuspurdid, aktiveeruvad protsessid (nt raku hingamine) ja ensüümid, mis vajavad flaviinmononukleotiidi ja flaviinadeniindinukleotiidi ning seega suureneb B₂-vitamiini vajadus. Vajadus võib suureneda ka vanusega, kuna imendumine halveneb ja tarbimine võib olla ebapiisav vanemaealiste seas. Põletikud ja infektsioonid aktiveerivad immuunsüsteemi ja suurendavad seega energia tootmist rakuliste immuunvastuste ja reaktiivsete hapnikuühendite tootmiseks. (61)

B₂-vitamiini saamine

B₂-vitamiini sisaldub enim maksas ja pärmis, aga ka idudes, võrsetes, seentes, värsketes maitsetaimedes ja rohelistes köögiviljades, osades pähklites ja seemnetes, munades ja juustudes, osades kalades ja lihades (Tabel 18). B₂-vitamiin allikaks ei ole enamik teisi köögivilju, puuviljad, teraviljatooted, kartul, rasvad ja õliviljad, piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavad toidud. (11)

Tabel 18. B₂-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Kuivatatud vetikad (<i>Spirulina</i> , <i>Klorella</i> , <i>Nori</i>)	Mungoa- ja lutserniidud	Brokolivõrsed, roheline lätse idud, puravikud, kuuseriisikad, šampinjonid	Päevalillevõrsed, segaseened, lehtkapsas, kress-salat, spinat, tomatipasta
Puuviljad			Kuivatatud litši	Kuivatatud mango
Marjad	Kuivatatud gojimarjad			Külmkuivatatud mustikad, vaarikad ja maasikad, kuivatatud kibuvitsamarjad
Piimatooted				Erinevad juustud (nt sinihallitusjuust, <i>mozzarella</i> , parmesan, valgehallitusjuust, 15%- lise rasvasusega juust, feta, Lapi juust)
Pähklid			Mandlid, mandlijahu	Sarapuu- ja pistaatsiapähklid
Seemned				Kakaojooji- ja toorkakaopulber, sinepi- ja seederänniseemned
Kala			Konserveeritud tursamaks	Skumbria, angerjas, krabi, heeringas, rannakarbid
Muna			Vutimuna	Kanamuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks		Kanamaksapasteet	Kalkuniliha
Punane liha	Vasika-, veise-, seamaks, neerud, maksapasteet		Seakeel	Veisekeel, lamba- ja sealiha, põdra-, metssea-, hirve- ja metskitseliha
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm, pärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %S

Tervisehäired

Kuigi B₂-vitamiini defitsiiti esineb üliharva, kuuluvad riskigruppi inimesed, kes väldivad loomseid toite (nt veganid), vanemaealised, kroonilised alkoholi kuritarvitajad, intensiivse kehalise koormusega inimesed ja hemodialüüsi patsiendid. Puuduse sümptomiteks võivad olla suunurkade lõhenemine, keelepõletik, naha- ja limaskestade kahjustused, väsimus ning aneemia. B₂-vitamiin osaleb immuunsüsteemi rakkude, nt makrofaagide aktiveerimises ja omab **põletikuvastast** toimet. Loote ja imiku normaalseks arenguks on oluline, et ema saaks lapseootuse ja rinnaga toitmise ajal piisavalt B₂-vitamiini. Mõned uuringud on näidanud, et suurem B₂-vitamiini tarbimine on seotud väiksema **rinnavähi** riskiga. (61)

Kõrged annused (50–400 mg/p) on näidanud **migreenide** ennetamisel täiskasvanutel positiivseid tulemusi, kui see toimub arstliku kontrolli all, kuid laste puhul on andmed ebapiisavad. Teatud geenikombinatsiooniga inimestel (geneetiline variatsioon MTHFR 677TT), võib B₂-vitamiini lisamine (1,6 mg/p) aidata vererõhku märkimisväärselt langetada. (61)

Toksilisus

Puuduvad tõendid B₂-vitamiini toksilisuse kohta nii toidu kui ka toidulisandite puhul. Uuringutes, kus kasutati väga suuri annuseid (100–400 mg/p), ei ilmnunud kõrvaltoimeid (61). Seetõttu ei ole EFSA määranud ülemist ohutut tarbimispiiri (UL).

Biomarkerid

Kõige usaldusväärsem B₂-vitamiini biomarker on erütrotsüütide glutatioonreduktaasi aktiivsustegur (EGRAC), mille väärtus alla 1,3 viitab piisavale varule. Teine marker on uriini kaudu erituv B₂-vitamiin. (62)

3.8 Niatsiin ehk B₃-vitamiin

Niatsiin ehk B₃-vitamiin on B-grupi vitamiinide hulka kuuluv vesilahustuv vitamiin ning üldnimetus, mis hõlmab nikotiinhapet, nikotiinamiidi ja nende bioloogiliselt aktiivseid derivaate. Niatsiin on koostöös B₁- ja B₂-vitamiiniga väga oluline energia tootmiseks rakkudes koensüümsete vormide NAD (nikotiinamiidadeniindinukleotiid) ja NADP (nikotiinamiidadeniindinukleotiidfosfaat) kaudu. Inimese organism saab niatsiini nii toidust kui ka kaudselt olulise koguse läbi aminohappe trüptofaani muutmise niatsiini aktiivseks vormiks NAD-iks. (63) Niatsiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused (väljendatuna niatsiini ekvivalendina) ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 19.

Tabel 19. Niatsiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	Niatsiin ¹ , NE	Vanuserühm	Niatsiin ¹ , NE	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	-	11–14-aastased	14,7	16,8
7–11 kuud	4,9	15–17-aastased	16,2	20,3
1–3-aastased	7,4	18–24-aastased	15,1	18,9
4–6-aastased	10,1	25–50-aastased	14,4	18,1
7–10-aastased	12,5	51–70-aastased	13,3	16,5
		Üle 70-aastased	13,1	16,2
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	14,7	
		- 2. trimester	16,4	
		- 3. trimester	18,1	
		Imetavad emad	17,1	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), nikotiinamiid, mg	900			
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), nikotiinhape, mg	10			

¹ NE = niatsiini ekvivalent (1 NE = 1 mg niatsiini = 60 mg trüptofaani)

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Niatsiin osaleb koensüümsete vormidena energia tootmisega seotud redoksprotsessides, näiteks glükolüüsis, tsitraaditsükli, rasvhapete oksüdatsioonis. Lisaks sellele osaleb niatsiin DNA reparatsioonimehhanismides (DNA kahjustuste parandamisega seotud protsessid), geenikspressiooni reguleerimisel, ööpäevaste rütmide hoidmisel, energiatootmise kesksete rakuorganellide – mitokondrite – homöostaasi tagamisel ja rakusiseses signaaliülekanDES. (63)

Niatsiini Imendumine toimub peensooles, eelistatult nikotiinamiidi kujul. Taimset päritolu toitudes seondub niatsiin valkude ja polüsahhariididega, mistõttu on selle biosaadavus madalam. Seetõttu võivad taimetoitlased ja veganid olla suurenenud defitsiidiriskiga, kuigi enamik uuringuid näitavad, et tarbimine jääb siiski soovituslikesse piiridesse. (63)

Niatsiini saamine

Niatsiini leidub toitudes laialdaselt (Tabel 20). Niatsiini parimateks allikateks on maks, paljud pähklid ja seemned (nt maapähklid, kõrvitsaseemned), linnu-, jänese- ja küülikuliha, pärm, kalad ja mereannid. Niatsiinisaldus on väikseim kartulis, rasvades ja õliviljades ning enamikes piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates rikastamata toodetes (v.a tofu). (11)

Tabel 20. Niatsiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Kuivatatud vetikad (<i>Klrella, Spirulina</i>), puravikud		Rohelise läätse idud, segaseened, kuivatatud vetikad <i>Nori</i> , kukeseened	Tomatipüree, šampinjonid, päikesekuivatatud tomatid õlis, šitake seemned, mungoaidud, värsked maitsetaimed (petersell, tüümian), pastinaak, lehtkapsas, tomatipasta, juurpetersell, must küüslauk, lehtkapsas, küüslauguvõrsed
Kaunviljad				Põldoad, herned, Edamame ja sojaoad
Puuviljad	Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad			Kuivatatud puuviljad (nt mango, aprikoos, litši, datlid, ploom), füüsal
Marjad		Kuivatatud valged mooruspuumarjad, kuivkülmutatud vaarikad	Kuivkülmutatud maasikad, astelpajujahu	Külmkuivatatud mustikad ja pohlad, kuivatatud gojimarjad ja mustikad
Leivatooted			Näkileib nisujahust, riisi- ja tatragalett	Täisterasai, täisterarukkijahust näkileib, sepi, seemne- ja täisteraleib

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituslega, %S

Tabel 20 järg. Niatsiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Pudrud jm			Kamajahu, müsli, rukkikamajahu	Täisteramakaronid, punane riis, tatrajahumakaronid, metsik riis, keedetud mais, täisterariis, bulgur
Piimatooted		Parmesan ja 15%-lise rasvasusega juust	Juustud, sh valgehallitusjuust, Lapi juust, sinihallitusjuust, <i>mozzarella</i>	Kitsejuust, sulatatud juust, kohupiim, kodujuust, <i>ricotta</i>
Pähklid	Maapähklivõie, maapähklid		Pistaatsiapähklid, mandlid, mandli- ja kookosjahu, India pähklid	Sarapuu-, Kreeka, makadaamia-, para-, pekanipähklid
Seemned	Tšiaseemned, kõrvitsaseemnejahu, kõrvitsaseemned, linajahu, tahiini ehk seesamiseemnepasta, seesamiseemned	Kanepi-, sinepi-, päevalille-, lina- ja mooniseemned, kanepijahu	Kakaojoogipulber, seederänniseemned	Toorkakaopulber
Kala	Konserveeritud tuunikala, kasvanduse lõhe, vähk, lõhe, skumbria, meri- ja vikerforell, tuur	Pangaasius, ahven, latikas, conserveeritud sardiinid, heeringas, siig, haug, tilapia	Saia, heik, räim, erakvähk, karpkala, tursk, lest, luts, koha, angerjas, angersäga, mintai, austrikonserv, rannakarbid, merlang, krabi, krevetid	Tursamaksakonserv, säga
Muna				Jaanalinnu-, vuti- ja kanamuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks, kalkuni- ja kanaliha, küüliku- ja jäneseliha	Pardiliha	Kanamaksapasteet	
Punane liha	Vasika-, veise- ja seamaks, neerud, põdra- ja metssealiha	Veise- ja sealiha, seakeel, vasikaliha, segahakkliha, lambaliha, maksapasteet, veisekeel, metskitse- ja hirveliha		Sült, verivorst
Kala, muna ja liha asemel kasutatavad taimsed toidud				Tofu
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm, pärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %S

Terviseeosed

NAD⁺ (NAD oksüdeeritud vorm) homöostaasi häired rakutasandil on seotud vananemise ning paljude ainevahetushaiguste, sealhulgas **neurodegeneratsiooni, diabeedi ja vähiga**. Niatsiini puuduse korral esineb **pellagra**, mida iseloomustab kõhulahtisus, valgustundlik dermatiit, dementsus ja ravi puudumisel surm. Pellagrat esineb peamiselt populatsioonides, kelle toitumine põhineb maisil või muudel teraviljadel, mis sisaldavad vähe valke ja mille niatsiini biosaadavus on madal. (63)

Nikotiinhappe terapeutilised annused suurendavad vereseerumis kõrge tihedusega lipoproteiini (HDL) ning langetavad vereseerumis madala tihedusega lipoproteiini (LDL) ja üldkolesterooli taset. Samas on uuringud näidanud, et nikotiinhappe lisamanustamine (keskmiselt 2 grammi päevas) ei ole näidanud olulist mõju üldsuresmusele, südame-veresoonkonna või muude haiguste suuresmusele ega ägeda müokardiinfarkti või insuldi esinemisele. Mõned uuringud viitavad, et suurem niatsiini tarbimine võib aidata aeglustada Alzheimeri tõve progresseerumist ja vähendada kognitiivset langust. Samuti on senised tõendid näidanud, et farmakoloogilistes annustes nikotiinamiidil võib olla ennetav toime mittemelanoomse nahavähi vastu. (63)

Toksilisus

Toidust saadav niatsiin on reeglina väikestes kogustes ja ületarbimise oht on väike, kuid toidulisandite suurtes annustes, eriti nikotiinhappe kujul (30–1000 mg/p), tarbimisel võivad esineda punetus, sügelus, lööve, seedetrakti sümptomid, diabeediriski väljakujunemise suurenemine. (63)

Biomarkerid

Niatsiinitaseme peamised biomarkerid on uriini kaudu eritatavad metaboliidid (nt N-metüülnikotinoonamiid, 2-püridoon), samuti vere NAD/NADP tase (63).

3.9 Pantoteenhape ehk B₅-vitamiin

Pantoteenhape on B-grupi vitamiinide alla kuuluv vesilahustuv vitamiin, mille nimi tuleneb kreekakeelsest sõnast *pantos* („kõikjalt“) ja viitab selle laialdasele esinemisele toidus. Koostöös B₁- ja B₂-vitamiinide ning niatsiiniga on pantoteenhape väga oluline rakus energiatootmise protsessides oma koensüümse vormina koensüüm A (CoA). Koensüüm A-d loetakse inimorganismi keskseks koensüümiks. See on oluline ühend, mis aitab lagundada süsivesikuid, rasvu ja valke energia saamiseks. Pantoteenhape on ka põhikomponendiks ACP-s (rasvhappe jääke üle kandvas valgus), mis on vajalik rakumembraanide lipiidide, nahabarjääri ja triglütseriidide sünteesiks (64). Pantoteenhappe piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 21.

Tabel 21. Pantoteenhappe piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Pantoteenhape, mg	Vanuserühm	Pantoteenhape, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	2	11–14-aastased	5	5
7–11 kuud	3 ²	15–17-aastased	5	5
1–3-aastased	4	18–24-aastased	5	5
4–6-aastased	4	25–50-aastased	5	5
7–10-aastased	4	51–70-aastased	5	5
		Üle 70-aastased	5	5
		Lapseootel naised	5	
		Imetavad emad	7	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Pantoteenhape on vajalik CoA sünteesiks, mis omakorda on oluline süsivesikute, rasvade ja valkude ainevahetuses, atsetüül-CoA kaudu tsitraaditsükli ja rasvhapete sünteesis. Samuti osaleb pantoteenhape väga olulise transportvalgu ACP koostises, mille külge seotakse pantoteenhape kaudu fosfopantetiin ja mis on keskne rasvhapete sünteesis ning toimib vahendajana rasvhapete sünteesiks vajalike molekulide liigutamiseks ensüümide vahel. Pantoteenhape ei ole oluline pelgalt ainevahetuses, vaid selle derivaadid (nt panteteiin ja koensüüm A) on seotud ka raku kaitsemehhanismide ja immuunvastuste reguleerimisega. (64)

Pantoteenhappe saamine

Pantoteenhapet leidub toitudes laialdaselt (

Tabel 22). Parimateks allikateks on maks, pärm, põldoad, idud ja seemed, munad, osad pähklid, seemed ja kalad, linnu- ja sealiha. Pantoteenhappe sisaldus on pigem väiksem kartulis, putrudes ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates pantoteenhappega rikastamata toodetes. (11)

Tööversioon

Tabel 22. Pantoteenhappe allikad*(11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad		Lutserniidud, kuivatatud vetikad (<i>Spirulina</i> , <i>Klorella</i>)	Šampinjonid, segaseened, kuuseriisikad, puravikud	Šiitake ja kukeseened, lillkapsas, salatsigur, frillis, rooskapsas, lillkapsas
Kaunviljad	Keedetud põldoad			Herned
Puuviljad				Kuivatatud mango ja datlid
Marjad			Kuivatatud valged mooruspuumarjad, külmkuivatatud vaarikad	Külmkuivatatud maasikad, mustikad ja pohlad, (kuivatatud) kibuvitsamarjad
Leivatooted				Riisi- ja tatragaletid, näkileib täisterarukkijahust
Piimatooted				Valgehallitusjuust
Pähklid			Maa- ja pekanipähklid, maapähklivõie	India ja makadaamiapähklid
Seemned				Lina- ja sinepiseemned
Rasvad, õliviljad				Avokaado
Kala			Krabi, meriforell, (kasvanduse) lõhe	Vikerforell, karpkala, heeringas, sardiinikonserv, haug, koha
Muna			Vutimuna	Jaanalinnu- ja kanamuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks			Pardi- ja kanaliha
Punane liha	Vasika-, veise- ja seamaks, neerud	Maksapasteet	Veisekeel	Sealiha
Putukad			Kuivatatud kilgid	
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm	Pärm		

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituselga, %S

Terviseesosed

Pantoteenhappe puudus on väga haruldane ja see esineb tavaliselt koos teiste toitainete defitsiidiga. Peamine sümptom on **jalgade tuimus ja põletustunne**, kuid esineda võivad ka **väsimus, nõrkus, rahutus, unehäired, lihaskrambid ja ärrituvus**. CoA-l ja seega ka pantoteenhappel võib olla oma osa **põletikulistes protsessides**. Lõuna-Korea uuring üle 40-aastaste meeste ja naiste hulgas näitas, et suurem pantoteenhappe tarbimine oli seotud madalama C-reaktiivse valguga (CRP) tasemega veres, mis viitab võimalikule põletiku vähenemisele. (64)

Neurodegeneratiivne haigus – kinaasiga seotud neurodegeneratsioon, mis on tingitud mutatsioonidest pantotenaatkinaasi ensüümis 2, näitab et pantoteenhappel on oluline roll **aju normaalses funktsioneerimises**. Aju valgeaines leidub pantoteenhapet rohkesti ning Alzheimeri tõvega patsientide ajuproovides on täheldatud selle madalamat sisaldust võrreldes kontrollrühmaga. See viitab pigem ainevahetuse või omastumise häirele kui toidust saadava pantoteenhappe puudusele. Pantoteenhappe farmakoloogilisi derivaate kasutatakse paikset **naharavis**, kuna neil on haavade paranemist soodustav toime. (64)

Toksilisus

Pantoteenhape on väga madala toksilisusega. Toidust saaduna ei ole täheldatud kahjulikke mõjusid. Mõningates kliinilistes uuringutes on ohutuks peetud kogused kuni 2 g/päevas. Suuremad kogused (10–20 g/p) võivad põhjustada kerget veepeetust ja kõhulahtisust, kuid need kõrvaltoimed on ajutised ja mööduvad tavaliselt mõne nädala jooksul pärast tarbimise lõpetamist. EFSA ei ole määranud ülemist ohutut tarbimiskiiri (UL) (64).

Biomarkerid

Kõige usaldusväärsem biomarker pantoteenhappe taseme hindamiseks on selle sisaldus uriinis 24 tunni jooksul. Mõõdukas seos on täheldatav ka pantoteenhappe taseme ning selle kontsentratsiooni vahel täisveres või erütrotsüütides. Siiski puuduvad rahvastikupõhised andmed ja ametlikud piirväärtused pantoteenhappe piisava või ebapiisava taseme määratlemiseks. Väärtusi alla 1 µmol/l täisveres või alla 1 mg ööpäevas uriinis peetakse madalaks. (64)

3.10 B₆-vitamiin

B₆-vitamiin on B-grupi vitamiinide hulka kuuluv vesilahustuv vitamiin, mis on püridoksaali, püridoksiini ja püridoksamiini ning nende 5'-fosfaatvormide üldnimetus. Peamine aktiivne vorm organismis on püridoksaal-5'-fosfaat (PLP), mis moodustab 70–90% B₆-vitamiinist plasmas ja toimib koensüümna enam kui 160 ensümaatilises reaktsioonis (65). Püridoksaalfosfaat on keskne koensüüm nendes dekarboksülaasides, mis toodavad organismis aminohapetest virgatsaineid (serotoniin, dopamiin jt), mis on olulised närvisüsteemi talitluses. B₆-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 23.

Tabel 23. B₆-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	B ₆ -vitamiin, mg	Vanuserühm	B ₆ -vitamiin, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	0,1	11–14-aastased	1,3	1,5
7–11 kuud	0,4 ²	15–17-aastased	1,5	1,8
1–3-aastased	0,6	18–24-aastased	1,6	1,8
4–6-aastased	0,7	25–50-aastased	1,6	1,8
7–10-aastased	1,1	51–70-aastased	1,6	1,8
		Üle 70-aastased	1,6	1,7
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	1,6	
		- 2. trimester	1,8	
		- 3. trimester	2,0	
		Imetavad emad	1,7	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		12		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

B₆-vitamiini aktiivne vorm püridoksaal-5'-fosfaat (PLP) toimib koensüümina rohkem kui 160 ensümaatilises reaktsioonis, sealhulgas aminohapete transaminatsioonis ja dekarboksüülumises, olles ülivajalik näiteks serotoniini, dopamiini, γ-aminovõihappe (GABA) ja melatoniini sünteesis (65).

PLP osaleb trüptofaani ainevahetuses, mõjutades seeläbi neuroaktiivsete ühendite teket ja immuunregulatsiooni. PLP on vajalik heemi biosünteesi käivitava ensüümi tööks, mis on määrav etapp heemi sünteesis, mistõttu B₆-vitamiini puudus võib põhjustada aneemiat. PLP osaleb glükogeeni lõhustamises ja energia vabastamises lihastes. Sfingolipiidid on vajalikud närvikoe ülesehituses ja funktsioonis ning PLP on oluline koensüüm nende biosünteesil. PLP on vajalik homotsüsteiini muundamiseks tsüsteiiniks, mis seob B₆-vitamiini sisalduse veres tihedalt kardiometaaboolse tervisega, kuna kõrgeenenud homotsüsteiini tase on üks riskifaktoritest. (65)

B₆-vitamiini saamine

B₆-vitamiini parimateks allikateks on vähk, maks, pärm, osad pähklid ja seemned, paljud kalad, aga ka näiteks paprika, rooskapsas, banaan, osad teraviljatooted, avokaado, liha ja linnuliha (Tabel 24). Vähe (või üldse mitte) sisaldavad B₆-vitamiini kaunviljad, pudrud, kartul, muna, piimatooted ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavad tooted. (11) B₆-vitamiini biosaadavus loomset päritolu toidust on ligikaudu 50%, samas kui taimset päritolu toidust varieerub selle biosaadavus 0–80%-ni. (65)

Tabel 24. B₆-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögilviljad	Tomatipasta, küüslauk, must küüslauk, värske pune		Kuivatatud vetikas <i>Klorella</i> , värske salvei, paksoi ehk hiina lehtnaeris	Kuivatatud vetikas <i>Spirulina</i> , paprika, küüslauguvõrsed, kress-salat, rooskapsas, tsillipipar
Puuviljad	Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad ja kuivatatud banaan	Kuivatatud mango		Banaan, rosinad, annoona, füüsal
Marjad			Külmkuivatatud vaarikad ja maasikad	Kuivatatud valged mooruspuumarjad, külmkuivatatud mustikad
Leivatooted				Riisigalett, rukkileib, tatragalett, näkileib nisujahust
Pähklid		Pistaatsiapähklid	Maapähklivõie, kastanid	Maa- ja makadaamiapähklid, kookosjahu
Seemned			Kanepi- ja päevalilleseemned	Lina-, mooni-, seesami-, sinepiseemned, lina-, kanepi- ja kõrvitsaseemnejahu
Rasvad, õliviljad				Avokaado
Kala	Vähk		(Kasvanduse) lõhe, skumbria, meri- ja vikerforell, tuunikalakonserv, ahven	Siig, saida, angerjas, latikas, heeringas, erakvähk, angersäga, haug, räim
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha		Broilerimaks	Kalkuniliha	Kanaliha, kanamaksapasteet, küüliku- ja jäneseliha

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %S

Tabel 24 järg. B₆-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Punane liha		Veisemaks	Vasika- ja seamaks, põdraliha	Veiseliha, neerud, maksapasteet, segahakkliha, vasika- ja sealiha, seakeel, hirve-, metskitse- ja metssealiha
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm		Pärm	

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Terviseesosed

B₆-vitamiini puudust esineb harva ja tavaliselt esineb see koos teiste B-grupi vitamiinide, nagu folaatide ja B₁₂-vitamiini puudusega (66).

B₆-vitamiini defitsiit võib heemi sünteesi vähenemise tõttu põhjustada **aneemiat**. Ebapiisav B₆-vitamiini saamine toiduga võib põhjustada **neuropaatiad, krampe**, aga ka **meeleoluhäireid**. Kuna B₆-vitamiini ainevahetus organismis on seotud serotoniini ainevahetusega, võib B₆-vitamiini puudus põhjustada **söögiisu langust**. (65)

PLP madal tase on seotud kroonilise põletiku ja haigustega nagu **südame-veresoonkonna haigused, 2. tüüpi diabeet, reumatoidartriit ja põletikulised soolehaigused**. PLP taset peetakse negatiivseks põletikumarkeriks – see langeb kroonilise põletiku korral. Piisav B₆-vitamiini tase on oluline **neuroloogilise arengu, hormonaalse tasakaalu ning loote kasvu ja arengu jaoks**. Samuti on see oluline ema **närvisüsteemi ja immuunsuse toetamiseks**. Raseduse ajal PLP tase väheneb, viidates suurenenud vajadusele (65). Uuringud on näidanud seoseid madala B₆-vitamiini taseme ning viljakusprobleemide ja raseduse katkemise riski vahel. Eriti raseduseelses perioodis võivad madal B₆-vitamiini tase ja kõrge homotsüsteiin olla seotud viljastumiskeskuste ja varajase raseduse katkemisega. Püridoksiin-sõltuv epilepsia ja PLP-sõltuv epilepsia on haruldased geneetilised seisundid, mille puhul B₆-vitamiini manustamine võib olla elupäästev. (65)

Toksilisus

Suured annused (üle 50 mg/päevas pikema aja jooksul) võivad põhjustada neuroloogilisi sümptomeid, näiteks tundlikkushäired jt. Seetõttu on ohutuks tarbimise ülempiiriks määratud 12 mg päevas.

Biomarkerid

B₆-vitamiini staatust hinnatakse enamasti plasmas mõõdetava PLP taseme järgi. PLP < 30 nmol/l viitab puudusele, samas kui vahemikku 50–100 nmol/l loetakse optimaalseks. Plasma PLP taset võivad mõjutada ka toidust sõltumatud tegurid, nagu vanus, lapseootus, põletik ja kehaline koormus. (65)

3.11 Biotiin ehk B₇-vitamiin

Biotiin on B-grupi vitamiinide hulka kuuluv vesilahustuv vitamiin, millel on oluline roll ainevahetusprotsessides. Biotiini vajaduse seost tervisega on uuritud vähestes uuringutes ning seetõttu on andmed biotiini soovitude määramise toetamiseks piiratud. Biotiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 25.

Tabel 25. Biotiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Biotiin, µg	Vanuserühm	Biotiin, µg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	3	11–14-aastased	35	35
7–11 kuud	5 ²	15–17-aastased	35	35
1–3-aastased	20	18–24-aastased	40	40
4–6-aastased	25	25–50-aastased	40	40
7–10-aastased	25	51–70-aastased	40	40
		Üle 70-aastased	40	40
		Lapseootel naised	40	
		Imetavad emad	45	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), µg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusest. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Biotiin toimib mitmete karboksülaaside kofaktorina, mis osalevad rasvhapete sünteesis, glükoneogeneesis ja hargnenud ahelaga aminohapete lagundamises. Lisaks võib biotiinil olla roll rakkudes toimuvates protsessides, sealhulgas geenide regulatsioonis. (67)

Biotiini saamine

Biotiini parimad allikad on maks, pärm, paljud pähklid ja seemned, lehtkapsas, sojaoad, munad (Tabel 26). Valkudega seotud biotiini peab organism enne imendumist vabastama ensüümi biotinaas abil. (67) Kõige vähem leidub biotiini kartulis, piimatoodetes, rasvades ja õlides ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates biotiiniga rikastamata toodetes. (11)

Tabel 26. Biotiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiljad	Lehtkapsas, päikesekuivatatud tomatid õlis		Šampinjonid, segaseened, puravikud, riisikad	Brokoli, šiiitake seemned, roheline sibul, aedoad ehk Türgi oad, tomatipüree, okra
Kaunviljad		Sojaoad		
Puuviljad				Kaktusvili
Marjad			Kuivatatud valged mooruspuumarjad, külmkuivatatud pohlad	Pihlakamarjad, külmkuivatatud mustikad ja maasikad
Leivatooted				Seemneleib, täisterasai, mitmeviljasepik
Pudrud jm		Rukkikamajahu		Kinoa, täisteramakaronid
Piimatooted				Valgehallitusjuust
Pähklid	Maapähklivõie, sarapuupähklid, mandlid, mandlijahu, pistaatsia- ja maapähklid		Kreeka ja pekanipähklid	Parapähklid, kookosjahu ja -pähkel, kookoshelbed, makadaamiapähklid
Seemned	Päevalilleseemned	Kanepijahu, kanepiseemned, kakaojoogipulber, tšii- ja linaseemned	Seedermänniseemned, linajahu	Kõrvitsaseemned ja kõrvitsaseemnejahu, seesamiseemned
Rasvad, õliviljad				Seapekk
Kala	Pangaasius			Krabi, austrikonserv, rannakarbid, saida, tuur, skumbria, latikas
Muna			Vuti-, jaanalinnu- ja kanamuna	
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks, kanamaksapasteet			
Punane liha	Vasika-, veisemaks, neerud, seamaks		Maksapasteet	
Putukad		Kuivatatud kilgid		
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm, pärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituselga, %S

Terviseesosed

Kuna biotiini leidub laialdaselt erinevates toitudes, on üldrahvastikus biotiini defitsiit ebatõenäoline. Biotiini puudus võib esineda kaasasündinud ainevahetushäire – päriliku biotinaasi puudulikkuse korral, kui organism ei suuda ensüümi puudumise tõttu biotiini vabastada toidust või organismisisesestest allikatest. Vastsündinutel on biotiini imendumine rinnapiimast tagasihoidlik, mistõttu tasuks vastsündinutel seda taset kontrollida. Biotiini puudus võib tekkida ka näiteks parenteraalse toitmise korral, kui biotiini ei lisata piisavalt, epilepsiavastaste ravimite kasutamisel või juhul, kui tarbitakse pikema aja jooksul suurtes kogustes toorest munavalget (5–10 muna päevas), milles sisalduv valk avidiin

takistab biotiini imendumist. Biotiini puuduse sümptomiteks võivad olla **juuste väljalangemine, konjunktiviit, ketendav dermatiit, ataksia, hüpotoonia, krambid ning arengupeatus imikutel ja lastel.** (67)

Toksilisus

Piisavad andmed biotiini toksilisuse kohta puuduvad, mistõttu ei ole biotiinil kindlaks määratud tarbimise ülempiiri (UL). Siiski näitavad senised uuringud, et tavapärane biotiinikogus toidust ja toidulisanditest ei kujuta ohtu üldrahvastikule (67)

3.12 Folaadid, foolhape ehk B₉-vitamiin

Folaadid on B-grupi vitamiinide hulka kuuluvad vesilahustuvad vitamiinid, mis on hädavajalikud rakkude kasvuks ja arenguks, eriti raseduse ajal (68). Folaadid esinevad looduslikult paljudes toitudes. Foolhape on vitamiini sünteetiline vorm, mida looduslikult toitudes ei leidu – seda saadakse rikastatud toitudest ja toidulisanditest ning organismis muundub foolhape folaatideks (69).

Toidus sisalduvate folaatide biosaadavus on uuringute alusel väga varieeruv, jäädes 30–98% vahele, mistõttu hinnanguliselt loetakse keskmiseks biosaadavuseks ligikaudu 50%. Sünteetiline foolhape, mida leidub toidulisandites, on palju stabiilsem ja paremini omastatav: selle biosaadavus on ligikaudu 85%, kui seda võtta koos toiduga, ning peaaegu 100%, kui võtta tühja kõhuga. Ligikaudu pool keha folaadivarudest (5–10 mg) talletub maksas. Veres ringlevad folaadid koosnevad peamiselt 5-metüültetrahydrofolaadist (90%). (68) Maksas olev varu ei ole väga suur ning defitsiit võib folaadivaese toitumise korral välja kujuneda nädalate kuni kuude jooksul (70). Folaatide soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 27.

Tabel 27. Folaatide soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	Folaadid, µg	Vanuserühm	Folaadid, µg	
			Naised	Mehed
Imikud ja lapsed				
0–6 kuud ¹	64	11–14-aastased	280	260
7–11 kuud	90	15–17-aastased	310	320
1–3-aastased	120	18–24-aastased	330	330
4–6-aastased	140	25–50-aastased	330	330
7–10-aastased	200	51–70-aastased	330	330
		Üle 70-aastased	330	330
		Lapseootel naised	600 ²	
		Imetavad emad	490	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), foolhape (sünteetiline), µg	1000			

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitused neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Enamik Põhjamaade ja Balti riikide tervishoiuorganisatsioone soovib viljakas eas naistel alates planeeritud rasedusest ja kogu esimese trimestri jooksul lisaks toiduga saadavale tarbida toidulisandit 400 µg/päevas. Tegu on AI väärtusega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Folaadid toimivad organismis koensüümidenä, eriti nende redutseeritud ehk tetrahüdrofolaadi vormid. Need osalevad aminohapete ainevahetuses ning DNA ja RNA sünteesis. Folaatide puudus mõjutab esmalt kiiresti jagunevaid kudesid, näiteks luuüdi, mis võib põhjustada megaloblastilist aneemiat ja pantsütopeeniat (vererakkude normist väiksemat hulka). (68)

Folaadid osalevad koos B₁₂-vitamiiniga vererakkude loomes. Need on hädavajalikud DNA sünteesiks, parandamiseks ja metüülimiseks – need protsessid toetavad uute rakkude ja kudede moodustumist ning loote normaalset arengut. (68)

Folaatide puudus võib põhjustada homotsüsteiini taseme tõusu veres. Folaadid, koos B₆ ja B₁₂-vitamiiniga, osalevad homotsüsteiini metioniiniks tagasimetüleerimise protsessis. Selle häirumine võib põhjustada toksiliste metaboliitide kuhjumist ja muutusi geenide avaldumise reguleerimisel (geeniekspressioonil). (68)

Oluline on arvestada ka geneetilisi eripärasid – näiteks MTHFR-geeni (metüleentetrahüdrofolaadi reduktaas) polümorfism võib vähendada foolhappe muutmist organismis aktiivseks vormiks, 5-metüültetrahüdrofolaadiks (5-MTHF) ning sellisel juhul võib foolhappe toidulisandi tarbimine olla vähem efektiivne ning sobivamaks alternatiiviks peetakse toidulisandeid, mis sisaldavad juba aktiivset 5-MTHF vormi. (68)

Folaatide saamine

Folaate leidub paljudes toitudes, kuid eelkõige maksas, pärmis, rohelistes köögiviljades (nt spinatis, sparglis, rooskapsas, brokolis, salatites, värsketes maitsetaimedes nagu pune ja petersell, kaunviljades, pähklites ja seemnetes (Tabel 28). Folaate sisaldub vähem kartulis, piimatoodetes, õlides ja õliviljades kalades, munades, lihas ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates foolhappega rikastamata toodetes. (11)

Tabel 28. Folaatide allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögilviljad	Kuivatatud vetikad (<i>Klorella</i> , <i>Spirulina</i>)	Spinat, juurpetersell, spargel	Rooskapsas, brokoli, Hiina kapsas, salatsigur, frillis, küüslauguvõrsed, okra	Rukola, mungoaidud, kähär peakapsas, päevalillevõrsed, pastinaak, tomatipüree, nuikapsas, peet, roheline läätsed, artišokk, hernevõrsed, roheline sibul, lehtkapsas, lehtsalat, Rooma salat, juurseller, lutserniidud, romaani lillkapsas, jäasalat, porrulauk, lillkapsas, murulauk, pastinaak, kaalikas, bambusevõrsed
Kaunviljad	Edamame oad		Oad keskmiselt, valged oad, põldoad, sojaoad	Kikerhersed
Puuviljad	Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad	Kuivatatud mango	Kuivatatud papaia	Kuivatatud banaan; füüsal

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituselga, %S

Tabel 28 järg. Folaatide allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Marjad	Külmkuivatatud maasikad, kuivatatud valged mooruspuumarjad	Külmkuivatatud pohlad	Külmkuivatatud vaarikad, astelpajujahu	
Leivatooted			Näkileib nisujahust	Näkileib täisterarukkijahust
Pudrud jm				Kinoa
Piimatooted				Valgehallitusjuust
Pähklid			Kreeka ja maapähklid	Sarapuupähklid, maapähklivõie, kastanid, pistaatsiapähklid
Seemned	Kõrvitsaseemnejahu		Sinepi-, päevalille-, kanepi-, kõrvitsa- ja seesamiseemned	Tahiini ehk seesamiseemnepasta, lina-, mooni- ja seederänniseemned, linajahu
Rasvad, õliviljad				Klassikaline hummus
Kala	Tursamaksakonserv			
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks, kanamaksapasteet			
Punane liha	Sea-, vasika- ja veisemaks	Maksapasteet		Neerud
Putukad			Kuivatatud kilgid	
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm, pärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Terviseesosed

Folaatide puudus võib põhjustada **megaloblastilist aneemiat** ning olla seotud **suurenenud südame-veresoonkonna haiguste riskiga**. Piisav folaaditase organismis võib aidata vähendada insuldi riski, tõenäoliselt tänu homotsüsteiinitaseme alanemisele, kui folaate on piisavalt. Samuti on leitud folaatide seoseid **vaimse tervisega** – madalat folaatide taset organismis on seostatud suurenenud depressiooni ja kognitiivse languse riskiga, sh dementsusega. (68)

Suurem folaadivajadus ja sellest tingituna ka suurem defitsiidi risk on järgmistel rühmadel: lapsed, lapseootel ja imetavad naised, inimesed, kellel on peensoole haigused (nt tsöliaakia, Crohni tõbi ja haavandiline koliit), hemolüütilise aneemiaga (punaliblede enneaegse lagunemise tõttu tekkiv kehvveresuse vorm) patsiendid, inimesed teatud geeni variatsioonidega (5,10-metüleentetrahydrofolaadi reduktaasi (MTHFR) geeni polümorfism) ning inimesed, kes kasutavad teatud ravimeid (nt epilepsiaravimid, metotreksaat) (68,71).

Folaadivajadus suureneb oluliselt lapseootuse ja imetamise ajal. Toidulisandite tarvitamine enne rasestumist ja selle alguses aitab vältida *spina bifidat* (selgroolülide lõhestust) ja anentsefaaliat (lootel ei ole aju välja arenenud). Seetõttu soovitatakse enamikus Euroopa riikides viljakas eas naistel tarbida toidulisandit (400 µg päevas) enne rasestumist ja lapseootuse ajal vähemalt esimese kolme kuu jooksul. Foolhappe defitsiit võib lapseootel naistel suurendada ka aneemia ja perifeerse neuropaatia tekkeriski. (68)

Uuringud on näidanud ka pöördvõrdelist seost KMI ja folaatide sisalduse vahel vereseerumis – seda nii 2 kuu kuni 18 aasta vanustel lastel, fertiilses eas ja lapseootel naistel kui ka täiskasvanutel üldiselt (68)

Toksilisus

Looduslikest toiduallikatest saadud folaadid ei ole teadaolevalt toksilised. Siiski võib sünteetilise foolhappe liigne tarbimine (nt >1000 µg päevas) varjata B₁₂-vitamiini puudusest tingitud hematoloogilisi sümptomeid ning häirida tsiingi ainevahetust. (68)

Biomarkerid

Veres mõõdetav folaaditase on peamine marker folaatide sisalduse hindamiseks. Folaatide defitsiidi korral tõuseb veres sageli ka homotsüsteiini tase, mis võib viidata folaatide puudusele. Seetõttu peetakse seerumi normaalset homotsüsteiini taset üheks võimalikuks indikaatoriks adekvaatse folaatide varustatuse kohta. Laboratoorsed alumised referentsväärtused folaaditasemele jäävad tavaliselt vahemikku 5–7 pmol/l, kuid Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) soovib fertiilses eas naistele ja lapseootuse ajal folaatide taset alates 10 pmol/l, et toetada loote normaalset arengut ja vähendada sünnidefektide riski. (68)

3.13 B₁₂-vitamiin

B₁₂-vitamiin on B-grupi vitamiinide hulka kuuluv vesilahustuv vitamiin, mis esineb looduslikult ja omastuval kujul üksnes loomset päritolu toidus. Taimset päritolu toidust saab B₁₂-vitamiini ainult rikastatud toodete kaudu (72). Inimorganismis toimib B₁₂-vitamiin kobalamiinide vormis, tehes koostöös folaatidega. B₁₂-vitamiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 29.

Tabel 29. B₁₂-vitamiini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	B ₁₂ -vitamiin, µg	Vanuserühm	B ₁₂ -vitamiin, µg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	0,4	11–14-aastased	3,5	3,0
7–11 kuud	1,5	15–17-aastased	4,0	4,0
1–3-aastased	1,5	18–24-aastased	4,0	4,0
4–6-aastased	1,7	25–50-aastased	4,0	4,0
7–10-aastased	2,5	51–70-aastased	4,0	4,0
		Üle 70-aastased	4,0	4,0
		Lapseootel naised	4,5	
		Imetavad emad	5,5	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), µg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Nimetuse B₁₂-vitamiin alla kuuluvad koobaltit sisaldavad ühendid, mis toimivad organismis koensüümidenä ja osalevad mitmetes organismi elutähtsates protsessides, sh vereloomes, DNA, rasvhapete ja müeliini sünteesil, olles vajalikud rakkude jagunemiseks ja kasvuks ning närvisüsteemi normaalseks arenguks. Seetõttu võivad pikaajalise B₁₂-vitamiini defitsiidi korral tekkida häired nii vereloomes kui ka närvisüsteemi talitluses. (72)

Metüülkobalamiin, üks B₁₂-vitamiini aktiivsetest vormidest, toimib koensüümäna ensüümi metioniini süntaasi töös, kus tema ülesanne on vältida homotsüsteiini kuhjumist, muundades osa sellest tagasi metioniiniks (72) Homotsüsteiin soodustab põletiku teket ja takistab normaalset rakkude jagunemist, põhjustades veresoonte endoteeli talitlushäireid ja soodustades ateroskleroosi teket. (73)

Samuti osaleb B₁₂-vitamiin koensüümäna teise olulise ensüümi, metüülmalonüül-CoA mutaasis, võttes osa energia tootmises osalevate ainete ainevahetusest ning tagades sellega energia tootmise efektiivsuse, mis on väga vajalik rakkude ja kudede, eriti närvikoe normaalseks talitluseks(72)

B₁₂-vitamiini imendumine on võrreldes paljude teiste vitamiinidega oluliselt keerulisem. Valkudega seotud B₁₂-vitamiin vabastatakse mao happelises keskkonnas ensüümide abil valkudest, kus see ühineb mao parietaalrakkude toodetud sisemise faktoriga (glükoproteiin, millela B₁₂-vitamiin ei saa peensooles imenduda). Sisemise faktori ja B₁₂-vitamiini kompleks liigub edasi niudesoole lõppossa, kus toimub imendumine retseptorite vahendusel. Retseptorist sõltuv imendumine tähendab seda, et teatud koguse juures tekib küllastus ning B₁₂-vitamiini imendumise kiirus ja hulk vähenevad. Biosaadavuse uuringud on näidanud, et kui 1 µg annuse korral on imendumine ligikaudu 50%, siis 25 µg annuse puhul võib see olla vaid 5%. Seega ühe toidukorra ajal saab toidust aktiivselt imenduda maksimaalselt 2 µg B₁₂-vitamiin. Erinevates toitudes leiduva B₁₂-vitamiini biosaadavus jääb üksikannuste 0,25–5 µg korral vahemikku 20–90%, hinnatuna organismis säilivate koguväruve või fekaalse väljutamise abil. Tervetel, toimiva seedeelundkonnaga täiskasvanutel imendub hinnanguliselt umbes 50% toiduga saadavast B₁₂-vitamiinist. (72)

B₁₂-vitamiini saamine

B₁₂-vitamiini sisalduse poolest on eriti rikkad kalad, lihad, juustud ja munad (Tabel 30). Kui inimene joob päevas näiteks kaks klaasi piima, saab ta sellest arvestatava koguse B₁₂-vitamiini. Taimset päritolu toitudes leidub seda vaid siis, kui toitu on selle vitamiiniga rikastatud (nt maitsepärm). (11)

Tabel 30. B₁₂-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Piimatooted			Juust, sh valgehallitusjuust, mozzarella, parmesan	Sinihallitusjuust, kohupiim, sulatatud juust, feta ja Lapi juust
Kala	Tursamaksakonserv, räim, sardiinikonserv õlis, austrikonserv, rannakarbid, skumbria, heeringas, vähk, (kasvanduse) lõhe, angerjas, luts, saida, krevetid, ahven, krabi, latikas, karpkala	Siig, tuunikalakonserv veega, meriforell, mintai, tuur	Angersäga, haug, koha, tursk, heik	Lest, tilapia, vikerforell, pangaasius, säga, merlang

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituselä, %S

Tabel 30 järg. B₁₂-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Muna	Jaanalinnumuna		Kana- ja vutimuna	
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks, kanamaksapasteet, küüliku- ja jäneseliha	Kalkuniliha		Pardiliha
Punane liha	Veise-, vasika- ja seamaks, maksapasteet, neerud, veise- ja seakeel, põdraliha	Hirveliha	Segahakkliha, vasika-, lamba-, veise-, metssea- ja metskitseliha	Sealiha, sült
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Tervisehäired

B₁₂-vitamiini puudus võib tekkida kahel põhjusel: kas ei saada seda piisavalt toidust (nt taimetoitlusel) või on selle imendumine vähenenud või häiritud (nt vanemaealistel, seedetrakti haiguste või ravimite tõttu). Lapseootel ja imetavad naised ning imikud vajavad rohkem B₁₂-vitamiini. Vanemaealistel võib puudus tekkida seetõttu, et maohappe ja sisemise faktori tootmine väheneb. (72)

Ka mõõdukas B₁₂-vitamiini defitsiit võib omada tervisele mittedoodsaid toimeid. B₁₂-vitamiini defitsiit võib põhjustada **neuroloogilisi ja psühhiaatrilisi sümptomeid** või **makrotsütaarset ja megaloblastilist aneemiat**. Närvisüsteemi häired, nagu tundlikkuse häired jäsemetes, asendi ja vibratsiooni tundlikkuse vähenemine, tasakaaluhäired ja raskused kõndimisel, meeleolu langus ja ärrituvus, kognitiivse võimekuse langus ja psühhootilised sümptomid, võivad esineda ka ilma vereloome ilminguteta. (72)

Madal B₁₂-vitamiini tase võib suurendada homotsüsteiini taset, mis on **südame-veresoonkonna haiguste** riskitegur. B₁₂-vitamiin aitab koostöös folaatidega langetada homotsüsteiini taset ning see võib vähendada insuldiriski, eriti kõrge kardiovaskulaarse riskiga inimestel. (72)

B₁₂-vitamiini puudus organismis on seotud **arenguhäiretega ja degeneratiivsete haiguste** riskiga. Ehkki uuringute põhjal on B₁₂-vitamiini mõju vaimsele tervisele vanemaealistel vastuoluline, on laste puhul täheldatud positiivset mõju. (72)

Viljakas eas naistel on B₁₂-vitamiini puudus seotud **viljatuse, varajase raseduse katkemise, suurenenud preeklampsia ja enneaegse sünnituse sagedusega**, võimaliku seosega madala sünnikaaluga laste sünniga ning mõõduka riskiga neuraaltoru defektide tekkeks. (72) Meestel on B₁₂-vitamiini positiivne mõju seotud spermatooside arvu ja liikuvuse suurenemisega ning DNA kahjustuse vähenemisega seemnerakkude. (72)

Naisel lapseootuse ajal esinev B₁₂-vitamiini puudus suurendab riski, et ka vastsündinul tekib B₁₂-vitamiini puudus. Imikutel võivad sümptomid ulatuda kergetest arengupeatustest kuni eluohtlike seisunditeni, eriti arvestades, et esimestel elukuudel toimub kõige intensiivsem ajukoe kasv. B₁₂-vitamiini puuduse sümptomid imikutel võivad olla ärrituvus, kasvupeetus, apaatus, isutus, seedeprobleemid (nt refluks ja kõhukinnisus), arengupeatetus ja juba omandatud oskuste taandareng. (72)

Toksilisus

B₁₂-vitamiin on üldiselt ohutu ka suuremates doosides, kuna liigne kogus väljutatakse uriiniga. B₁₂-vitamiini tarbimise soovitude andmine on osutunud keeruliseks, kuna selle imendumine võib oluliselt varieeruda, vaeguse sümptomid on sageli mittespetsiifilised ja puudub selge kokkulepe, milliste biomarkerite tasemete juures loetakse B₁₂-vitamiini puudus kindlaks. Ei ole tõendeid selle kohta, et toidust või toidulisanditest saadud B₁₂-vitamiini tarbimiskogused 50–100 µg päevas kujutaksid endast terviseriski. Tuvastatud imendumishäirete korral kasutatakse ravis ka suuremaid annuseid, näiteks kuni 4000 µg. (72)

Biomarkerid

B₁₂-vitamiini piisava taseme hindamiseks kasutatakse vereanalüüse: hemogramm, seerumi/plasma B₁₂-vitamiini sisaldus, metüülmaloonhape (MMA), holo-TC ja homotsüsteiin. Kuna B₁₂-vitamiin ja folaadid toimivad koos, tuleks neid ka hinnata koos. (72)

3.14 C-vitamiin ehk askorbiinhape

C-vitamiin on vesilahustuv vitamiin (ka antioksidant) ja koensüüm mitmete kollageeni, karnitiini ja neurotransmitterite biosünteesis osalevates ensüümides (74,75) C-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 31.

Tabel 31. C-vitamiini soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	C-vitamiin, mg	Vanuserühm	C-vitamiin, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	30 ²	11–14-aastased	75	80
7–11 kuud	30 ²	15–17-aastased	90	105
1–3-aastased	25	18–24-aastased	95	110
4–6-aastased	35	25–50-aastased	95	110
7–10-aastased	55	51–70-aastased	95	110
		Üle 70-aastased	95	110
		Lapseootel naised	105	
		Imetavad emad	155	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Määratud kolm korda suuremale tarbimisele, mis teadaolevalt hoiab imikutel ära skorbuudi. Tegu on AI väärtusega

Farmakokineetilised uuringud on näidanud, et tervetel noortel meestel ja naistel imenduvad väiksemad annused alla 60 mg/päevas täielikult. Alates 60 mg-st päevas täheldatakse mõningast C-vitamiini eritumist ja see suureneb annuste suurendamisel järk-järgult. Plasma püsikontsentratsioon suureneb jätkuvalt maksimaalsele 70–80 µmol/l, mis saavutati umbes 400–500 mg tarbimise juures päevas tervetel inimestel. Suuremate suprafüsioloogiliste annuste (annus, mis ületab organismi loomuliku ehk

füsioloogilise vajaduse või taseme) korral eritub liigne C-vitamiin kvantitatiivselt uriiniga poolväärtusajaga umbes kaks tundi. (74)

Kehamass ja keha maht mõjutavad oluliselt C-vitamiini taset veres, kuna suurema kehamassiga inimestel on madalam C-vitamiini kontsentratsioon veres isegi sarnase tarbimise korral. Erinevused meeste ja naiste vereseerumi C-vitamiini tasemetes on seotud pigem kehamassi ja selle erinevusega, mitte sooga iseenesest. Rasvunud või ülekaalulistel inimestel võib olla suurenenud põletiku ja oksüdatiivse stressi tõttu kuni kaks korda suurem C-vitamiini vajadus, et saavutada sama plasmataset kui normaalkaalulistel. (74)

Lapseootuse ajal langeb naise C-vitamiini tase, mis võib olla osaliselt seotud kehamassi tõusuga, aga osaliselt ka loote C-vitamiini vajadusega. (74)

Nii aktiivne kui passiivne suitsetamine suurendavad teadaolevalt oksüdatiivset stressi ja C-vitamiini vajadust. Seetõttu on suitsetajatel vitamiinivajadus suurem kui mittesuitsetajatel, osade uuringute põhjal isegi kuni kaks korda suurem, et saavutada piisav vitamiini kontsentratsioon vereringes. (74)

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

C-vitamiin toimib organismis antioksidandina kui ka koensüümina paljudele ensüümidele (nt oksügenaasid), mis on organismis seotud sidekoe moodustamisega, virgatsainete sünteesi ja geenide avaldumise reguleerimise (geeniekspressiooni) ehk epigeneetilise geeniregulatsiooniga C-vitamiini leidub suhteliselt suurtes kogustes plasmas, seemnevedelikus, tserebrospinaalses vedelikus ja muudes vedelikes, kus ei leidu antioksidantseid ensüüme, aga ka erinevates rakutüüpides, nagu näiteks immuunrakkudes. C-vitamiin on madalmolekulaarne elektronide doonor, mis suudab redutseerida nii mitmesuguseid vabu radikaale, kui ka regenereerida teiste antioksidantide oksüdeeritud vorme, nagu näiteks E-vitamiin. (74)

C-vitamiin aitab kaasa sellise raua paremale imendumisele, mis ei ole toidus heemi koostises (mitteheemne raud). Heemset rauda saadakse loomset päritolu toitudest ja mitteheemset taimset päritolu allikatest. C-vitamiini on vaja organismis ka kollageeni sünteesiks, mitokondrite tööks, kolesterooli väljutamiseks ning paljudeks muudeks protsessideks. (74)

C-vitamiini saamine

Parimateks C-vitamiini allikateks on marjad (nt kibuvitsamarjad, mustad sõstrad, astelpajumarjad, punased sõstrad, murakad), puuviljad (nt kiivi, papaia, tsitruselised) ning köögiviljad (nt paprika ja erinevad kapsad) (Tabel 32). Rohkelt on C-vitamiini ka värsketes maitsetaimedes (nt petersell, tšillipipar, till, lehtseller), aga neid süüakse väikeses koguses. Kaunviljades on C-vitamiini enim hernestes ja pöldubades. C-vitamiini sisaldub kõige vähem (või üldse mitte) teravilja- ja piimatoodetes, pähklites (v.a kastanid), seemnetes, rasvades ja õliviljades, kalades, munades, lihades (v.a maks) ning enamikus piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates toodetes (v.a kookosvesi). (11)

Tabel 32. C-vitamiini allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Paprika, mädarõigas, brokoli, lehtkapsas, rooskapsas, romaani lillkapsas	Suhkruhersed, nuikapsas, spinat, punane peakapsas, karulauk, lillkapsas, kähär peakapsas	Peakapsas, kaalikas, küüslauguvõrsed, keedetud lillkapsas, brokolivõrsed, juurpetersell, roheline sibul, naeris, kress-salat, apteegitill, lehtpeet	Porulauk, redis, valge rõigas, murulauk, salatsigur, frillis, keedetud merikapsas, paksoi ehk hiina lehtnaeris, värsketüümian, pastinaak, aedoad ehk Türgi oad, Hiina kapsas, hapukapsas, rukola, tomat, suvikõrvits
Kaunviljad			Herned	Põldoad
Puuviljad	Guajaav; kuivatatud litši, mango ja papaia; kiivi, papaia	Pomel, apelsin, kuivatatud füüsal, ehk inkamarjad, sidrun/laim	Litši, mandariin, mango, greip, virsik/nektariin, tähtvili, granadill	Ebaküdoonia, hurmaa, melon, annoona
Marjad	(Kuivatatud) kibuvitsamarjad, külmuivatatud maasikad ja vaarikad; mustad sõstrad, astelpajumarjad, punased sõstrad, murakad, kuivatatud valged mooruspuumarjad	Pihlakamarjad, külmuivatatud pohlad	Maasikad, valged sõstrad, kuivatatud gojimarjad, karusmarjad, leedrimarjad	Arooniamarjad, metsmaasikad, põldmarjad, vaarikad, jõhvikad, mustikad, sh külmuivatatud, astelpajujahu
Kartul				Bataat
Piimatoodete asemel kasutatavad taimsed toidud				Kookosvesi
Pähklid				Kastanid
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha				Broilerimaks
Punane liha			Vasikamaks	Veise- ja seamaks

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusel, %S

Terviseesosed

Suurem C-vitamiini tarbimine ja kõrgemad plasmakontsentratsioonid on seotud väiksema riskiga haigestuda südame isheemiatõppe, insulti ning teistesse **südame-veresoonkonna haigustesse** ning väiksema riskiga surra südame-veresoonkonna haigustesse. C-vitamiinil võib olla kasulik mõju kardiometaboolsete haiguste riskitegurite vähendamisel, nagu düslipideemia, hüperglükeemia (füsioloogilisest normist suurem glükoosisisaldus veres) ja põletik, eriti riskigruppide seas. Uuringud on näidanud, et C-vitamiini lisamistamine (annustes ≥ 300 või ≥ 500 mg/päevas) võib oluliselt vähendada süstoolset vererõhku ning langetada ka diastoolset vererõhku inimestel, kellel on hüpertensioon või 2. tüüpi diabeet. (74)

Annus-vastuse metaanalüüsid on näidanud **vähi** koguriski ja vähiriski vähenemist teatud paikmetes (nt söögitoru, mao, eesnäärme ja emakakaela piirkond) seoses C-vitamiini tarbimisega toidus või kontsentratsiooniga, kuid puudub piisav tõendusmaterjal lõplike järelduste tegemiseks. (74)

C-vitamiini lisamanustamine ei näita uuringute põhjal märkimisväärset mõju infektsiooniriski vähendamisele rahvastikus, kuid mõningane riskilangus on siiski täheldatav. Tugevam mõju ilmnes meestel võrreldes naistega ning keskmise sissetulekutasemega riikide elanikel võrreldes kõrge sissetulekuga riikide elanikega – tõenäoliselt seetõttu, et neil rühmadel oli algselt madalam C-vitamiini tase. Samuti on leitud, et C-vitamiin võib lühendada nohu kestust. (74)

Toksilisus

C-vitamiin, mis on väike vees lahustuv molekul, on filtreeritav neerude kaudu, mistõttu organismile üleliigne C-vitamiin eritub kergesti uriiniga. Seega puudub teadaolevalt tarbimise ülempiir (UL), kuigi osadel juhtudel on toodud välja UL 1–2 g/päevas. Kahjulikud kõrvaltoimed on enamasti seotud seedetrakti häiretega suurtes annustes tarbituna imendumata C-vitamiini tõttu. Tõendid suukaudse C-vitamiini mõjust neerukivide moodustumisele on jäänud vastuoluliseks. (74)

Biomarkerid

Kõige sagedamini kasutatav C-vitamiini sisalduse marker organismis on plasma askorbaadi kontsentratsioon. (2)

3.15 Koliin

Kuigi koliin on olemuselt amiin, vaadeldakse teda sageli koos B-grupi vitamiinidega ning mõningates allikates nimetatakse isegi B₄-vitamiiniks. Koliin on oluline toitaine, mis osaleb paljudes keha biokeemilistes reaktsioonides. Klassikaliselt ei loeta koliini vitamiiniks, vaid vitamiinisarnaseks aineks, mida organism on võimeline ise tootma, kuid mitte piisavas koguses, ning seetõttu tuleb seda saada ka toiduga. (76) Koliini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 33.

Tabel 33. Koliini piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Koliin, mg	Vanuserühm	Koliin, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	120	11–14-aastased	350	330
7–11 kuud	170 ²	15–17-aastased	390	400
1–3-aastased	150	18–24-aastased	400	400
4–6-aastased	170	25–50-aastased	400	400
7–10-aastased	250	51–70-aastased	400	400
		Üle 70-aastased	400	400
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	410	
		- 2. trimester	430	
		- 3. trimester	470	
		Imetavad emad	520	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude vitamiinide soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Koliin on üks metüülrühmade allikas, millel on keskne roll rakkude metabolismis ja DNA metüülatsioonis ehk epigeneetilises geeniregulatsioonis, mille käigus lisatakse DNA molekulile metüülrühm, mis ei muuda DNA järjestust, kuid mõjutab seda, kas geen on aktiivne või mitte. Koliinist moodustub betaiin, mis aitab homotsüsteiini metioniiniks tagasi metüülida, toetades DNA metüülatsiooni. Fosfatidüülkoliin moodustab umbes 95% loomsete kudede koliinist ehk koliini on vaja fosfolipiidide tootmiseks, mis on rakumembraanide peamine koostisosa. Samuti mängivad fosfolipiidid rolli maksa lipiidide metabolismis ning virgatsaine atsetüülkoliini tootmises (peamiselt ajus, südames, neerudes ja platsentas). (76)

Koliini saamine

Koliinisisaldus on eriti kõrge maksas, munades ja nisuidudes, kuigi seda leidub paljudes teistes toitudes. Ka toidus leiduv ja lisaainena kasutatav letsitiin, mis on rikas fosfatidüülkoliini poolest, võib panustada koliini saamisesse. Toidus esineb koliini kas vaba koliinina või fosfatidüülkoliini, fosfokoliini, glütserofosfokoliini ja sfingomüeliini esterdatud vormides. Üldiselt sisaldab taimset päritolu toit vähem koliini kui loomset päritolu. Ülemaailmne suundumus loomset päritolu toidu osakaalu vähendamiseks kestlikkuse eesmärkide nimel viitab, et piisava koliinikoguse (AI) saavutamine võib olla keeruline, eriti haavatavates rühmades nagu imikud, noored ja lapseootel naised ning imetavad emad, taimetoitlased, inimesed geneetilise eelsoodumusega (nt PEMT-geeni (geen, mis kodeerib ensüümi, mis osaleb fosfatidüülkoliini sünteesis maksas) variandid), postmenopausis naised ning maksahaigustega inimesed. (76)

Terviseseeosed

Uuringud on näidanud, et koliini ebapiisav tarbimine võib põhjustada maksakahjustusi. Samas ei ole leitud selget põhjuslikku seost koliini tarbimise ja loote neuraaltoru väärarengute või imikute närvisüsteemi arengu vahel lapseootuse ja imetamise ajal. Vaatlusuuringutes on täheldatud, et fosfatidüülkoliini tarbimine võib olla seotud paremate kognitiivsete funktsioonidega tervetel täiskasvanutel, kuid sekkumisuuringud selle seose kinnitamiseks puuduvad. Samuti ei ole piisavalt andmeid, mis kinnitaksid seost koliini vähese toiduga saamise ja rasvmaksa tekke vahel. Senised vähesed uuringud koliini suure tarbimise seosest südame-veresoonkonna haigustesse suremuse ja 2. tüüpi diabeeti riskiga on andnud vastuolulisi tulemusi. (76)

Toksilisus

Koliini väga suurte koguste tarbimine toidulisandina (7,5–20 g päevas) võib põhjustada teatud kõrvaltoimeid nagu madal vererõhk (hüpotensioon), seedetrakti vaevused ja keha kalalõhn. (76)

Biomarkerid

Koliini taseme mõõtmiseks veres ei ole optimaalset biomarkerit, mis peegeldaks täpselt organismi võimalikku koliini puudust või piisavust (76)

3.16 Naatrium

Naatrium on üks mikrotoitainetest, mille maksimaalset lubatud tarbimise piiri (vt Eesti riiklike toitumise, liikumise ja uneaja soovitude [tabelraamat](#), tabel 12) tasuks hoolega jälgida.

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Naatriumioon on peamine katioon (positiivselt laetud ioon) rakuvälises vedelikus. Koos kloriidiooniga määrab see suuresti rakuvälise vedeliku osmolaalsuse, millel on oluline roll organismis rakuvälise vedeliku koguse reguleerimisel, närviimpulsside edasikandumisel ja lihaskontraktsioonides, glükoosi ja aminohapete imendumisel ning vererõhu reguleerimisel (77)

Ligikaudu 98% toidust saadud naatriumist imendub, kuid keskmiselt 93% eritub uriiniga. Väike osa (alla 2%) väljutatakse väljaheitega ning ülejäänu eritub naha kaudu, sõltudes naatriumi tarbimise kogusest, higistamise intensiivsusest, vedeliku tarbimisest ja kuumusega kohanemisest (77)

Naatriumi saamine

Toidus on naatriumi peamine allikas lauasool ehk naatriumkloriid. Sool (NaCl) koosneb 40% naatriumist ja 60% kloorist.

1 g soolast saab ligikaudu 0,4 g naatriumi, 1 g naatriumi on umbes 2,5 g soola
--

Naatriumi leidub peaaegu kõikides toitudes. Meie igapäevasest naatriumi tarbimisest annab

- suuresti töödeldud toitudes (nagu leib, juust, vorst, konservid, soolatud ja suitsutatud tooted ja valmistoidud) olev sool
- maitsestamise või säilitamise eesmärgil roogade valmistamisel lisatud sool

Vähesel määral leidub naatriumi looduslikult ka näiteks värskes lihas ja köögiviljades.

Terviseesosed

Nüüdisajal tervel inimesel naatriumpuudust ei esine. Äge hüponatreemia (füsioloogilisest normist väiksem naatriumisisaldus veres) võib tekkida tugeva ja pikaajalise higistamise, oksendamise või kroonilise kõhulahtisuse korral, kui tarbitakse palju vedelikku, aga vähe naatriumi. Samuti võivad defitsiiti põhjustada neerupealiste puudulikkus, liigne vett väljutavate ainete kasutamine, teatud neeruhaigused või diabeedi eluohtlik tüsistus (diabeetiline ketoatsidoos). Sümptomiteks on lihaskrambid, vereringehäired ja isutus, raskematel juhtudel võib hüponatreemia (füsioloogilisest normist väiksem naatriumisisaldus veres) viia kooma või surmani. (77)

Pikaajaline liigne naatriumitarbimine suurendab kindlasti **hüpertensiooni** riski neil, kellel on selleks geneetiline eelsoodumus. Liigne naatriumi tarbimine ja selle kuhjumine organismis tõstab kaltsiumi taset veresoonte lihasrakkudes, mis vähendab veresoonte elastsust, kahjustab veresoonte sisepinda ja tõstab vererõhku, eriti neil, kellel on naatriumitundlik hüpertensioon. Lisaks võib rohke naatriumitarbimine soodustada suurte arterite jäigastumist ja vasaku vatsakese struktuurimuutusi ka mehhanismide kaudu, mis ei sõltu otseselt vererõhust. Seega on naatriumi tarbimise vähendamine oluline samm hüpertensiooni ennetamisel, vererõhu langetamisel, kõrgvererõhuga inimeste ravis ning

vererõhuga seotud terviseriskide vähendamisel. Uuringud on näidanud, et isegi väikese naatriumikoguse (<0,8 g päevas) juures esineb progresseeruv lineaarne seos naatriumi tarbimise ja vererõhu taseme vahel. (77)

On leitud ka, et suurem ja kestev naatriumi tarbimine on seotud **insuldi, teiste südame-veresoonkonna haiguste ning üldise suremuse** riski suurenemisega täiskasvanud rahvastikus. Samuti on see seotud suurema kardiovaskulaarse suremuse ja kohandatud riskiga haigestuda südame isheemiatõppe. (77)

Süstemaatilised ülevaated ja metaanalüüsid on näidanud, et liigne kestev naatriumi tarbimine võib olla seotud **ülekaalu ja rasvumisega** nii täiskasvanutel kui ka lastel, samuti kõhuõõne rasvumisega täiskasvanutel. Kõrgem insuliini, aldosterooni ja kortisooli tase veres soodustab naatriumi tagasiimendumist neerudes ja suurendab organismi naatriumi sisaldust (77)

Naatriumi tarbimise vähendamine aitab vähendada proteinuuriat ja albuminuuriat, mis viitavad neerukahjustusele. Proteinuuria tähendab valkude esinemist uriinis üle normi ning albuminuuria puhul esineb uriinis vereplasma valku albumiini. Maailma Vähiuuringute Fond ja Ameerika Vähiuuringute Instituut on järeldanud, et soola ja naatriumi kestev liigtarbimine on tõenäoliselt seotud maovähi riski suurenemisega. (77)

Toksilisus

On kirjeldatud juhtumeid, kus äge naatriumimürgistus on lõppenud surmaga. Täiskasvanutel ulatusid ühekordsed tarbitud naatriumikogused 6,8–10,2 grammist kuni 400 grammi ja väikelastel 5–7 grammi. Surmaga lõppenud juhtumid olid seotud raske hüpernatreemiaga (füsioloogilisest normist suurem naatriumisisaldus veres), mille korral plasma naatriumikontsentratsioon jäi vahemikku 151–255 mmol/l. Oluline on märkida, et südamepuudulikkuse, neerupuudulikkuse või kaugale arenenud maksatsirroosiga patsientidel võivad nendest näitajatest palju väiksemad naatriumikogused põhjustada tõsiseid tervisekahjustusi. (77)

Euroopa Toiduohutusamet (EFSA) defineerib hüpernatreemia kui seisundi, kus seerumi naatriumisisaldus ületab 145 mmol/l. Hüpernatreemiat iseloomustavad sümptomid on sarnased hüponatreemia (füsioloogilisest normist väiksem naatriumisisaldus veres) sümptomitega, kuid lisaks võivad esineda peavalu, segasusseisund, palavik, iiveldus ja oksendamine. (77)

3.17 Kaalium

Kaalium koos naatriumiga on olulised osmootselt aktiivsed mineraalained. Need mõlemad esinevad nii rakkude sees kui ka rakkudevahelises ruumis. Nende tasakaal rakkude sees ja rakkudest väljas on vajalik kogu keha vedelikumahu, happe- ja elektrolüütide tasakaalu ning normaalse rakufunktsiooni säilitamiseks. (78) Kaaliumi piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 34.

Tabel 34. Kaaliumi piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Kaalium, mg	Vanuserühm	Kaalium, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	400	11–14-aastased	2400	2550
7–11 kuud	700	15–17-aastased	2850	3400
1–3-aastased	850	18–24-aastased	3500	3500
4–6-aastased	1150	25–50-aastased	3500	3500
7–10-aastased	1800	51–70-aastased	3500	3500
		Üle 70-aastased	3500	3500
		Lapseootel naised	3500	
		Imetavad emad	3500	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		Ülempiiri ei ole määratud		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitused neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Kaaliumil on organismis keskne roll mitmes olulises füsioloogilises protsessis. See tagab vedeliku- ja elektrolüütide tasakaalu, osaleb hormoonide (sh insuliini) sekretsioonis ja aitab reguleerida süstoolset vererõhku. Lisaks on kaalium oluline happe-aluse tasakaalu säilitamisel, soolestiku motoorika tagamisel ja neerude kaudu uriini kontsentreerimise protsessis. (78)

Kaaliumi saamine

Kaaliumi parimad allikad on taimset päritolu toidud, eelkõige kuivatatud puuviljad ja marjad, aga ka osad köögiviljad (eelkõige värsked maitsetaimed nagu petersell, till, lehtseller, piparmünt), ulukiliha, osad kaunviljad, pähklid, seemned ja kalad (Tabel 35). Kuigi 100 grammi kohta ei sisalda näiteks leivatooted, kartul ja banaan kaaliumi arvestatavas koguses, siis 80 grammi täisteraleiva, 170 grammi kartuli või 130 grammi banaani (kaal koorega) söömisel saab kätte juba kümnendiku päevasest kaaliumivajadusest. Kaaliumi sisaldavad vähem (või üldse mitte) piimatooted, rasvad, õliviljad, munad, liha (v.a ulukiliha), linnuliha ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavad tooted. (11)

Tabel 35. Kaaliumi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Kuivatatud vetikas <i>Nori</i>		Kuivatatud vetikas <i>Spirulina</i>	Tomatipasta, päikesekuivatatud tomatid õlis, maapirn, kress-salat, kukeseened, juurpetersell, bambusevõrsed, spinat, küüslauk
Kaunviljad				Valged oad, sojaoad, oad keskmiselt
Puuviljad		Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad ja kuivatatud aprikoos	Kuivatatud papaia, virsik, banaan ja litši	Kuivatatud mango, pirn, ploom, datlid, rosinad, viigimarjad ja õun; datlid

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusel, %S

Tabel 35. Kaaliumi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Marjad			Kuivatatud kibuvitsa- ja gojimarjad, külmkuivatatud maasikad	Kuivatatud valged mooruspuumarjad, külmkuivatatud vaarikad, pohlad ja mustikad, kuivatatud mustikad, astelpajujuhu
Pudrud jm				Rukkikamajahu
Pähklid		Kookosjahu		Pistaatsiapähklid, mandlid, mandlijahu, kookoshelbed, maapähklid, maapähklivõie, pekani-, para-, India ja sarapuupähklid, kastanid
Seemned	Toorkakao- ja kakaojogipulber		Kõrvitsaseemnejahu, kanepiseemned	Kanepijahu, lina- ja kõrvitsaseemned, linajahu, päevalille-, sinepi-, mooni-, seederänni- ja seesamiseemned
Kala				Vähk, meriforell, haug, koha, tursk, saida, säga, kasvanduse lõhe, ahven
Punane liha			Põdra-, metskitse-, hirve- ja metssealiha	
Muud (pärm, jodeeritud sool)		Maitsepärm		Pärm

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusel, %S

Terviseesosed

Kaaliumi defitsiiti toidust saadava ebapiisava koguse tõttu esineb harva, kuna kaaliumit leidub paljudes toitudes. Sagedamini on kaaliumi puuduse (hüpokaleemia) põhjuseks pikaajaline kõhulahtisus ja oksendamine ning lahtistite ja vett väljutavate ainete kasutamine. Hüpokaleemia korral langeb vereplasma kaaliumi sisaldus alla 3,5 mmol/l, eluohtlikuks peetakse kaaliumi taset alla 2,5 mmol/l. (78)

Uuringud on näidanud, et kaaliumirikaste toitude tarbimine võib omada **kaitsvat efekti südame-veresoonkonna haigustesse haigestumise** vastu ning aidata langetada vererõhku kõrge vererõhuga inimestel. (78)

Toksilisus

Hüperkaleemiaks loetakse vereplasma kaaliumisisaldust üle 5,0 mmol/l. Kaaliumi sisaldus üle 6,5 mmol/l võib põhjustada lihasnõrkust, südame rütmihäireid ning halvatus. Suurenenud kaaliumitarbimise korral eritub liigne kaalium neerude kaudu ning väljutatakse organismist uriiniga, mistõttu normaalse kaaliumi eritumise (normaalse neerufunktsiooni) korral ei ole tõendeid liigse kaaliumi saamise kahjulike mõjude kohta. (78)

3.18 Kaltsium

Enamik (99 %) kogu organismi kaltsiumist paikneb luudes ja hammastes kaltsiumhüdroksüapatiidina $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. (79) Kaltsiumi soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 36.

Tabel 36. Kaltsiumi soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	Kaltsium, mg	Vanuserühm	Kaltsium, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	120	11–14-aastased	1150	1150
7–11 kuud	310 ²	15–17-aastased	1150	1150
1–3-aastased	450	18–24-aastased	1000	1000
4–6-aastased	800	25–50-aastased	950	950
7–10-aastased	800	51–70-aastased	950	950
		Üle 70-aastased	950	950
		Lapseootel naised	950	
		Imetavad emad	950	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		2500		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusest. Tegu on AI väärtusega

Kaltsiumipuuduse risk on suurem inimestel, kes ei tarbi piisavalt erinevaid piimatooteid või väldivad neid täielikult (näiteks veganid), kui nende menüüs puuduvad kaltsiumiga rikastatud toidud või toidulisandid. Võimaliku kaltsiumipuuduse riskirühma kuuluvad ka lapsed, noorukid ja noored täiskasvanud, kellel on intensiivse kasvu tõttu suurenenud kaltsiumivajadus, samuti postmenopausis naised ja igas vanuses inimesed, kelle menüüs ei ole piisavalt kaltsiumi või D₃-vitamiinirikkaid toite (79).

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Kaltsium on luu- ja hambakoe peamine komponent, mis tagab nende mehaanilise tugevuse. Kuna organism ei suuda kaltsiumi ise toota, tuleb seda saada toiduga. Kaltsiumi taset organismis reguleeritakse kolme hormooni kaudu: paratüreoidhormooni (PTH reguleerib kaltsiumi vabanemist luudest ja imendumist soolestikust), kaltsitriooli (aktiivne D₃-vitamiini vorm, mis soodustab kaltsiumi imendumist) ja kaltsitoniini (aitab vähendada kaltsiumi taset veres, soodustades selle ladestumist luudesse) kaudu (80).

Pehmetes kudedes ja kehavedelikes on kaltsium paljude organismi funktsioonide, näiteks lihaste kontraktsiooni, närvisüsteemi toimimise ja vere hüübimise regulaator. Vereseerumi kaltsiumil on eluline tähtsus ja selle tase veres on täpselt reguleeritud. Kui organism toiduga ei saa kehtvalt piisavalt kaltsiumi, siis võetakse see vereseerumi kaltsiumitaseme hoidmiseks luudest. (79)

Kaltsiumi taset organismis reguleerib D₃-vitamiini tarbimine. Aktiveeritud D₃-vitamiin (1,25-(OH)₂D) aitab vereseerumis hoida kaltsiumi taset, kuna suurendab selle imendumist peensoole ülemises osas ning stimuleerib normaalses koguses kaltsiumi vabanemist luukoest. Piisavas koguses kaltsiumi saamine toiduga võimaldab kaltsiumil luu kasvu- ja modelleerimise faasis ladestuda ning kompenseerib kaltsiumi kaod soole, väljaheite ja naha kaudu. Kaltsiumi kiiret imendumist mõjutavad nii selle kogus kui ka kaltsiumi allikas. (79)

Kaltsiumi suuremas koguses tarbimisel on imendumine väiksem, kuna organismi võime seda efektiivselt omastada väheneb. Suured naatriumikogused toidus suurendavad mõnevõrra kaltsiumi väljutamist ning võivad mõjutada kaltsiumi tasakaalu luukoes, eriti juhul, kui kaltsiumi saamine toiduga on vähene. Samas kui lisada naatriumirohkele toidule kaaliumi, võib see aidata vähendada kaltsiumi väljutamist, eriti menopausijärgses eas naistel. (79)

Kaltsiumi saamine

Kaltsiumi parimad allikad on erinevad piimatooted, osad seemned, pähklid ja kalad (Tabel 37). Ka leidub kaltsiumi rohelistes köögiviljades nagu lehtkapsas ja rukola ning eelkõige värsketes maitsetaimedes (nt tüümian, salvei, rosmariin, till, pune, basiilik, piparmünt), kuid maitsetaimede tarbimiskogus on väga väike, et neid lugeda headeks kaltsiumi allikateks. Kaltsiumi leidub vähem (või üldse mitte) kaunviljades jt köögiviljades ning puuviljades-marjades, teraviljatoodetes, kartulis, rasvades ja õliviljades, munas, lihades ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates kaltsiumiga rikastamata toodetes. (11) Kaltsiumi biosaadavus on eri toitudest väga erinev ning taimset päritolu toitudest (nt köögiviljad) on see tavaliselt madalam, kuna need sisaldavad oksalaate ja fütiinhapet/fütaate, mis seovad kaltsiumi ja takistavad selle imendumist. (79)

Tabel 37. Kaltsiumi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad			Kuivatatud vetikas <i>Nori</i>	Lehtkapsas, kuivatatud vetikad (<i>Klrella</i> , <i>Spirulina</i>), rukola
Puuviljad				Kaktusvili, kuivatatud papaia ja viigimarjad
Marjad			Kuivatatud valged mooruspuumarjad ja kibuvitsamarjad	Külmkuivatatud maasikad ja vaarikad
Piimatooted	Parmesan	Juust, sh Lapi ja sinihallitusjuust	Sulatatud juust, <i>mozzarella</i> , valgehallitusjuust, kitsejuust, feta	<i>Ricotta</i> , maitsestatamata jogurt
Pähklid				Mandlid, mandlijahu, para- ja sarapuupähklid
Seemned	Mooniseemned	Tšiiaseemned		Linajahu, sinepi- ja linaseemned, toorkakaopulber
Kala			Sardiinikonserv õlis, vähk	Krevetid
Putukad				Kuivatatud kilgid

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituselga, %S

Toiduga saadava kaltsiumi tarbimine on reeglina kehale ohutu. Toidulisandina kaltsiumi tarbimine võib põhjustada kõhukinnisust. Toiduga saadav kaltsium ei ole seotud neerukivide tekkega, kuigi liigne kaltsium toidulisandina koos D₃-vitamiiniga võib tõsta neerukivide ning hüperkaltsëemia (s.o veres liiga kõrge kaltsiumisisalduse (üle 2,6 mmol/l)) tekkeriski.(79)

Tervisesõesed

Kaltsiumi puudus organismis võib põhjustada luude hõrenemist ja osteoporoosi ning tõsta luumurdude riski. Suuresti taimsel toidul põhinev toitumine võib viia teatud toitainete (nt kaltsium, D₃-vitamiin ja

mõned B-grupi vitamiinid) ebapiisava saamiseni toidust. Ka varieeruva aminohappesisaldusega valguallikatel (taimset ja loomset päritolu) võib olla erinev mõju KMI-le ja luukoe ainevahetusele. Hiljutiste uuringute tulemused viitavad, et veganitel on luukoe ainevahetus kiirem kui segatoidulistel, mis võib pikemas perspektiivis luude tugevust nõrgendada. Tõenäoliselt on põhjuseks asjaolu, et taimset päritolu valgurikkad toidud (sojapõhine tofu, teraviljatooted, põldoad, herned, pähkliid ja seemned) sisaldavad sageli vähem kaltsiumi ja D-vitamiini. Samas ei ole veel selge, millises koguses valkude saamine mõjutab luude tervist. (79)

Rasvumine esineb sageli koos vähese kaltsiumitarbimise ja D₃-vitamiini puudusega. Siiski on tõendid kaltsiumi väheses koguses tarbimise ja kehamassi vaheliste seoste kohta vastuolulised ning vajavad täiendavat uurimist. (79)

Menopausijärgses eas naistele soovitatakse sageli luumurdude riski vähendamiseks kaltsiumi toidulisandeid. Samas on kaltsiumi toidulisandite kasutamine seotud võimaliku südame-veresoonkonna haiguste riski suurenemisega, kuid senised uuringutulemused on selles osas vastuolulised (79)

Piisav kaltsiumi saamine lapse- ja noorukieas on oluline maksimaalse luutiheduse kujunemiseks. Täiskasvanueas ei avalda suurem kaltsiumi tarbimine enam sama suurt mõju luumassi säilitamisele ega luumurdude riski vähendamisele kui lapse- või noorukieas. (79)

Uuringutes on vaadeldud ka kaltsiumi seoseid kardiovaskulaarse riski, vererõhu reguleerimise, kolorektaalse vähi riski ning kehamassi kontrolliga, kuid tulemused on olnud mõnevõrra vastuolulised, mistõttu ei saa veel lõplikke järeldusi teha. (79)

Toksilisus

Kaltsiumi liigtarbimine (eriti suurtes kogustes toidulisanditest) võib viia hüperkaltsëemia ja neerukivide tekkeni. (79)

Biomarkerid

Organismi kaltsiumivarude täpseks hindamiseks ei ole olemas otsest biomarkerit. Seetõttu põhineb hinnang toidust piisavas koguses kaltsiumi saamisele kaudsetel näitajatel, nagu luukoe kasv ja ainevahetuse näitajad. Kaltsiumi ja D₃-vitamiini omavaheline tihe seos muudab kaltsiumi vajaduse, puuduse ja liigse tarbimisega seotud andmete tõlgendamise keerukaks. (79)

3.19 Magneesium

Magneesium osaleb paljudes organismi elutähtsates protsessides, sh väga paljude ensüümide töös (81). Seetõttu peetakse magneesiumi õigustatult üheks keskseks mineraalaineks inimorganismis. Magneesiumi piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 38.

Tabel 38. Magneesiumi piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Magneesium, mg	Vanuserühm	Magneesium, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	25	11–14-aastased	250	300
7–11 kuud	80 ²	15–17-aastased	250	300
1–3-aastased	170	18–24-aastased	300	350
4–6-aastased	230	25–50-aastased	300	350
7–10-aastased	230	51–70-aastased	300	350
		Üle 70-aastased	300	350
		Lapseootel naised	300	
		Imetavad emad	300	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg			250 ^{3,4}	

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Laiendatud ainult rinnapiima saavate kuni 6 kuu vanuste imikute tarbimisväärtustest

³ Magneesiumi hulk, mis saadakse toidulisanditest (lisaks toidust saadavale magneesiumile)

⁴ EFSA-s ülevaatamisel. Kui numbrid kinnitatakse, täpsustuvad need ka siin

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Magneesium on enam kui 500 ensüümi kofaktor – seega reguleerib ta suurt hulka biokeemilisi ja füsioloogilisi protsesse omades olulist rolli ainevahetuses, närvitalitluses ja südame-veresoonkonna tervises. Magneesium on vajalik energia metabolismiks, võttes osa ATP tootmisest. Organism vajab magneesiumi ka nukleiinhapete sünteesiks, glükoosi transpordiks läbi rakumembraanide, elektripotentsiaali toetamiseks närvides ja rakumembraanides ning neuromuskulaarsete impulsside ülekande jaoks. Seega on magneesium vajalik lihaste ja närvide normaalseks talitluseks, südamerütmi säilitamiseks, veresuhkru ja vererõhu reguleerimiseks ning paljudeks muudeks funktsioonideks organismis. Kaltsiumi kõrval on ka magneesiumil oluline roll luude ainevahetuses ja D₃-vitamiini aktiivsuse säilitamisel, kuna magneesium on vajalik D₃-vitamiini bioaktiivse vormi tootmiseks. Magneesiumi taset võivad organismis vähendada mitmed tegurid, nagu alkoholsete jookide liigtarvitamine, stress, suur ja sage kaltsiumi- või fosfaaditarbimine ning vett väljutavate ainete kasutamine. (81)

Magneesiumi saamine

Magneesiumi parimad allikad (Tabel 39) on enamik seemneid ja pähkleid, lisaks teraviljatooted (eriti täisterast), paljud kuivatatud puuviljad-marjad, osad kaunviljad ning värsked maitsetaimed (nt salvei, piparmünt, tüümian, rosmariin, sidrunhein, pune), aga ka lehtpeet, spinat, parmesan, tofu, mõned kalad ja mereannid (nt heeringas, säga). Suhteliselt vähem (või üldse mitte) leidub magneesiumi kartulis, enamikes piimatoodetes, rasvades ja õliviljades, munas ja lihades, enamikes piimatoodete, kala, muna ja liha asemel kasutatavates rikastamata toodetes, aga ka värsketes köögi- ja puuviljades ning

marjades. (11) Magneesiumi biosaadavust mõjutab toidu koostis – näiteks fütiinhape/fütaadid ja oksalaadid võivad imendumist vähendada.(81)

Tabel 39. Magneesiumi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad	Kuivatatud vetikad (<i>Klorella</i> , <i>Spirulina</i>)		<i>Wakame</i> vetikad	Lehtpeet, spinat, okra, rukola
Kaunviljad			Sojaoad	Valged oad, oad keskmiselt, Edamame oad
Puuviljad			Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad, kuivatatud mango ja banaan; tamarind	Kaktusvili, kuivatatud viigimarjad, aprikoos, datlid ja virsik; datlid
Marjad	Kuivatatud kibuvitsamarjad		Külmkuivatatud vaarikad ja maasikad, kuivatatud gojimarjad ja valged mooruspuumarjad	Astelpajujuhu, külmkuivatatud pohlad ja mustikad; metsmaasikad; kuivatatud mustikad
Leivatooted		Tatragalett	Riisigalett, näkileib täisterarukkijahust, seemneleib	Näkileib nisujahust, sepik, mitmeviljasai, täisteraleib
Pudrud jm			Kama- ja rukkikamajahu, täisteramakaronid	Müsli, amarant, tatrapuder, bulgur, kinoa, täistera-, metsik ja punane riis
Piimatooted				Parmesan
Pähklid	Para- ja India pähklid, mandlid, mandli- ja kookosjahu	Maapähklivõie, pekani-, maa- ja sarapuupähklid	Kreeka ja pistaatsiapähklid, kookoshelbed	
Seemned	Kõrvitsaseemnejahu, kanepiseemned, kakaojoogi- ja toorkakaopulber, kõrvitsaseemned, kanepijahu, seesami-, lina- ja sinepiseemned, linajahu, tšii- ja mooni- ja päevalilliseemned	Seedermänniseemned	Tahiini ehk seesamiseemnepasta	
Kala				Krevetid, säga, austrikonserv, heeringas, erakvähk
Kala, muna ja liha asemel kasutatavad taimsed toidud			Tofu	
Putukad			Kuivatatud kilgid	
Muud (pärm, jodeeritud sool)			Maitsepärm	Pärm

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Terviseeosed

Teadusuuringud viitavad, et magneesiumi piisav tarbimine võib vähendada südame-veresoonkonna haiguste, sealhulgas hüpertensiooni ja metaboolse sündroomi riski ning parandada glükoositaluvust.

Uuringud näitavad, et tervete täiskasvanute seas on suurem magneesiumi saamine toiduga seotud väiksema **südame-veresoonkonna haiguste** üldriskiga, sealhulgas väiksema südame isheemiatõve riskiga. Naistel on täheldatud ka väiksemat südame-veresoonkonna haigustesse suremuse riski. Täiskasvanute randomiseeritud kontrolluuringutel põhinev metaanalüüs näitas, et magneesiumi tarbimine toidulisandina (120–970 mg/päevas) 3–24 nädala jooksul vähendas märkimisväärselt nii süstoolset (3–4 mm Hg) kui ka diastoolset (2–3 mm Hg) **vererõhku**. Diabeeti põdevatel inimestel on ühes metaanalüüsis täheldanud toidulisandi võtmisel ka väikest vere **LDL-kolesterooli taset** langust, kuid mõju HDL-kolesteroolile ja triglütseriididele ei olnud märkimisväärne. Toiduga saadava magneesiumi metaanalüüsi näitas piiratud tõendeid selle kohta, et suurem magneesiumi tarbimine oli seotud väiksema **metaboolse sündroomi** riskiga. (81)

Prospektiivsete kohortuuringute meta-regressioonanalüüsid näitasid, et magneesiumi tarbimise suurenemine vahemikus 115–478 mg/p, vähendas **2. tüüpi diabeedi** esinemissagedust. Randomiseeritud kontrolluuringute süstemaatiline ülevaade ja metaanalüüs magneesiumi mõjust mitmetele glükoositaluvuse markeritele nii tervete kui ka diabeeti põdevate inimeste puhul näitasid, et magneesiumi manustamine toidulisandina kogustes üle 300 mg päevas parandas märkimisväärselt insuliinitundlikkust, mida hinnatakse HOMA-IR indeksi abil. Magneesium vähendas HOMA-IR väärtust, mis viitab insuliiniresistentsuse vähenemisele. Lisaks selgus, et magneesiumil oli positiivne mõju paastuveresuhkru tasemele, kuid see efekt ilmnis eelkõige siis, kui toidulisandi tarvitamine kestis üle nelja kuu. (81)

Kohortuuringuid ja juhtkontrolluuringuid hõlmav metanalüüs näitas, et magneesiumi tarbimine oli negatiivselt seotud **jämesoolevähi** riskiga. (81)

Toksilisus

Liigne magneesiumi tarbimine (0,5–5 g päevas) põhjustab kõhulahtisust, kuid teisi negatiivseid sümptomeid ei ole täheldatud, kui neerufunktsioon on normaalne. Inimesed, kellel on neerupuudulikkus, peaksid magneesiumi toidulisandeid vältima. Euroopa Liidu Toitumise Teaduskomitee (*EU Scientific Committee for Food*) on määranud magneesiumi maksimaalseks ööpäevaseks tarbimiseks 250 mg. See kogus ei hõlma magneesiumi, mida leidub rikastamata toitudes ja jookides. (81)

3.20 Fosfor

Fosfor on raku membraanide fosfolipiidide, aga ka nukleiinhapete (DNA ja RNA) struktuuride oluline komponent. Fosfor esineb bioloogilistes süsteemides peamiselt fosfaadina. Fosfori imendumine soolestikus on üldiselt väga tõhus ning selle biosaadavus sõltub selle esinemise vormist, näiteks taimset päritolu toidus sisalduva fosfori biosaadavus on fütiinhapetega/fütaatidega seotuse tõttu väiksem kui loomset päritolu toidus leiduv fosfor. (82) Fosfori piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 40.

Tabel 40. Fosfori piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Fosfor ¹ , mg	Vanuserühm	Fosfor ¹ , mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	-	11–14-aastased	640	640
7–11 kuud	170	15–17-aastased	640	640
1–3-aastased	250	18–24-aastased	550	550
4–6-aastased	440	25–50-aastased	520	520
7–10-aastased	440	51–70-aastased	520	520
		Üle 70-aastased	520	520
		Lapseootel naised	530	
		Imetavad emad	530	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		3000		

¹ Eeldades, et kaltsiumi tarbimine vastab soovitusel

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitused neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitused põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Fosfor osaleb mitmetes elutähtsates protsessides. See on oluline energia- ja ainevahetuses, kuna see on osa adenosiintrifosfaadist (ATP), mis on organismi peamine energia ülekandja. Samuti osaleb fosfor rakusignaalide edastamises fosforüleerimise kaudu, lihaste kontraktsioonides ja närviimpulsside ülekandes ning happe-aluse tasakaalu reguleerimises vere pH hoidmise kaudu puhvermehhanismides. Fosfor mängib kesket rolli ka luude ja hammaste mineralisatsioonis, olles koos kaltsiumiga hüdroksüapatiidi koostisosa, mis tagab luustiku tugevuse ja stabiilsuse. Ligikaudu 85% kogu kehas leiduvast fosforist paiknebki luudes ja hammastes. Fosfori homöostaas kehas on tihedalt seotud kaltsiumi ainevahetusega ning seda reguleerivad peamised hormoonid nagu paratüreoidhormoon (PTH), 1,25-dihüdroksüvitamiin D₃ (kaltsitriool) ja fibroblastide kasvufaktor 23 (FGF23). Need hormoonid kontrollivad fosfori imendumist soolestikus, eritumist neerude kaudu ja ladestumist luukoesse, tagades tasakaalu organismi vajaduste ja saadavuse vahel. (82)

Fosfori saamine

Fosforit leidub laialdaselt nii taimset kui ka loomset päritolu toidus (Tabel 41). Parimad fosfori allikad on seemned (nt kõrvitsaseemned), pähklid (nt parapähklid, mandlid), piimatooted (eriti juust), kaunviljad, maks, paljud kalad ja lihad, pärm, aga ka leib jt (täis)teraviljatooted. Kõige vähem leidub fosforit enamikes värsketes puuviljades ja marjades, kartulis, rasvades ja õliviljades ning piimatoodete asemel kasutatavates toodetes. Õlides ei leidu fosforit üldse. (11)

Tabel 41. Fosfori allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiljad		Kuivatatud vetikas <i>Nori</i>	Must küüslauk	Küüslauk, roheline läätsed, idud, mädarõigas, kuivatatud vetikad (<i>Klorella</i> , <i>Spirulina</i>), päikesekuivatatud tomatid õlis, šitake seemned, mungoidud, spargel, brokoli, mustjuur, brokolivõrsed, segaseened
Kaunviljad		Sojaoad	Edamame oad	Oad keskmiselt, põldoad, läätsed, herned, valged oad, kikerherned
Puuviljad			Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad ja kuivatatud litši	Kuivatatud virsik ja aprikoos; tamarind, rosinad
Marjad		Astelpajujahu	Külmkuivatatud vaarikad ja maasikad	Külmkuivatatud mustikad, kibuvitsamarjad, valged mooruspuumarjad ja mustikad, külmkuivatatud pohlad
Leivatooted		Näkileib täisterarukkijahust, tatra- ja riisigalett, näkileib nisujahust	Täisterasai, seemneleib, sepik, mitmeviljasai, täisteraleib	Rukkileib, peenleib
Pudrud jm		Kama- ja rukkikamajahu, müsli	Tatramakaronid, metsik riis, amarant	Punane riis, kinoa, täisterariis, tatra- ja kaerahelbepuder, bulgur, magustamata maisihelbed, keedetud mais
Piimatooted	Juust, sh parmesan, Lapi ja valgehallitusjuust	Sinihallitusjuust, sulatatud juust, <i>mozzarella</i> , kitsejuust	Feta, <i>ricotta</i> , kodujuust	Toorjuust, maitsestatamata jogurt, Kreeka jogurt, maitsestatamata kohupiim, hapupiim, pett, piim
Pähklid	Parapähklid, mandlid, mandli- ja kookosjahu, India, pistaatsia- ja pekanipähklid, maapähklivõie	Maa-, Kreeka ja sarapuupähklid	Makadaamiapähklid, kookoshelbed	Kastanid, kookospähkel

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Tabel 41 järg. Fosfori allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Seemned	Kõrvitsaseemnejahu, kanepi- ja kõrvitsaseemned, kanepijahu, seesami-, tšii- , mooni- ja sinepiseemned, tahiini ehk seesamiseemnepasta, kakaojoogi- ja toorkakaopulber, päevalille-, lina- ja seederänniseemned, linajahu			
Rasvad, õliviljad				Klassikaline hummus
Kala	Vähk, angerjas, sardiinikonserv õliga	Heeringas, erakvähk, siig, (kasvanduse) lõhe, haug, meriforell, austrikonserv, latikas, tursk, ahven, skumbria, tuur, koha, räim	Vikerforell, krevetid, tilapia, angersäga, luts, merland, saida, pangaasius, lest, tuunikalakonserv, säga, heik, rannakarbid, karpkala	Mintai, krabi, tursamaks
Muna			Vuti- ja kanamuna	Jaanalinnumuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks		Pardi-, kana- ja kalkuniliha, kanamaksapasteet, küüliku- ja jäneseliha	
Punane liha	Sea-, veise- ja vasikamaks, veiseliha	Neerud, seakeel	Vasikaliha, maksapasteet, veisekeel, segahakkliha, lamba- ja sealiha	Verivorst, sült, metssea-, hirve-, põdra- ja metskitseliha
Kala, muna ja liha asemel kasutatavad taimsed toidud				Tofu
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm, pärm			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Tervisesesosed

Toiduga saadava fosfori puudust esineb üsna harva ning see on seotud ainevahetushäiretega. Krooniline fosforipuudus võib põhjustada **luude mineraliseerumise häireid, rahhiiti ja osteomalaatsiat** (luude pehmenemine). Lisaks luustikuprobleemidele võivad tekkida häired närvisüsteemi, lihaskoe ja neerude talitluses. (82)

Kuigi D₃-vitamiini puudus või resistentsus võib vähendada fosfori imendumist, on seedetrakti kaudu vähenenud fosfori omastumisest tingitud hüpofosfateemia (tugev fosfori defitsiit) haruldane ja ilmneb tavaliselt alles pikaajalise fosfori puuduse korral, näiteks kõhulahtisuse puhul. Samuti on hüpofosfateemia üks põhjustest taastoitmise sündroomi (*refeeding syndrome*) tekkel, mis on

potentsiaalselt eluohtlik seisund ning mis tekib pärast alatoitumist või nälgimist, kui toidu taasmanustamisel liiguvad olulised elektrolüüdid kiiresti rakkudesse, põhjustades nende taseme languse veres. (82)

Toksilisus

EFSA hinnangul on fosfaatidel madal äge suukaudne toksilisus. Siiski võib fosfaate sisaldavate toidulisandite liigtarbimine põhjustada seedetraktihäireid (kõhulahtisus, iiveldus ja oksendamine). Samuti on dokumenteeritud negatiivne mõju neerudele, luudele ja südame-veresoonkonna tervisele. Metaanalüüsid on näidanud, et anorgaanilise fosfaadi kõrge kontsentratsioon vereseerumis on seotud nii veresoonte lupjumise kui ka suurenenud kardiovaskulaarse riski ja üldsuremusega. Fosfori liigtarbimine, eriti kaltsiumi vähesuse korral, võib häirida luude normaalse mineraliseerumise protsessi, vähendades nende tugevust ja tihedust. (82)

3.21 Raud

Raua olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis on seotud redoksomadustega ehk omadusega esineda kahes oksüdatsiooniastmes – kahevalentsena (Fe^{2+}) ja kolmevalentsena (Fe^{3+}). Raud on väga tähtis energia tootmise protsessis (ATP tootmises), mis põhineb üleminekutel kahe- ja kolmevalentse rauavormi vahel. Lisaks sellele on raud ülitähtis hemoglobiinis, sest transporditav hapnik seotakse raua külge. (83) Raua soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 42.

Tabel 42. Raua soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	Raud ¹ , mg	Vanuserühm	Raud ¹ , mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	–	11–14-aastased	13 ^{3,4}	11
7–11 kuud	10	15–17-aastased	15 ⁴	11
1–3-aastased	7	18–24-aastased	15 ⁴	9
4–6-aastased	7	25–50-aastased	15 ⁴	9
7–10-aastased	9	51–70-aastased	8 ⁵	9
		Üle 70-aastased	7	9
		Lapseootel naised	26 ⁶	
		Imetavad emad	15	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg	60 ⁷			

¹ Eeldades, et fütiinhappe tarbimine segatoitumise korral on umbes 600 mg päevas (84)

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

³ Kui esinevad menstruatsioonid, siis 15 mg

⁴ Rohke veritsusega menstruatsioonide korral on oluline kontrollida rauataset veres ja vajadusel võtta raua toidulisandina

⁵ Kuni menstruatsioonide esinemiseni järgida 25–50-aastaste vanuserühma soovitus 15 mg päevas

⁶ Jälgida rauataset veres, vajadusel võtta raua toidulisandina

⁷ EFSA-s ülevaatamisel. Kui numbrid kinnitatakse, täpsustuvad need ka siin

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Kogu organismi talitluse mõttes on raudal ülitähtis roll transportvalgu hemoglobiini koostises, kus see osaleb hapniku sidumises ja aitab seda kopsudest kudedesse transportida, osaledes seeläbi ka ainevahetusprotsessides. Raud on vajalik hapniku ajutise varu – lihaste müoglobiini ehituses. Punasest lihast saadav müoglobiin on väga hea heemse raua allikas. Raud osaleb ka hingamisahelas, kus see toimib elektronide ülekandjana, muutes oma oksüdatsiooniastet ja aidates seeläbi kaasa ATP tootmisele – organismi energia tootmise kesksele protsessile. Lisaks on mõned rauda sisaldavad ensüümid olulised D₃-vitamiini eelvormi muundamisel organismis lõplikuks vormiks kaltsitriooliks. Raud on vajalik ka närvisüsteemi arenguks ja funktsioneerimiseks, aju talitluse toetamiseks ning immuunvastuse reguleerimiseks. (83)

Raua saamine

Heemne raud esineb loomset päritolu toitudes ja selle imendumine on oluliselt suurem kui mitteheemsel raudal, mida leidub taimset päritolu toitudes. (83) Taimset päritolu toidus leiduva mitteheemse raua imendumist takistavad mitmed inhibeerivad ained nagu fütühape/fütaadid, oksalaadid, polüfenoolid ja kaltsium, kuid samas aitab C-vitamiin mitteheemse raua imendumist oluliselt parandada (85). Tavalises segatoidus imendub rauast keskmiselt 10–15%, kuid tugeva rauapuuduse korral võib see suurenedagi kuni kolm korda. Põhjamaade elanikel moodustab heemne raud umbes 10–15% kogu raua tarbimisest, kuid see katab kuni 40% kogu imendunud rauast. Taimetoitlastel ja veganitel on suurem rauapuuduse risk, mistõttu on oluline koos mitteheemse rauaga tarbida imendumist soodustavaid toitaineid (nt C-vitamiin). (83) Mitteheemse raua biosaadavust parandavad mingil määral ka näiteks teraviljade leotamine, fermenteerimine või idandamine (83,86).

Heemse raua allikateks on loomset päritolu toidud, eelkõige rupskid ja neist valmistatud tooted (nt maks, neerud, keel, veretooted, maksapasteet) ning lihad, eriti ulukiliha (Tabel 43). Mitteheemset rauda leidub küll rohkesti värsketes ürtides (nt tüümianis, pures, rosmariinis, basiilikus, piparmündis, salveis, tillis, petersellis) ja kakaos, aga nende tarvitamise kogus on väga väike. Mitteheemset rauda leidub veel osades pähklites, seemnetes, kaunviljades ja teraviljatoodetes. Rauasisaldus on väike (või ei sisaldu seda üldse) kartulis, piimatoodetes, rasvades ja õliviljades ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates rauaga rikastamata toodetes. (11)

Tabel 43. Raua allikad* (11)

	üle 75%	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögilviljad	Kuivatatud vetikad (<i>Spirulina</i> , <i>Nori</i> , <i>Klorella</i>)			Mustjuur, päikesekuivatatud tomatid õlis, must küüslauk, apteegitill, karulauk
Kaunviljad				Valged oad, sojaoad, oad keskmiselt, läätsed, Edamame oad
Puuviljad			Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad	Tamarind, kuivatatud aprikoos ja virsik

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

TTabel 43. Raua allikad* (11)

	üle 75%	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Marjad		Kuivatatud gojimarjad, astelpajujahu, kuivatatud valged mooruspuumarjad	Kuivatatud mustikad	Kuivatatud kibuvitsamarjad, külmkuivatatud pohlad
Leivatooted			Näkileib nisujahust	Näkileib täisterarukkijahust, tatragalett, täisterasai, seemneleib, sepik, mitmeviljasai, täisteraleib
Pudrud jm			Müsli	Rukkikamajahu, kamajahu, amarant
Pähklid		Kookosjahu	India ja maapähklid	Makadaamiapähklid, mandlid, mandlijahu, pistaatsia- ja sarapuupähklid, kookoshelbed, pekani-, para- ja Kreeka pähklid
Seemned	Kakaojoogi- ja toorkakoapulber, kanepijahu, kõrvitsaseemneja hu, kanepiseemned	Mooni- ja sinepiseemend, linajahu, tšiiaseemned	Seesami-, kõrvitsa-, seederänni- ja päevalilleseemned	Tahiini ehk seesamiseemnepasta
Kala		Austrikonserv, rannakarbide	Vähk	Krevetid, sardiinikonserv, tursamaks
Muna				Vuti- ja kanamuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha		Broilerimaks		Kanamaksapasteet, pardiliha
Punane liha	Seamaks, neerud, hirve- ja põdraliha	Veisemaks, verivorst, metssea- ja metskitseliha	Maksapasteet, vasikamaks, seakeel	Veisekeel, veise-, vasika- ja lambaliha
Putukad		Kuivatatud kilgid		
Muud (pärm, jodeeritud sool)			Maitsepärm	

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusega, %S

Terviseeosed

Rauapuudus on A-vitamiini ja joodipuuduse kõrval samuti maailmas väga levinud, põhjustades **aneemiat, väsimust ja kehalise võimekuse langust**. Mõõduka rauapuuduse korral võivad sümptomid puududa, kuid levinuimateks sümptomiteks on väsimus, kahvatus, füüsilise võimekuse vähenemine, südamepekslemine, pearinglus ja peavalu, tähelepanuvõime vähenemine, kognitiivse võimekuse langus. Uuringutes on leitud, et rauapuudus seostub ka rahutute jalgade sündroomiga. Lastel on rauapuudus seotud närvisüsteemi arengu häiretega ja seetõttu on varajane sekkumine oluline, kuna imikueas tekkinud rauavaegusaneemia võib põhjustada pöördumatuid arengukahjustusi. Rauavaeguse

riskigruppi kuuluvad lapsed, fertiilses eas ja lapseootel naised ning taimetoitlased, samuti suurenenud rauavajaduse ja imendumishäiretega inimesed. (83)

Tasakaalustatud toitumisel, kui loomset päritolu rauaallikate hulk on väga mõõdukas, ei teki probleeme heemse raua liigse saamisega. Mõnedes maailma riikides tarbitakse punast liha pidevalt väga suurtes kogustes, mis võib tekitada ka probleeme heemse raua liigse saamisega.

Seetõttu on osad uuringud leidnud, et väga suur heemse raua tarbimine võib olla seotud **suurema 2. tüüpi diabeedi riskiga** ning on täheldatud ka seoseid teatud **vähivormide (nt kolorektaalvähk)** tekkimise vahel. (83)

Toksilisus

Organismil puudub spetsiaalne mehhanism raua väljutamiseks, mistõttu aeglaselt toimuv raua akumulatsioon võib pikema aja jooksul viia terviseprobleemideni. (83)

Biomarkerid

Aneemia diagnoosimiseks määratakse esmalt hemoglobiini tase. Kui see on normi alumise piiri lähedal või alla selle, määratakse järgnevalt seerumi ferritiini sisaldus, mis on täpne biomarker organismi rauavarude hindamiseks. (83)

3.22 Tsink

Tsingil on suur hulk elutähtsaid füsioloogilisi funktsioone ja seda leidub inimkeha igas rakus (87). Tsingi soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 44.

Tabel 44. Tsingi soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	Tsink ¹ , mg	Vanuserühm	Tsink ¹ , mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	–	11–14-aastased	10,8	11,1
7–11 kuud	3,0	15–17-aastased	12,2	14,0
1–3-aastased	4,5	18–24-aastased	9,7	12,7
4–6-aastased	5,8	25–50-aastased	9,7	12,7
7–10-aastased	7,7	51–70-aastased	9,5	12,4
		Üle 70-aastased	9,3	12,1
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	9,7	
		- 2. trimester	12,1	
		- 3. trimester	12,1	
		Imetavad emad	12,6	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg			25	

¹ Eeldades, et fütiinhappe tarbimine segatoitumise korral on umbes 600 mg päevas (84)

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Tsink on kofaktoriks väga paljudele ensüümidele, osaledes valkude, süsivesikute, lipiidide, nukleiinhapete ja mõnede vitamiinide sünteesis ja ainevahetuses. Samuti osaleb tsink antioksidantse ensüümi koostises vabade radikaalide neutraliseerimises. Tsingil on geenide avaldumist ja rakusisest signaaliedastust reguleeriv toime ning see on vajalik immuunsüsteemi toimimiseks, samuti kasvamisel ja arenemisel. (87) Tsink on väga vajalik maitsmisretseptorite normaalseks toimimiseks (4)

Tsingi saamine

Tsingi omastumist vähendab fütiinhappe/fütaatide ja kaltsiumi poolest rikka toidu tarbimine. Taimset päritolu toit on fütiinhapperikas ja seetõttu võib taimetoitlastel olla risk tsingi vähenenud omastumiseks. (87) Tsingi parimad allikad on seega eelkõige loomset päritolu toidud, näiteks paljud mereannid (mh vähk, krabi, angerjas, rannakarbid, sardiinikonserv, räim, heeringas, krevetid) ja lihad, eriti ulukiliha (Tabel 45). Rikkalikult leidub tsinki seemnetes ja pähklites, ka osades juustudes, teraviljatoodetes ja kaunviljades. Vähem (või üldse mitte) sisaldavad tsinki värsked köögiviljad, puuviljad ja marjad, kartul, rasvad ja õliviljad ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavad tsingiga rikastamata tooted. (11)

Tabel 45- Tsingi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiviljad		Kuivatatud vetikas <i>Nori</i>		Kuivatatud vetikad (<i>Klorella</i> , <i>Spirulina</i>)
Kaunviljad				Sojaoad, valged oad
Puuviljad				Kuivatatud füüsal ehk inkamarjad
Marjad			Astelpajujahu	Külmkuivatatud vaarikad, kuivatatud gojimarjad
Leivatooted			Näkileib täisterarukkijahust	Näkileib nisujahust, tatragalett, täisterasai, täisteraleib, riisigalett, seemneleib, sepik, mitmeviljasai
Pudrud jm				Müsli, kama- ja rukkikamajahu, metsik riis
Piimatooted			Juust, sh sinihallitus- ja Lapi juust ning parmesan	<i>Mozzarella</i> , valgehallitusjuust, sulatatud juust
Pähklid		India pähklid	Pekani- ja parapähklid, kookosjahu, maapähklid, mandlid, mandlijahu	Maapähklivõi, Kreeka, pistaatsia- ja sarapuupähklid
Seemned	Kõrvitsaseemnejahu, kanepi-, mooni- ja seesamiseemned	Kanepijahu, toorkakao- ja kakaojoogipulber, linajahu, sinepi-, seederänni-, lina- ja kõrvitsaseemned	Päevalilleseemned, tahiini ehk seesamiseemnepasta, tšiiseemned	

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %S

Tabel 45 järg. Tsingi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Kala	Vähk	Krabi, erakvähk	Angerjas, rannakarbid, sardiinikonserv ölis, austrikonserv	Tursamaksakonserv, räim, heeringas, krevetid
Muna				Vutimuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha		Broilerimaks	Kalkuniliha	Pardiliha, kanamaksapasteet, küüliku- ja jäneseliha
Punane liha	Seamaks, ulukiliha (nt põdra-, hirve-, metssea- ja metskitseliha)	Segahakkliha, veise- ja vasikamaks, lamba- ja vasikaliha	Veisekeel, sealiha, maksapasteet, seakeel, neerud	Sült
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Maitsepärm		Pärm	

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusel, %S

Terviseeosed

Raske **tsingipuuduse** korral võivad ilmneda mitmed sümptomid, sh **suurenenud vastuvõtlikkus infektsioonidele, kasvupeetus, aeglane haavade paranemine, juuste väljalangemine, muutunud maitsemeel, isupuudus, nahakahjustused ja ekseem**. Kerge või mõõduka tsingipuuduse mõju tervisele on vähem selge ja vajab täiendavat uurimist. (87)

Tsink on eriti **oluline raseduse ajal loote normaalseks arenguks**. Mõned uuringud viitavad sellele, et tsingi toidulisandi tarvitamine võib vähendada enneaegse sünnituse riski. Samuti on tsink **oluline lapse** varajases eas **normaalseks kasvuks ja arenguks** – puudulik kasvamine on tsingipuuduse peamine tunnus. Seetõttu on kasvupeetust ja sagedasi infektsioone seostatud tsingipuudusega madala ja keskmise sissetulekuga riikides, kus tsingipuudust peetakse oluliseks rahvatervise probleemiks. Siiski ei ole metaanalüüsi tulemused kinnitanud, et lastele toidulisandina tsingi manustamine rahvatervise meetmena nendes riikides parandaks märkimisväärselt kasvu ja arengut varases eas. (87)

Tsink on ülioluline **immuunsüsteemi normaalseks toimimiseks**. Tsingipuudust seostatakse suurenenud infektsiooniriskiga ning mitmed uuringud on leidnud, et tsink toidulisandina võib vähendada lapseas esineva kõhulahtisuse ja kopsupõletiku esinemissagedust. Täiskasvanutel võib tsingi toidulisandina tarvitamine aidata ennetada ülemiste hingamisteede infektsioone. On leitud, et tsingipreparaadi suukaudne manustamine 24 tunni jooksul pärast külmetushaiguse esimeste sümptomite ilmnemist võib vähendada külmetushaiguse raskust ja kestust muidu tervetel inimestel. (87)

Tsink **parandab ka insuliinitundlikkust ning võib avaldada kaitsvat mõju südame-veresoonkonna haiguste, näiteks ateroskleroosi riskitegurite vastu**. Kuigi tõendid tsingi rollist südame-veresoonkonna haiguste ning 2. tüüpi diabeedi ennetamisel on piiratud, viitavad mõned uuringud selle võimalikule kasulikkusele nende seisundite ennetamisel. (87)

Toksilisus

Liigselt tarbitud tsink ei imendu ega salvestu organismis hilisemaks kasutamiseks. Tsingi toidulisandite tarbimine üle kindlaks määratud tarbimise ülempiiri (UL) võib põhjustada iiveldust ja oksendamist. Tsingi liigtarbimine võib vähendada ka vase, raua ja kaltsiumi imendumist. (87)

Biomarkerid

Tsingitaseme hindamiseks kasutatakse seerumi või plasma tsingikontsentratsiooni määramist. Seerumi tsingikontsentratsioon langeb järsult, kui tarbimine on alla 2–3 mg/päevas, kuid tõuseb aeglaselt ja pidevalt, kui tarbimine on suurem, saavutades platoo, kui tarbimine on 25–30 mg/päevas. Usaldusväärsed biomarkerid tsingitaseme hindamiseks praegu puuduvad. (87)

3.23 Vask

Vask on inimesele oluline mikroelement, millel on organismis mitmekülgsed bioloogilised funktsioonid. Esinedes kahes erineva oksüdatsiooniastmega vormis, osaleb vask raku redoksprotsessides, toimides struktuurielemendina paljudes ensüümides, mis on seotud energia tootmisega. Vase roll organismis on seotud raua ainevahetusega, neurotransmitterite tootmisega, sidekoe moodustumise ja antioksüdatiivse kaitsega (on ühe antioksüdantse ensüümi kofaktor), aga ka paljude muude ülesannetega. Vasepuudust esineb väga harva. (88) Vase soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 46.

Tabel 46. Vase soovitatavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Soovituslik ööpäevane tarbimiskogus (RI)				
Vanuserühm	Vask, mg	Vanuserühm	Vask, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	0,2	11–14-aastased	0,78	0,74
7–11 kuud	0,22 ²	15–17-aastased	0,88	0,9
1–3-aastased	0,34	18–24-aastased	0,9	0,9
4–6-aastased	0,4	25–50-aastased	0,9	0,9
7–10-aastased	0,57	51–70-aastased	0,9	0,9
		Üle 70-aastased	0,9	0,9
		Lapseootel naised	1	
		Imetavad emad	1,3	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg		5		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Väärtust laiendatud ainult rinnaga toidetavate kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel. Tegu on AI väärtusega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Vask osaleb mitme ensüümi koostises, olles hädavajalik energia tootmises. Vask osaleb raua ainevahetuses, olles vajalik ensüüm peroksüdaasi aktiveerimiseks. See ensüüm oksüdeerib kahevalentse raua kolmevalentseks, sest raud saab seonduda transportvalgu transferriniga vaid kolmevalentses

vormis. Vaske vajab organism ka närvisüsteemi arenguks ja funktsioneerimiseks, olles oluline dopamiini ainevahetuses ning mõjutades seeläbi meeleolu, ärevust ja kognitiivset võimekust. Vaske vajab organism ka sidekoe ja luude moodustamises ning antioksidatiivses kaitstes antioksidantse ensüümi kofaktorina. Lisaks osaleb vask immuunsüsteemi talitluses, olles vajalik nii kaasasündinud kui ka omandatud immuunkaitse erinevates etappides, näiteks fagotsütoosis või antikehade tootmisel. (88)

Vase saamine

Vase parimad allikad on maks, pähklid ja seemned, osad mereannid, seemed, kaunviljad, (täis)teraviljatooted, samuti kakaopulber ja värsked maitsetaimed (nt tüümian, basiilik, piparmünt, rosmariin, till), kuid neid tarvitatakse väiksemas koguses (Tabel 47). Vähem (või üldse mitte) sisaldavad vaske kartul, piimatooted, muna, taimeõlid. (11) Vase imendumist takistavad mõnede soolestikus vaske siduvate teiste mineraalainete nagu tsink ja raud, aga ka mõningate nn antitoidainete nagu fütüinhappe/fütaatide ja oksalaatide sisaldumine. (88)

Tabel 47. Vase allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögililjad	Kuivatatud vetikad (<i>Nori</i> , <i>Klorella</i>)	Puravikud, päikesekuivatatud tomatid õlis, kukeseened	Konserveeritud kapparid, mustjuur, šampinjonid, kuuseriisikad, must küüslauk	Lehtsalat, tomatipasta, mungoaidud, segaseened, juurpetersell, ingver, mädarõigas, roheline läätsed, frillis, kuivatatud vetikas <i>Spirulina</i> , küüslauk, lehtpeet, päevalillevõrsed, tomatipüree, jalapenokonserv, pastinaak, lutserniidud, suhkruherned, pastinaak, bambusevõrsed
Kaunviljad		Sojaoad	Valged oad, oad keskmiselt, Edamame oad, läätsed, kikerherned	
Puuviljad		Kuivatatud litši ja virsik	Kuivatatud aprikoos ja banaan, rosinad, kuivatatud mango, pirn, viigimarjad ja ploom; datlid	Kuivatatud datlid, granaatõun, kiivi, litši, viinamarjad
Marjad	Astelpajujuhu, metsmaasikad, külmuivatatud vaarikad, kuivatatud mustikad	Külmuivatatud mustikad ja valged mooruspuumarjad, külmuivatatud pohlad	Külmuivatatud maasikad	Kuivatatud kibuvitsamarjad; põldmarjad, valged sõstrad
Leivatooted		Tatragalett	Näkileib nisu- ja täisterarukkijahust, seemneleib, täisterasai, sepik, mitmeviljasai, riisigalett	Täisteraleib, peenleib
Pudrud jm			Metsik riis	Tatramakaronid, tatra- ja odrakruubipuder, klaasnuudlid, punane riis, amarant, odrahelbepuder, kinoa

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovituslega, %S

Tabel 47. Vase allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Piimatoodete asemel kasutatavad taimsed toidud				Kookosjook
Pähklid	India pähklid, kookosjahu, para-, sarapuu-, pistaatsia ja Kreeka pähklid, mandlid, mandlijahu, pekanipähklid, kookoshelbed, makadaamiapähklid	Maapähklivõie, kastanid	Kookospähkel	
Seemned	Toorkakao- ja kakaojoogipulber, kõrvitsaseemne-, lina- ja kanepijahu, päevalilleseemned, tahiini ehk seesamiseemnepasta, kanepi-, seesami-, seederänni-, kõrvitsa-, mooni- ja tšiiseemned	Sinepiseemned		
Rasvad, õliviljad			Klassikaline hummus	Mustad konserveeritud oliivid, avokaado
Kala	Erakvähk, krabi		Tursamaksakonserv, lõhe	Krevetid, austrikonserv, rannakarbid, säga
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks		Pardiliha	Kanamaksapasteet, küüliku- ja jäneseliha
Punane liha	Vasika- ja veisemaks, maksapasteet, seamaks, neerud		Seakeel	Verivorst, veisekeel, lambaliha
Kala, muna ja liha asemel kasutatavad taimsed toidud				Tofu
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)		Maitsepärm		Pärm

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %S

Tervisesesosed

Kuigi vasepuudus on harv, võib see siiski esineda enneaegselt sündinud lastel, imendumishäirete korral või pärast bariaatrilisi operatsioone. Tüüpilised sümptomid on aneemia, neutropeenid (neutrofiilivaegus vere, depigmentatsioon (nahk ja juuksed) ja arenguhäired. Vasetasakaalu häired esinevad koos mitmete krooniliste põletikuliste haigustega, kuid senised uuringud ei võimalda teha kindlaid järeldusi nende seoste põhjuslikkuse kohta. (88)

Geneetiline vase ainevahetuse häire esineb näiteks Menkesi tõve korral, mida tuntakse ka kui „krussis juuste haigust“. Selle haruldase geneetilise haiguse puhul on iseloomulik vase kuhjumine mõnes kehapiirkonnas, samas kui teistes, näiteks juustes ja luudes, esineb puudus. Tulemuseks on arengupeatetus, krussis juuksed ja krabid. (88)

Metaanalüüsil on leitud, et näiteks **vase liigsus vereseerumis** on seotud oluliselt suurema riskiga haigestuda **Alzheimeri tõppe**. Samuti on leitud seoseid vereseerumi normist oluliselt suurema vasesisalduse, **südame-veresoonkonna haiguste ning mitmete vähivormide (nt kopsu-, leukeemia-,**

emakakaela-, rinna- ja munasarjavähk) suurema esinemissageduse vahel. Lisaks on vase liiga seostatud depressiooni, diabeedi ja polütsüstiliste munasarjade sündroomiga, kuid nende seoste põhjuslikkus ei ole selge. (88)

Toksilisus

Vase liigtarbimine võib põhjustada ägedat toksilisust, mis väljendub maohäirete, iivelduse, oksendamise ja kõhulahtisusena. Krooniline kokkupuude suure vasekogusega, näiteks joogivee kaudu, võib põhjustada lastel seedetraktihäireid. (88)

Biomarkerid

Praegu puuduvad usaldusväärsed biomarkerid, mis võimaldaksid täpselt hinnata vase staatust organismis.

3.24 Jood

Jood on elutähtis kasvu, arengut ja ainevahetust reguleeriv, kilpnäärmehormoonide sünteesiks vajalik mineraalne. Põhjamaades ja Balti riikides on teatud joodipuudus jätkuvalt rahvatervise probleem, kuna universaalset soola jodeerimist ei ole kõikjal rakendatud. (89) Joodi piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 48.

Tabel 48. Joodi piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Jood, µg	Vanuserühm	Jood, µg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	80-90 ²	11–14-aastased	120	130
7–11 kuud	80-90 ²	15–17-aastased	120	140
1–3-aastased	100	18–24-aastased	150	150
4–6-aastased	100	25–50-aastased	150	150
7–10-aastased	100	51–70-aastased	150	150
		Üle 70-aastased	150	150
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	175	
		- 2. trimester	175	
		- 3. trimester	200	
		Imetavad emad	200	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), µg		600		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Joodi AI kuni 1-aastastel imikutel on esitatud nii, et 80 µg päevas kehtib piisava joodisisaldusega rahvastikus ja 90 µg päevas kerge kuni mõõduka joodipuudusega rahvastikus. WHO soovitatav kõigile imikutele 90 µg päevas (90)

Joodi puuduse riskigruppide hulka kuuluvad lapseootel ja imetavad naised, imikud, taimetoitlased ja veganid ning kala ja piimatooteid täiesti vältivad inimesed. Loomset päritolu toidu vältimine või ulatuslik piiramine toidus suurendab joodi puuduse riski, kui ei tarbita toidulisandeid või joodiga rikastatud toite. (89)

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Jood on elutähtis mineraalne, mida on vaja kilpnäärmehormoonide türoksiini (T₄, hormooni eelühend) ja trijodotüroniini (T₃, aktiivne hormoon) sünteesiks. Need hormoonid reguleerivad ainevahetust ja tagavad normaalsed kataboolsed protsessid (s.o ainete lagundamine, energia tootmine) organismis. Loote, imiku ja lapseas on need hormoonid üliolulised aju arenguks, kasvuks ja kognitiivseks arenguks, osaledes näiteks närvirakkude müeliniseerumises ehk müeliini tekkes, neuronite migratsioonis (vastset moodustunud närvirakkude liikumine oma lõplikku asukohta ajus ja närvisüsteemis) ja diferentseerumises ning geenide avaldumise reguleerimises (geeniekspressioonis). Raseduse ajal sõltub loote kilpnäärre täielikult ema joodivarudest. Jood eritub rinnapiima, olles imiku ainus joodiallikas. Rinnapiima joodisisaldus sõltub otseselt ema jooditarbimisest. (89)

Joodi saamine

Taimede joodisisaldus varieerub vastavalt kasvukeskkonna joodisisaldusele. Meretaimede (vetikate) joodisisaldus on maismaataimede omast suurem. Joogivee joodisisaldus varieerub märkimisväärselt sõltuvalt piirkonnast ja võib mõnes asukohas olla arvestatav joodiallikas. Joodi parimad allikad on jodeeritud sool, vetikad, kala ja mereannid (Tabel 49). Kuna vetikad sisaldavad joodi väga palju, tuleb olla nende söömiskogustega ettevaatlik (89). Vähem (või üldse mitte) sisaldavad joodi, pähklid ja seemned, taimeõlid, muna, lihad ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavad joodiga rikastamata või jodeeritud soola mittersisaldavad tooted. (11) Piimas olev joodikogus sõltub loomasöödast ja piima tootmise viisist.

Tabel 49. Joodi allikad* (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiljad	<i>Wakame</i> vetikas, kuivatatud vetikas <i>Nori</i>			
Kaunviljad				Kikerherned
Puuviljad		Rosinad		
Marjad		Astelpajujuhu		
Leivatooted				Rukkileib
Pudrud jm			Täisteramakaronid	
Piimatooted			Kitse- ja sinihallitusjuust	Juust, sh feta ja sulatatud juust
Seemned				Kõrvitsaseemnejahu
Rasvad, õliviljad				<i>Ghee</i> ehk selitatud või
Kala	Tursamaksakonserv, austrikonserv, krevetid, rannakarbid, lõhe, angersäga	Saida, krabi, angerjas, merlang	Mintai, meriforell, heeringas, luts, sardiinikonserv, tuur	Räim, skumbria, koha, latikas, tuunikalakonserv, vikerforell, lest, karpkala
Muud (pärm, jodeeritud sool)	Jodeeritud sool			

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusiga, %S

Tervisehäired

Nii joodi puudus kui liigtarbimine võivad põhjustada **kilpnäärme talitlushäireid** – vastavalt hüpötüreoidismi (alatalitus) ja hüpertüreoidismi (ületalitus). Hüpötüreoidism on seisund, mille korral kilpnääre toodab liiga vähe kilpnäärmehormoone (T3 ja T4), mis põhjustab ainevahetuse aeglustumist (sh võib viia kehamassi tõusuni) ning mitmesuguseid kehalisi ja vaimseid sümptomeid, sh väsimust. (91) Hüpertüreoidism on seisund, mille korral kilpnääre toodab liigselt kilpnäärmehormoone (T3 ja T4), mis kiirendab organismi ainevahetust (sh võib viia kehamassi languseni) ja põhjustab mitmesuguseid sümptomeid, nagu näiteks närvilisus, ärevus, kiire pulss. (92)

Joodi puuduse või liigse tarbimise üks tagajärgi võib olla **kilpnäärme suurenemine (struuma)**. Joodi puudus võib tuua kaasa **viljakuse vähenemise, komplikatsioone raseduse ajal ja sünnitusel, põhjustada lastel vaimse arengu häireid ning kahjustada nende neurokognitiivset arengut**. (89)

Ebapiisav või liigne joodi tarbimine võib suurendada **kilpnäärmevähi** riski. Andmed riikidest enne ja pärast soola jodeerimise rakendamist on näidanud muutust kilpnäärmevähi vähem pahaloomuliste alamtüüpide esinemises ning suremuse vähenemist. Liigne jooditarbimine võib samuti soodustada autoimmuunsete kilpnäärmehaiguste, näiteks Hashimoto türeoidiidi, teket. (89)

Kerge kuni mõõduka joodipuuduse korral võib kilpnäärme suurenenud aktiivsus kompenseerida madalat joodi tarbimist ja säilitada enamiku inimeste kilpnäärme normaalset talitlust, kuigi krooniline kilpnäärme stimuleerimine võib viia toksilise sõlmelise struuma ja hüpertüreoidismi leviku suurenemiseni rahvastikus. (89)

Toksilisus

Toksilisuse esmased tunnused võivad olla türeostimuleeriva hormooni (TSH) taseme muutused kliiniliste sümptomiteta. Joodi liiasus võib tulla näiteks vetikate liigtarbimisest või joodipõhistest toidulisanditest, aga ka siis, kui toiduga kokkupuutuvaid materjale vm on puhastatud joodisisaldusega desinfektsioonivahenditega või meditsiinilistel uuringutel on kasutatud kontrastainet. (89)

Biomarkerid

Peamine marker joodi sisalduse hindamiseks organismis on uriini joodisisaldus, mis näitab joodi lühiajalist tarbimist päevade lõikes ning sõltub toidu ja joogi tarbimisest. Piisavaks tasemeks koolilastel ja täiskasvanutel loetakse 100–299 µg/l ja lapseootel naistel 150–249 µg/l. Pikemaajaline marker joodistaatuse hindamiseks on türeoglobuliin (Tg), mis võib näidata nii puudust kui ka liigset joodi tarbimist ning mis sobib hästi laste ja täiskasvanute jälgimiseks. Tg taseme tõus viitab sageli joodipuudusele, kuid puuduvad valideeritud piirväärtused. TSH sisaldus on vähem tundlik marker kerge puuduse hindamisel täiskasvanutel ja on tundlik väikeste muutuste suhtes joodistaatuse puhul ainult vastsündinutel ja imikutel. TSH-d kasutatakse mõõduka kuni raske joodipuuduse tuvastamiseks. (89)

3.25 Seleen

Seleen on inimese jaoks oluline mikroelement, mis esineb toidus peamiselt orgaaniliste ühendite selenometioniini ja selenotsüsteiinina ning toidulisandites ka anorgaaniliste sooladena (nt selenaat,

seleniit). Organismis sisaldub seleen selenoproteiinides. Seega avaldub seleeni mõju organismile selenoproteiinide kaudu. (93) Seleen on väga tähtis kofaktor ühes antioksidantses ensüümis.

Selenometioniin imendub paremini kui enamik teisi seleeniühendeid, mistõttu sõltub vajaminev tarbimiskogus seleeni vormist. Toidu seleenisisaldus sõltub tugevalt mulla seleenisisaldusest ja selle kättesaadavusest. Põhjamaades ja Balti riikides on mullas vähe seleeni, mistõttu rikastab Soome väetisi seleeniga, samas kui teised Põhjamaad lisavad seda loomasöötadesse. (93) Seeleni piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 50.

Tabel 50. Seeleni piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Seleen, µg	Vanuserühm	Seleen, µg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	10	11–14-aastased	60	65
7–11 kuud	20 ²	15–17-aastased	70	85
1–3-aastased	20	18–24-aastased	75	90
4–6-aastased	25	25–50-aastased	75	90
7–10-aastased	40	51–70-aastased	75	90
		Üle 70-aastased	75	85
		Lapseootel naised		
		- 1. trimester	80	
		- 2. trimester	85	
		- 3. trimester	90	
		Imetavad emad	85	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), µg		255		

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Laiendatud ainult rinnapiima saavate kuni 6 kuu vanuste imikute tarbimisväärtustest

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Seleen on oluline mineraalne, millel on mitmeid elutähtsaid funktsioone. Organism vajab seleeni immuunsüsteemi tugevdamiseks, DNA sünteesiks, kilpnäärme hormoonide normaalseks tootmiseks, rakkudes toimiva antioksidantse ensüümi koostisosana, mis kaitseb rakke ebasoodsate tegurite, sh enneaegse vananemise eest. Lisaks on seleen vajalik aju arenguks ja luumassi säilitamiseks, skeleti- ja südamelihaste normaalseks toimimiseks ning spermatooside tootmiseks. Selenoproteiin P on peamine seleenikandja plasmas ning oluline seleeni transportimiseks kudedesse. (93)

Seeleni saamine

Parimad seleeni allikad on parapähklid ehk Brasiilia pähklid (Tabel 51), kuid nende seleenisisaldus sõltub väga suuresti kasvupiirkonna mulla seleenisisaldusest. (94)

Samuti leidub seleeni rohkelt maksas, mereandides, osades seemnetes ja seentes. Seeleni sisaldub üldiselt vähem (või üldse mitte) enamikus köögiviljades (sh kaunviljades), puuviljades ja marjades, kartulis, piimatoodetes, rasvades ja õlides ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates seleeniga rikastamata toodetes. (11)

	üle 75%S	50–75%S	30–50%S	15–30%S
Köögiljad			Kuuseriisikad, kukeseened	Kuumtöödeldud küüslauk ja tomat, roheline läätsed, šampinjonid, puravikud
Marjad		Kuivatatud gojimarjad		
Leivatooted				Riisigalett
Pudrud jm				Juust, sh Lapi ja sinihallitusjuust; ricotta, kodujuust
Pähklid	Parapähklid		Kookosjahu	India pähklid, kookoshelbed
Seemned	Sinepi- ja seesamiseemned	Tšiiseemned	Kanepiseemned, tahini ehk seesaimseemnepasta	Mooniseemned, kakaojogi- ja toorkakaojogipulber
Kala	Krabi, tursamaksakonserv, angerjas, tuunikalakonserv, krevetid, skumbria, rannakarbid	Austrikonserv, siig, ahven, tursk	Sardiinikonserv õlis, tilapia, mintai, luts, heeringas, saida, (kasvanduse) lõhe, meriforell, räim, merland, koha, lest, heik, haug, karpkala, pangaasius	Latikas, erakvähk, tuur, vikerforell
Muna			Jaanalinnumuna	Kanamuna
Linnu-, küüliku- ja jäneseliha	Broilerimaks		Pardiliha	Kanaliha, kanamaksapasteet, kalkuniliha, küüliku- ja jäneseliha
Punane liha	Neerud, vasika- ja seamaks	Veisemaks	Sea- ja vasikaliha, maksapasteet	Veise- ja seakeel, metssealiha

2022. aasta uuringus „Eesti rahvastiku soola tarbimise uuring“ määrati muuhulgas seleeni sisaldust veres. Seleeni keskmised väärtused seerumis (meestel 86 µg/l ja naistel 87 µg/l) jäid normi piiridesse ja osutavad seleenitaseme tõusule võrreldes Eestis varasemalt läbiviidud uuringute tulemustega. Kokkuvõttes peaks teadlik ja mitmekülgne toitumine tagama rahvastikupõhiselt varustamise piisava koguse seleeniga. (95)

Seleenipuudus võib tekkida näiteks pikaajalise täieliku parenteraalse toitmise või bariaatriliste operatsioonide järel ning põhjustada **lihshaigusi**, nagu müopaatia ja kardiomüopaatia. Seleenivaegusega populatsioonides on täheldatud, et seleeni tarbimise suurendamine võib vähendada südame-veresoonkonna haigustesse haigestumise riski. Samas ei ole seleenilisandite kasutamine näidanud kasulikku mõju südame-veresoonkonna haiguste riski vähendamisele inimestel, kelle seleenitase on normaalne. (93)

Läbilõikeuuringud on näidanud populatsioonides positiivset seost vereseerumi seleenitaseme ja 2. tüüpi diabeedi või paastuvere glükoositaseme vahel, kuid pikaajalised uuringud on selles osas vähem järjepidevad, mistõttu ei ole seos täielikult kinnitust leidnud. Samuti ei ole leitud kindlat põhjuslikku seost seleeni lisatarbimise ja 2. tüüpi diabeedi riski vähenemise vahel. (93)

Toksilisus

Seleeni liigtarbimine üle 330–450 µg/päevas võib põhjustada maksakahjustusi, perifeersete närvide, naha, küünte ja juuste probleeme. Seleeni akuutseid (ehk ägedaid) mürgistusjuhte on kirjeldatud peamiselt seoses seleenipõhiste toidulisandite ületarbimisega. Akuutse mürgistuse sümptomiteks on iiveldus, oksendamine, küüslaugulõhnaline hingeõhk, madal vererõhk, südame rütmihäired ning neuroloogilised nähud nagu värinad, lihasspasmid, segasus ja isegi kooma. (93)

Kroonilist toksilisust ehk kliinilist selenoosi on täheldatud piirkondades, kus pinnases on seleeni looduslik tase väga kõrge. Sümptomiteks on juuste ja küünte väljalangemine, hambavaaba kahjustus, nahamuutused, perifeersete närvide kahjustus ja maksatoksisus. Näiteks näitas uuring, kus toidust ja toidulisanditest kokku saadi päevas 330 µg seleeni, et suurenes alopeetsia ja dermatiidi risk võrreldes ainult toidust saadud seleeniga. (93)

3.26 Fluor

Ehkki fluori ei peeta inimorganismile hädavajalikuks ehk essentsiaalseks elemendiks, kuna ei ole teada fluoripuudusest põhjustatud terviseprobleeme, antakse fluorile soovituslik tarbimiskogus, kuna on teada fluori hambakaariest ennetavat mõju. Siiski ei peeta kaariest fluorivaeguse tagajärjeks. (96) Fluori piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 52.

Tabel 52. Fluori piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Fluor ¹ , mg	Vanuserühm	Fluor ¹ , mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ²	–	11–14-aastased	2,3	2,4
7–11 kuud	0,4	15–17-aastased	2,9	3,3
1–3-aastased	0,7	18–24-aastased	3,2	3,8
4–6-aastased	1,0	25–50-aastased	3,2	3,7
7–10-aastased	1,5	51–70-aastased	3,2	3,7
		Üle 70-aastased	3,0	3,5
		Lapseootel naised	3,2	
		Imetavad emad	3,2	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg			7	

¹ Põhineb AI-l 0,05 mg kehamassi kg kohta, kasutades rahvastiku võrdluskehamasse. Lapseootel naiste ja imetavate emade puhul arvestada raseduseelset kehamassi

² Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitused neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitused põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Käesolevad tarbimissoovitused põhinevad Euroopa Toiduohutusameti (EFSA) soovitustel, sest EFSA dieettoodete, toitumise ja allergiate paneel leidis 2013. aastal, et piisava koguse (AI) määramine on asjakohane, kuna toidus sisalduv fluor avaldab kasulikku mõju hambakaariese ennetamisele. Piisav kogus põhineb epidemioloogilistel uuringutel, mis näitavad pöördvõrdelist seost vee fluorisisalduse ja kaariese levimuse vahel. Fluori AI-ks määrati 0,05 mg/kg/päevas nii lastele kui ka täiskasvanutele. (96)

Fluori saamine

Fluori peamisteks toiduallikateks on joogivesi (sh mineraalvesi), tee (*Camellia sinensis*), mereannid ja koos luudega söödav kala (nt sardiinid), mineraalvesi, puuviljamahlad. Pinnavees on fluori tase madal, põhjavees võib ületada ohutu piiri. Lastele võib oluline fluori allikas (nt kuni 48% saadavast fluorist 2–3-aastastel lastel) olla hambapasta, eriti kui see alla neelatakse. (96)

Tervisesesosed

Fluor seondub hambaemaili ja luukoega, muutes need happerünnakule vastupidavamaks, mis vähendab oluliselt hambakaariese riski. Samuti stimuleerib fluor luude mineraliseerumist, kuid liiasuse korral võib see hoopis halvendada luude tugevust. (96)

Inim- ja loomkatsetes on leitud, et suur fluori tarbimine või kokkupuude fluoriga võib mõjutada kilpnäärmehormoonide, nagu trijodotüroniini (T3), türoksiini (T4) ja kilpnääret stimuleeriva hormooni (TSH) taset. Seos fluori ja TSH vahel võib sõltuda ka joodisisaldusest organismis. (96)

Mitmed uuringud näitavad, et suurem kokkupuude fluoriga võib olla seotud TSH taseme tõusuga, mis viitab võimalikule kilpnäärme alatalitlusele (97,98). Mõned uuringud on täheldanud ka T3 ja T4 tasemete langust kõrge fluorikokkupuute korral, kuid tulemused on ebaühtlased (99) ja sesed võivad sõltuda paljudest teguritest, sealhulgas fluori kogusest, joodi olemasolust ja individuaalsetest erinevustest (96)

Prospektiivsed uuringud on leidnud, et sünnieelne ja perinataalne (vahetult sünnijärgne) kokkupuude fluoriga võib olla seotud negatiivse mõjuga lapse kognitiivsele arengule. (96) 2025. aastal ilmunud süstemaatiline ülevaade ja metaanalüüs kinnitasid statistiliselt olulist pöördvõrdelist seost fluoriga kokkupuute ja laste IQ vahel (100), kuigi IQ muutus oli suhteliselt väike.

Fluori soovitusliku tarbimise määramine Põhja- ja Baltimaades on keeruline, kuna puuduvad täpsed andmed toitude fluori sisalduse ning rahvastiku fluori tarbimise kohta. Ohutute tarbimisväärtuste määramiseks on vaja fluori taset jälgida ning kehtestada kontrollväärtused nii uriinis kui ka plasmas. (96)

Toksilisus

Ägedaks toksilisuseks loetakse fluori kogust 2,2 g /kg kehamassi kohta täiskasvanutel. Lastel võib juba 15 mg/kg olla surmav ning 5 mg/kg põhjustada iiveldust, oksendamist, kõhuvalu. Krooniline liigtarbimine võib viia skeletifluoroosi ja luude rabeduseni ning suurendada luumurdude riski. (96)

3.27 Mangaan

Mangaan on oluline mikroelement, mis osaleb paljude ensüümide koostises. Mangaanipuudus on harv, kuid kokkupuude suurte kontsentratsioonidega (nt joogiveest või tööksekkonnast) võib olla seotud neurotoksiliste toimetega ja neuroloogiliste arenguhäiretega lastel (101). Mangaani piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 53.

Tabel 53. Mangaani piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Mangaan, mg	Vanuserühm	Mangaan, mg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	0,012	11–14-aastased	2,0	2,0
7–11 kuud	0,02–0,5 ²	15–17-aastased	3,0	2,5
1–3-aastased	0,5	18–24-aastased	3,0	3,0
4–6-aastased	1,0	25–50-aastased	3,0	3,0
7–10-aastased	1,5	51–70-aastased	3,0	3,0
		Üle 70-aastased	3,0	3,0
		Lapseootel naised	3,0	
		Imetavad emad	3,0	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), mg	Ülempiiri ei ole määratud			

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitusel neile puuduvad. Olemasolevad kuni kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

² Vahemik põhineb kuni 6 kuu vanuste imikute tarbimisväärtuse laiendamisel, täheldatud tarbimise keskmisel ja täiskasvanute väärtuse kitsendamisel

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Mangaan osaleb inimkehas mitme ensüümi sünteesis ja aktiveerimises, olles kofaktor mitmesugustes metalloensüümides (näiteks mangaan-superoksiidismutaas ehk MnSOD). MnSOD on mitokondrites töötav antioksidantne ensüüm, mis hoiab mitokondrites oksüdatiivse stressi taseme füsioloogilistes piirides. Mangaani leidub kõigis kudedes ja see on vajalik normaalseks aminohapete, lipiidide, valkude ja süsivesikute ainevahetuseks. Samuti osaleb mangaan reproduktsiooniprotsessis, luukoe moodustumises, immuunsüsteemi talitluses, veresuhkru ja rakuenergia reguleerimises, seedimises ja koostöös K-vitamiiniga ka vere hüübimises. (101)

Mangaani saamine

Parimad mangaani allikad on taimset päritolu toidud, nagu pähklid-seemned, kuivatatud puuviljad-marjad, osad metsamarjad (nt mustikad, pohlad), kaunviljad, teraviljatooted, lehtköögiviljad (Tabel 54). Rohkesti leidub mangaani ka värsketes maitsetaimedes (nt salvei, petersell, tüümian, till, piparmünt, basiilik), kuid neid tarvitatakse väikestes kogustes. Vähem (või üldse mitte) leidub mangaani kartulis, piimatoodetes, rasvades ja õliviljades, munas, lihas (v.a maks) ning piima, kala, muna ja liha asemel kasutatavates rikastamata toodetes (v.a kookosjook). (11)

Tabel 54. Mangaani allikad* (11)

	üle 75%\$	50–75%\$	30–50%\$	15–30%\$
Köögiviljad	Kuivatatud vetikas <i>Nori</i>	Spinat, kuivatatud vetikad (<i>Spirulina</i> , <i>Klorella</i>)	Lehtkapsas	Lehtpeet, bambusevõrsed, peet, peedimahl, must küüslauk, peasalat, okra, päikesekuivatatud tomatid õlis, juurpetersell, mädarõigas, mustjuur
Kaunviljad			Edamame oad, sojaoad	Kikerhersed, valged oad, oad keskmiselt, läätsed
Puuviljad	Kuivatatud banaan		Kuivatatud mango	Kuivatatud datlid; kaktusvili, kuivatatud viigimarjad ja õunad; ananass, datlid
Marjad	Kuivatatud mustikad, külmkuivatatud mustikad, pohlad ja vaarikad, kuivatatud valged mooruspuumarjad ja kibuvitsamarjad; mustikad, pohlad; külmkuivatatud maasikad	Pihlakamarjad	Murakad, põldmarjad, vaarikad, kibuvitsamarjad, astelpajujuhu, leedrimarjad	Metsmaasikad, pampel
Leivatooted	Näkileib täisterarukki- ja nisujahust, riisigalett	Täisterasai, täisteraleib	Tatragalett, sepik, mitmeviljasai, seemne- ja peenleib	Rukklileib
Pudrud jm		Rukkikamajahu	Kamajahu, tatramakaronid, täisterariis, amarant, punane riis, bulgur, kinoa, manna- ja kaerahelbepuder	Nisuhelbe-, täisteramanna- ja neljaviljahelbepuder, metsik riis, tatra-, rukki- ja odrakruubipuder
Piimatoodete asemel kasutatavad taimsed toidud				Kookosjook
Pähklid	Sarapuupähklid, kookosjahu, makadaamia- ja Kreeka pähklid, kookoshelbed, pekanipähklid	Maapähklid, maapähklivõie, India pähklid, mandlid, mandlijahu	Kastanid, kookospähkel, pistaatsiapähklid	
Seemned	Kanepijahu, mooniseemned, kõrvitsaseemnejahu, seederänni- ja kanepiseemned, toorkakao- ja kakaojoogipulber, kõrvitsaseemned, linajahu, tšii- ja lina- ja sinepiseemned	Päevalilleseemned	Tahiini ehk seesamiseemnepasta, seesamiseemned	
Rasvad, õliviljad				Klassikaline hummus
Kala				Austrikonserv, rannakarbide
Punane liha				Veisemaks
Putukad	Kuivatatud kilgid			
Muud (pärm, jodeeritud sool)			Maitsepärm	

* 100 g kohta võrreldes 25–50-aastaste naiste päevase soovitusena, %\$

Terviseseeosed

Mangaani leidub laialdaselt väga paljudes toitudes, mistõttu mitmekesise toitumise korral selle puudust tavaliselt ei esine. Väga ühekülgse toitumise puhul võib mangaani puudus siiski tekkida, põhjustades organismis glükoosi kasutamise vähenemist ja luukoe nõrgenemist. (101)

Toidust saadava mangaani mõju närvisüsteemile on seni vähe uuritud ja olemasolevad andmed ei näita täiskasvanutel selget mõju. Epidemioloogilised uuringud viitavad, et suurenenud kokkupuude mangaaniga (nt joogivee või õhu kaudu) võib olla seotud laste kognitiivsete ja motoorsete oskuste nõrgenemisega, eriti kui kokkupuude toimus enne sündi. Tulemuste tõlgendamist piiravad aga vähene prospektiivsete uuringute arv, ebaühtlased biomarkerid ja meetodite erinevus. (102)

Mõned uuringud on näidanud, et osteoporoosiga naistel on veres madalam mangaanisaldus võrreldes naistega, kelle luutihedus on normaalne (103). Samuti on leitud mittelineaarseid seoseid uriini ja vere mangaanitaseme ning metaboolse sündroomi vahel – suurem mangaanitarbimine toidust võib olla seotud väiksema metaboolse sündroomi esinemissagedusega (104).

On viiteid, et plasma mangaanisalduse ja 2. tüüpi diabeedi vahel võib olla seos, kus nii liiga madal kui ka liiga kõrge mangaanitaseme võivad suurendada haigestumise riski. Siiski on enamik neid tulemusi pärit uuringutest, mille ülesehitus ei võimalda põhjuslikke seoseid kindlalt tõestada ja mida võivad mõjutada mitmed muud tegurid. (105)

Toksilisus

Mangaani krooniline liiasus võib põhjustada Parkinsoni tõve taolisi liigutushäireid ja kognitiivseid kahjustusi. Peamisteks riskiteguriteks on pikaajaline kokkupuude mangaaniühenditega tööstuslikes tingimustes või suure mangaanisaldusega joogivee tarbimine. (106)

EFSA ei ole kehtestanud mangaani tarbimise ülempiiri (UL), kuna puuduvad usaldusväärsed biomarkerid mangaani staatuse hindamiseks ning seosed tervisemõjude ja tarbimistasemete vahel on piiratud. Küll aga on määratud piisav päevane tarbimine (AI) täiskasvanutele tasemel 3 mg/päevas, sh rasedatele ja imetavatele naistele. Laste ja noorukite AI väärtused on tuletatud kehamassi põhjal täiskasvanute normidest (107). USA Institute of Medicine (IOM, 2001) on määranud **täiskasvanutele UL-i väärtuseks 11 mg/päevas**, kuid see kehtib toidust ja toidulisanditest kokku saadud kogustele. (101)

3.28 Molübdeen

Molübdeen on inimese organismi elutähtis mikroelement, mis osaleb molübdeeni kofaktorina (Moco) mitmete ensüümide töös. Molübdeenipuuduse kliinilisi tunnuseid tervetel inimestel ei ole tuvastatud, kuid Moco puudulikkus on haruldane geneetiline haigus, mis viib molübdeeni kofaktorit sisaldavate ensüümide täieliku defitsiidini. (108) Molübdeeni piisavad ööpäevased tarbimiskogused ja tarbimise ülempiir on toodud Tabel 55.

Tabel 55. Molübdeeni piisavad ööpäevased tarbimiskogused ning kindlaks määratud tarbimise ülempiir

Piisav ööpäevane tarbimiskogus (AI)				
Vanuserühm	Molübdeen, µg	Vanuserühm	Molübdeen, µg	
Imikud ja lapsed			Naised	Mehed
0–6 kuud ¹	–	11–14-aastased	50	45
7–11 kuud	10	15–17-aastased	60	60
1–3-aastased	15	18–24-aastased	65	65
4–6-aastased	20	25–50-aastased	65	65
7–10-aastased	30	51–70-aastased	65	65
		Üle 70-aastased	65	65
		Lapseootel naised	70	
		Imetavad emad	65	
Kindlaks määratud tarbimise ülempiir täiskasvanutel (UL), µg	600			

¹ Esimese 6 kuu jooksul on imikute eelistatud toiduks ainult rinnapiim, mistõttu paljude mineraalainete soovitused neile puuduvad. Olemasolevad kuni 6 kuu vanuste imikute soovitusel põhinevad hinnangulisel rinnapiima tarbimisel. Tegu on AI väärtustega

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Inimorganismis osaleb molübdeen kofaktorina nelja ensüümi puhul: ksantiini oksüdaas (XO), aldehüüdi oksüdaas, sulfiidi oksüdaas (SO) ja mitokondriaalne amidoksiimi redutseeriv komponent (mARC). (108)

XO on ensüüm, mille osalusel toimub puriinaluste oksüdeerumine kusihaapeks. Aldehüüdi oksüdaasi peamised ülesanded organismis on seotud aldehüüdide ravimite, bioaktiivsete ja endogeensete ainete lõhustamisega maksas ja nende muutmise organismist elimineeritavaks (109). SO võtab osa organismi väävlainevahetusest, osaledes vesiniksulfiidi (H₂S) detoksikatsioonil sulfaadiks, et vältida toksiliste jääkainete kuhjumist, kaitstes rakke ja närvisüsteemi (110). mARC osaleb toksiliste lämmastikku sisaldavate ühendite redutseerimises, toetades ravimite bioaktiveerimist ja detoksikatsiooni. Nende ensüümide kaudu on molübdeen seotud mitmete ainete (nt sulfiidid) lagundamise ja ohutuks muutmise organismis. (108)

Molübdeeni saamine

Molübdeeni peamised allikad toidus on teraviljatooted, köögiviljad ja piimatooted. Molübdeeni sisaldus toidus võib varieeruda sõltuvalt pinnase molübdeenisisaldusest ja pH-st (pH tõustes molübdeeni omastatavus taimedes suureneb). Imikute piimasegud sisaldavad samuti märkimisväärsel määral molübdeeni. Molübdeen imendub hästi vees lahustuva molübdaadina ning organism reguleerib selle taset peamiselt uriinierituse kaudu. (108)

Tervisesesosed

Molübdeenipuudus tervetel inimestel on äärmiselt haruldane. Üksikuhtum kirjeldab puudust Crohni tõve patsiendil, kes sai pikaajalist parenteraalset toitmist molübdeenita ja kellel täheldati sümptomitena neuroloogilisi häireid, nägemisprobleeme ja kardioloogilisi sümptomeid. (108)

Moco geneetiline defitsiit põhjustab rasket sünnijärgset neuroloogilist kahjustust ja võib olla eluohtlik. Kõrgenenud molübdeeni taset on seostatud ka kusihaape taseme tõusu ja podagraatoliste sümptomitega ning neerufunktsiooni langusega. (108)

Toksilisus

Molübdeeni toksilisuse kohta inimestel on vähe andmeid. Toksilised sümptomid (nt podagra ja plasma kusihaappesisalduse tõus) on kirjeldatud piirkondades, kus pinnase molübdeenisisaldus on väga kõrge ja päevane tarbimine ulatus 10–15 mg-ni. Molübdeeni liigtarbimine võib kahjustada neere ning on loomkatsetes seostatud reproduktiivtoksilise (s.o kahjuliku mõju inimese või looma sigimisvõimele ja järglaste arengule) toimega. (108)

Biomarkerid

Molübdeenisisalduse hindamiseks organismis ei ole veel välja töötatud usaldusväärseid biokeemilisi markereid. Veres mõõdetav molübdeenitase peegeldab pigem pikaajalist tarbimist, samas kui ööpäevane uriinieritus annab teavet lühiajalise tarbimise kohta. (108)

3.29. Kroom

Kolmevalentne kroom (Cr^{III}) on kroomi peamine vorm, mis esineb looduslikult laialdaselt – seda leidub õhus, vees, mullas ja bioloogilistes materjalides. Cr^{III} on olemas ka toitudes, mistõttu mitmekeselt toituvatel tervetel inimestel ei ole kroomi defitsiiti täheldatud. EFSA on hinnanud kroomi soovituslikuks tarbimisvahemikuks 57–84 μg /päevas. Toidust saadud kroomist imendub organismis passiivse difusiooni teel ligikaudu 0,5%, ülejäänu väljutatakse kehast väljaheidetega. (111)

Olulisemad füsioloogilised funktsioonid organismis

Kroomi täpset bioloogilist funktsiooni ei ole veel kindlaks tehtud. Arvatakse, et Cr^{III} võib suurendada insuliinitundlikkust, mõjutades glükoosi rakku transportivate retseptorite (GLUT-4) aktiivsust. Samuti võib kroom pärssida kolesterooli biosünteesi võtmeensüümi HMG-CoA reduktaasi ning seeläbi mõjutada kolesterooli ainevahetust. Lisaks on leitud, et kroomi puudus võib suurendada põletikulisi protsesse ning kaudselt mõjutada süsivesikute, lipiidide ja valkude ainevahetust insuliini kaudu. (111)

Kroomi saamine

Kroomile ei ole antud soovituslikku tarbimiskogust ning kroomi sisaldused toitade toitaanelise koostise andmebaasides on puudulikud. Nutridata andmebaasi järgi võib parimate allikatena tuua välja parapähklid, kuivatatud aprikoosid, datlid, roheline sibula, kuivatatud valged mooruspuumarjad, konserveeritud rannakarbid, küpsetatud veise sisefilee, marineeritud männi- ja kuuseriisikad, meriforelli, tursamaksakonservi, seesamiseemned. (11)

Terviseesosed

Dokumenteeritud kroomipuuduse juhud on üksikud ning enamasti seotud parenteraalse toitmisega. Puuduse sümptomiteks on täheldatud glükoositalumatust, neuropaatiad (närvikahjustused või -

haigused, mis põhjustavad tundehäireid (nt kipitus, tuimus, põletav valu, lihasnõrkus, kehamassi langust, plasma ravhapete sisalduse tõusu ja lämmastiku ainevahetuse häireid. (111)

Kroom võib aidata parandada insuliinitundlikkust ja glükoosi omastumist 2. tüüpi diabeedi korral. Lisaks võib kroom ülekaaluliste puhul aidata kaasa kaalu langusele ning kehakoostise paranemisele. Siiski ei ole need seosed erinevate haigustega veel selgelt tõestatud. Kõrge suhkrusisaldusega toidud, nagu näiteks karastusjoogid ja lauasuhkur – ei ole pelgalt vähese kroomisisaldusega, vaid võivad soodustada ka kroomi eritumist organismist. (111)

Toksilisus

Cr^{III} toksilisus on madal, kuid suuremate annuste puhul (150–1000 µg/päevas) on täheldatud kergeid kõrvaltoimeid: iiveldus, seedehäired, peavalu, urtikaaria ehk nõgestõbi. Cr^{VI} on kantserogeenne ja seotud DNA kahjustuste ja vähkkasvajate tekke riskiga, eriti sissehingamisel või saastunud joogivee kaudu. EFSA peab kroompikolinaati ohutuks kuni 250 µg/päevas, kuid tarbimise ülempiiri (UL) Cr^{III}-le ei ole kehtestatud.

Biomarkerid

Kroomisisalduse määramiseks organismis puuduvad seni veel usaldusväärsed biomarkerid.

4. Muud ained

4.1 Antioksüdandid

Alljärgnev peatükk käsitleb toidus leiduvate ühendite antioksüdantset toimet, kuna paljusid bioaktiivseid ühendeid on teadusuuringutes käsitletud eeskätt just nende antioksüdantsuse põhjal. Neid toitaineid, millel on lisaks toitainelistele funktsioonidele roll organismi antioksüdantses kaitstes (näiteks A-, C- ja E-vitamiin, seleen jt), käesolevas peatükis ei käsitleta – neid käsitleti toitainete peatükkides.

Selle peatüki fookuses on teised antioksüdantsed ühendid, mida leidub nii taimset kui ka loomset päritolu toidus. Näiteks lükopeen, resveratrol, astaksantiin, kvertsetiin, kurkumiin, allitsiin, antotsüaniinid jt on taimset päritolu ning osad aminohapped (tauriin, karnosiin, kreatiin), koensüüm Q₁₀, antioksüdantsed peptiidid jt on loomset päritolu ühendid. (36,112,113)

Miks on antioksüdandid vajalikud?

Organismi normaalses ainevahetuses toimuvad pidevalt erinevad oksüdatiivsed protsessid, mis on elu seisukohalt hädavajalikud. Mõnes neist protsessidest tekib ka reaktiivseid osakesi, sh vabad radikaalid. Paraku puutub organism igapäevaselt kokku ka mitmete keskkonnateguritega (nt tubakasuits, saaste, ravimid, kiirgus jms), mis soodustavad liigsete reaktiivsete osakeste, sh vabade radikaalide teket organismis. Kui nende osakeste hulk ületab organismi loomuliku antioksüdantse kaitsevõime, kujuneb välja oksüdatiivne stress, mis võib olla kahjulik. Antioksüdantsete ühendite piisav saamine toiduga toetab keha enda antioksüdantset kaitstesüsteemi, aidates säilitada tasakaalu ja ennetada rakukahjustusi. (36)

Miks ei ole antioksidantidele määratud soovituslikke päevaseid koguseid?

Ühendi antioksüdantsusest lähtudes ei ole määratud täpseid päevaseid tarbimissoovitusi (2). Selle põhjuseks on suur varieeruvus nende imendumises, metabolismis ja organismisiseses mõjudes. Aine imendumine sõltub selle keemilisest struktuurist, mikroobide poolt läbiviidavast lagundamisprotsessist seedesüsteemis, individuaalsest mikrobiotast ja ainevahetusensüümide aktiivsusest. Kuna need tegurid varieeruvad suuresti indiviiditi, on mõistlikum soovitada rikkalikku ja mitmekesist tasakaalustatud toidulauda, milles on väga suures ülekaalus taimset päritolu toidud. Selline toitumine aitab tagada erinevate antioksüdantsete ühendite piisava saamise ja toetab organismi kaitsevõimet.

Miks pööratakse teaduses järjest rohkem tähelepanu ka antioksüdantidele?

Antioxidandid aitavad kontrollida oksüdatiivse stressi taset, neutraliseerides liigseid vabu radikaale, mis võivad kahjustada rakukomponente nagu DNA, valgud ja lipiidid. Lisaks sellele suudavad paljud sellised ühendid aktiveerida rakusisesed transkriptsioonifaktoreid ja signaaliradasid, mis tõstavad organismi enda antioksüdantsete ensüümide (nt superoksiidi dismutaas, katalaas, glutatioonperoksüdaas jt) võimekust. Rida antioksüdantseid ühendeid (eriti just polüfenoolid) mõjutavad positiivselt soole mikrobiota kooslust ja selle metaboliite (nt lühikese ahelaga rasvhapped), toetades inimorganismi ainevahetust ja põletikuvastaseid mehhanisme. Üks näide: resveratrool aktiveerib ensüümi SIRT-1, mis reguleerib glükoosi- ja lipiidiainevahetust ning osaleb põletikuradade kontrollis. (36)

Inimorganismis võivad toidust saadud antioksüdandid mõjutada mitmeid bioloogilisi protsesse, reguleerides redoksreaktsioone vabade radikaalide sidumise kaudu ja stimuleerides keha enda antioksüdantide tootmist. Samuti võib neil ühenditel olla antiapoptootiline (rakkude enneaegset surma ennetav); antikantserogeenne (vähirakkude teket ennetav ja kasvu pidurdav); põletiku ja ateroskleroosivastane (südame-veresoonkonna haiguste riski vähendav) ning endoteeli funktsiooni (veresoonte seinte tervist) toetav ja angiogeneesi (uute veresoonte teket, nt vähikoosse) pidurdavaid omadusi. Kokkuvõttes aitavad paljud antioksüdantsed ühendid kaitsta organismi ja toetada olulisi elutähtsaid funktsioone. (36)

Antioxidantide saamine toidust

Peamised antioksüdantide allikad on:

- marjad – näiteks mustikad, mustad sõstrad, maasikad, vaarikad
- puuviljad – näiteks granaatõunad, apelsinid, sidrunid, viinamarjad
- köögiviljad – näiteks punane ja lehtkapsas, paprika, kaunviljad
- teraviljad, pähklid ja seemned – näiteks Kreeka pähklid, päevalilleseemned
- joogid – näiteks roheline ja must tee, kakao, kohv

Loomset päritolu toidust (kala, liha maks, piimatooted, muna jt) saame antioksüdantse toimega ühendeid nagu tauriin, kreatiin, karnosiin ja koensüüm Q10 jt. (36)

Antioxidantide preparaatide kasutamisest

Toidulisandite kujul antioksüdantide meelevaldne tarbimine ei ole üldjuhul põhjendatud ega ohutu ilma selles valdkonnas pädeva toitumisspetsialisti või arsti soovituseta. Tuleb meele pidada, et vabad

radikaalid on organismis vajalikud teatud signaalmehhanismides ja nende täielik pärssimine võib olla kahjulik. Oluline on tasakaal nende tekke ja kõrvaldamise vahel. Seega on parim viis antioksidantsete ühendite saamiseks mitmekesine ja looduslikest allikatest pärinev toitumine. (36)

Biomarkerid ja antioksidantne staatus

Oksüdatiivse stressi ja antioksidantse staatuse hindamiseks kasutatakse vereplasma TAC-i (*total antioxidant capacity*), ORAC - (*oxygen radical absorbance capacity*), FRAP - (*ferric-reducing antioxidant power*) ja TRAP- (*total radical-trapping antioxidant parameters*) teste. Samuti hinnatakse polüfenoolide sisaldust uriinis ja veres, kus hippuurhape on esile tõstetud võimaliku markerina polüfenoolide tarbimise ning vähese köögi- ja puuviljade tarbimise näitajana.

4.2 Kofeiin

Kofeiin (1,3,7-trimetüülksantiin) on alkaloid, mida taimed toodavad loodusliku kaitsevahendina, toimides omamoodi pestitsiidina, tappes näiteks putukad, kes söövad seda taime. Kofeiini suurimaid kontsentratsioone on leitud kohvitaimede ubades ja lehtedes, tees, matepuu lehtedes, guaraanamarjades, koolapähklis ja kakaoubades. Kokku on kofeiini leitud üle 100 taime ubades, lehtedes või viljades. (114)

4.2.1 Kofeiini seos tervisega

Tarbitud kofeiin absorbeerub kiiresti ja täielikult 30–120 minutiga. Selle stimuleeriv toime võib alata 15–30 minutit pärast tarbimist ja kesta mõned tunnid. Täiskasvanutel on kofeiini poolväärtusajaks (aeg, mis kulub 50% kofeiini eemaldamiseks organismist) umbes neli tundi (kõikudes kahest kaheksa tunnini). Poolväärtusaeg varieerub laialdaselt ja sõltub vanusest, kehamassist, tarbitud ravimitest ja maksa tervisest ning sellest, kas ollakse lapseootel. (115–118)

Kofeiin imendub verre, läbides kergesti nii hematoentsefaalbarjääri (kaitseb kesknärvisüsteemi) kui ka platsentaar- (kaitseb loodet) ja testikulaarbarjääri (kaitseb seemnejuhasid) (119,120). Peamine kofeiini ainevahetus toimub maksas, kus umbes 70–80% sellest muundatakse paraksantiiniks (1,7-dimetüülksantiin ehk 17X) ensüümi CYP1A2 abil. Kofeiini metabolismi, kehast väljutamist ja farmakokineetikat mõjutavad paljud tegurid, nagu vanus, sugu, hormonaalne seisund, maksafunktsioon, rasvumine, suitsetamine ja toitumine (121). Üksikisikute vahelised erinevused kofeiini ainevahetuses tulenevad peamiselt CYP1A2-ensüümi aktiivsuse varieeruvusest, mis on tingitud CYP1A2-geeni geneetilistest polümorfismidest ning võivad põhjustada ensüümi tootmise suurenemist või vähenemist (122).

Kofeiini peamine farmakoloogiline toime on kesknärvisüsteemi ergutamine. Põhiline kofeiini molekulaarne toimemehhanism seisneb adenosini retseptorite pärssimises, mida leidub paljudes kudedes, sealhulgas ajus. Mitmed elektrofüsioloogilised uuringud on näidanud kofeiini positiivset mõju valvsusele, tähelepanuvõimele, reaktsioonikiirusele, infotöötlusele ja erutuvusele (123).

Samuti on kofeiinil märkimisväärne mõju südame-veresoonkonnale, aga kuna selle olemus on mitmetahuline ja keerukas ning tihtipeale vastandliku toimega, siis võib selle toime olla etteaimamatu (114). Olemasolevate andmete põhjal võib väita, et regulaarne kofeiini tarbimine koguses kuni 400 mg

päevas (kõigist allikatest) ei suurenda täiskasvanutel südame-veresoonkonna haiguste riski (118). Inimestel, kellel ei ole välja kujunenud kofeiinitaluvust, võib kofeiin avaldada mitmesuguseid toimeid südame-veresoonkonna süsteemile (124–127)

- mõõdukas vererõhu tõus (nii süstoolne kui diastoolne)
- mõju südame löögisagedusele, mis sõltub tarbitud kofeiini kogusest – võib esineda kas bradükardia (südame rütm alla 60 löögi minutis) või tahhükardia (üle 100 löögi minutis)
- neuroendokriinne toime, sealhulgas adrenaliini, noradrenaliini ja reniini vabanemine

Lisaks närvisüsteemile ja südame-veresoonkonnale avaldab kofeiin mõju teistele elundkondadele. Kofeiin võib kiirendada hingamissagedust ning võib mõjutada erituselundkonda, suurendades neerude kaudu naatriumi ja vee eritumist. See toime on seotud glomerulaarfiltratsiooni suurenemisega ning naatriumi ja vee tagasiimendumise pärssimisega. Kofeiin suurendab naatriumi väljutamist tänu reniini vabanemisele neerudes (122,128).

Kofeiini puhul on täheldatud ergutavat toimet mao soolhappe ja pepsiini sekretsioonile. Kofeiin mõjub vabade rasvhapete, kortisooli ja glükoosi tasemele veres ning ainevahetuse kiirusele. Pärast kofeiini tarbimist on täheldatud vee, kaltsiumi ja naatriumi eritumise suurenemist uriiniga (114,122,128,129). Vee ja naatriumi eritumist suurendav toime tuleneb peamiselt kofeiini mõjust neerudele, kus pärsitakse naatriumi tagasiimendumist proksimaalsetes neerutuubulites (122,128). Pikaajalisel mõõdukal kohvi tarbimisel on märgatud mõningaid positiivseid tervisemõjusid ning mõõdukas kohvi ja tee joomine ei kujuta tervisele ohtu. Negatiivsed mõjud ilmnevad aga filtreerimata kohvi, magustatud kohvijookide ja kofeiini sisaldavate jookide ning energijookide liigsel tarbimisel, mis on seotud kofeiini, lisatud suhkrute ja muude magustajate magusainete sisaldusega (130).

Suured kofeiinikogused võivad avalduda erinevalt, näiteks ärrituvuse, närvilisuse, ärevustunde, rahutuse, segaduse, paranoia, hallutsinatsioonide, düskineesia (korduvad sundliigutused), pingeseisundi, peavalu, pearingluse, unetuse, isukaotuse, kõhulahtisuse, iivelduse, punastamise, käte värisemise, vereringehäirete, arütmia, madala vererõhu või valutundetuse (114,131). Need sümptomid võivad ilmneda nii pika- kui ka lühiajalisel tarbimisel ning võivad olla kofeiinimürgistuse tunnusteks.

Kofeiinimürgistus avaldub täiskasvanutel kofeiiniannuste juures, mis on suuremad kui 7–8 mg/kg/päevas või 500–600 mg päevas (114). Kofeiinimürgistuse tagajärjel võivad tekkida südame rütmihäired, atakk, hüpokaleemia (kaaliumi puudus), hüperglükeemia (füsioloogilisest normist suurem glükoosisisaldus veres), leukotsütoos (leukotsüütide rohkus veres), ketoos (füsioloogilisest normist suurem ketokehade sisaldus veres) või metaboolne atsidoos (tekib peamiselt piimhappe ehk laktaadi suure hulga tekkimisel intensiivse lihastöö käigus) (131).

Kliinilise toksilisuse nähud hakkavad täiskasvanutel ilmnema 1 grammi kofeiini juures päevas ning kogus 5–10 grammi (140–170 mg/kg/päevas ehk 60–100 tassi kohvi) võib juba osutada surmavaks (114,132). Toksiliseks vere kofeiinisalduseks loetakse 15 mg/l ja surmavaks 80 mg/l (114).

Kofeiinil on ergutavad omadused, mis võivad parandada sooritusvõimet erinevate treeningutüüpide ajal. Umbes 80% positiivsetest mõjudest on täheldatud vastupidavustreeningute puhul, kuid ka lihasjõu ja lihasvastupidavuse testides. Kõrge intensiivsusega treeningutes on kaks kolmandikku uuringutest

näidanud füüsilist sooritusvõimet, töövõimet või taastumist parandavat toimet. Sõltumata treeningu tüübist oli nendes uuringute ühine joon, et kofeiin vähendas pingutuse tajumist ja valutunnet, välja arvatud väga lühiajalise anaeroobse treeningu korral. (133)

Samuti on teada, et kofeiin mõjutab und. Kofeiini tarbimine ärkveloleku aja pikendamiseks ja soorituse optimeerimiseks võib kaasa tuua negatiivsed mõjud (väsimus, sooritusvõime langus ja keskendumisraskused) järgnevatel päevadel. Kofeiini mõju võib olla kahetine, ühest küljest varjab väsimust, kuid võib teisalt olla ka selle põhjustaja (134). Uuringud näitavad, et 300–400 mg kofeiini tarbimine vahetult enne magamaminekut võib lühendada une kestust 30–80 minuti võrra. Ka väiksemad kogused, nt 100 mg (s.o väike tass kanget kohvi), võivad põhjustada uinumise edasilükkumist ja halvendada une kvaliteeti järgneva 3–4 tunni jooksul. Harjumuspäraste kohvijoojate uni ei pruugi kofeiinist märkimisväärselt mõjutatud olla, kuna regulaarne kofeiini tarbimine võib kaasa tuua kõrgeenenud taluvuse ning kofeiinist loobumine võib omakorda seostuda ebameeldivate aistingutega, nagu näiteks peavalu, unisus, depressioon, ärevus, väsimus, ärrituvus ja tähelepanuvõime halvenemine (135). Võõrutusnähtud võivad kesta 1–2 päeva kuni isegi nädal pärast tarbimise lõpetamist (136).

Lastel ja noorukitel on täheldatud kofeiini liigse tarbimise tulemusena kõrge vererõhu, unetuse, krooniliste peavalude, ärrituvuse, õpiraskuste ja teiste kahjulike kõrvalnähtude suurenemist (131). Uuringutulemused näitavad, et kofeiini tarbimine võib pärssida laste kasvu ja arengut ning omada negatiivset mõju laste kognitiivsele arengule. On leitud, et 9–10-aastaste laste kofeiini tarbimine on negatiivselt seotud mitmete kognitiivsete funktsioonidega, nagu sõnavara mõistmine, töömälu, kognitiivne paindlikkus, infotöötlemiskiirus ja episoodiline mälu. Kuigi kofeiini tarbimise mõju noorte aju arengule ei ole veel põhjalikult uuritud, viitavad olemasolevad andmed sellele, et kofeiin võib kriitilistel arenguperioodidel häirida aju normaalset arengut. Lapsed ja noorukid, kes ei ole regulaarsed kofeiini tarbijad, võivad olla kofeiini suhtes tundlikumad, kuna neil puudub farmakoloogiline taluvus. (137) Seni tehtud uuringute põhjal võib öelda, et laste puhul on täheldatud ärevuse teket, kui kofeiini tarbitakse üle 2,5 mg/kg/päevas. Kofeiini toksilisus lastel avaldub ohtra oksendamise, tahhükardia, kesknärvisüsteemi ärrituse ja uriini suurenenud eritusena. (138–140) Lisaks lastele kujutab rohke kofeiini tarbimine tõsiseid terviseriske mitmetele teistele rühmadele. Eriti haavatavad on lapseootel naised, kelle puhul on kofeiiniga seostatud iseeneslike abortide ning sündiva lapse madalama sünnikaalu suurenenud riski (141,142). Samuti peaksid kofeiini tarbimist piirama rinnaga toitvad naised, peptilise haavandiga patsiendid ning inimesed, kellel esinevad südame-veresoonkonna haigused, nagu kõrgvererõhutõbi, südamepuudulikkus või rütmihäired (131,143,144).

Kirjeldatud on ka juhtumeid, kus kofeiini sisaldavate energijookide ja alkoholsete jookide samaaegne tarbimine on põhjustanud mürgistusi. Lisaks kofeiini ja alkoholi koostoimele on täheldatud, et suitsetamine kiirendab kofeiini ainevahetust ning võib olla selgituseks, miks suitsetajad kipuvad jooma ka rohkem kohvi kui mitesuitsetajad. Vastupidine efekt esineb aga naistel, kes kasutavad suukaudseid rasestumisvastaseid vahendeid – neil toimub kofeiini eemaldamine organismist aeglasemalt. (145)

Kuna kohv sisaldab erinevaid aineid, sõltub kofeiini toime nii joodud kogusest kui ka tarbimisharjumusest. See mõjutab uurimistulemuste erinevust, kuid võimaliku kahjuliku toime selgitamise kõrval on rohkesti ka kohvi kasulikkust tõestavaid uuringuid. On leitud, et kohv on seotud südamehaiguste tekkeriski vähenemisega (141,146,147). Silmas on peetud mõõdukat kohvi tarbimist (3–5 väikest ehk 100 ml-st tassi päevas). Samuti on leitud, et kohvi joomine vähendab 2. tüüpi diabeedi

riski (141,148). Tõenäoliselt etendavad suurt osa ka antioksidandid (nt klorogeenhape, mis on sarnane viinamarjades leiduvate polüfenoolidega). Antioksidandid aitavad leevendada põletikke. See võib seletada, miks kohv põletikuga seotud haiguste, näiteks diabeedi ja südamehaiguste, puhul nii hästi mõjub. Peale selle on uuringuandmeid ka kofeiini positiivsest mõjust Parkinsoni ja Alzheimeri tõve ennetamisel (141). Vaatlusuuringud näitavad, et mõõdukas kohvi tarbimine võib vähendada maksa ja endomeetriumi (emakakeha) vähi riski (149). Samas sisaldab kohv ühendit kafestooli, mida seostatakse kolesteroolitaseme tõusuga vereseerumis. Kafestooli sisaldus on eriti kõrge filtreerimata kohvijookides, näiteks presskannukohvis. (130) Kui kohvi valmistamisel kasutatakse paberfiltrit, jääb valminud kohvijoogis alles ainult 12,4% algsest kafestoolikogusest (150). Väike kafestoolisisaldus on iseloomulik ka lahustuvatele kiirkohvijookidele (151).

Kokkuvõtvalt võib öelda, et kofeiini mõju sõltub tarbitavast kogusest ning sellest, kas inimene on harjunud kofeiini regulaarselt tarbima. Täiskasvanutele peetakse ohutuks päevaseks koguseks kuni 400 mg kofeiini (142). Nagu täiskasvanutele, on ka lastele ja noorukitele väikesel kofeiinikogusel ergutav mõju, kuid suured annused võivad kaasa tuua närvilisust, värinaid ja ärevust eriti neil, kes tavaliselt kofeiini ei tarbi. Lastel ja noorukitel, kellel on probleeme ärevuse, peavalu või unega, tuleks tähelepanu pöörata nende võimalikule kofeiini tarbimisele.

4.2.2 Kofeiinisisaldused ja koosmõju muude ainetega

Kofeiini leidub väga paljudes toitudes ja jookides, ennekõike kohvis, tees, energijookides ja šokolaadis (Tabel 56). Samuti on müügil kofeiini sisaldavaid komme, närimiskumme, tablette, ravimeid ja toidulisandeid. Kofeiini sisaldavate toidulisandite tarbimine võib põhjustada tarbitava kofeiini koguse olulist suurenemist ja ohutu tarbimise piirnormide ületamist. Lisaks on hinnatud energijookides sisalduvate ainete ja kofeiini koosmõju ning on leitud, et teised tavaliselt neis jookides kasutatavad koostisosad (nt tauriin ja D-glükuronolaktoon) ei mõjuta kofeiini ohutut ühekordset kogust 200 mg.

Tabel 56. Kofeiini sisaldavate eri tootjate ja koostisega toitade ja jookide ligikaudsed kofeiinisisaldused (100 ml või 100 g kohta) (114,143,152–157)

Jook/toit	Kofeiin, mg
Tavaline kohv (nt filtrikohv, masinakohv)	50–77
Espresso	72–120
Lahustuv kohv	35–40
Must tee	15–47
Roheline tee	8–17
Mate tee	17–22
Oolong tee	12–22
Energijook	20–56
Energiašott	267–334
Koolajook	10–13
Tume šokolaad	65–80
Piimašokolaad	22–25
Erinevad väikešokolaadid	6–17

4.2.3 Kofeiini lubatud päevased tarbimiskogused

Kofeiini lubatud päevased tarbimiskogused ning ohutud kogused põhinevad EFSA viimasel hinnangul (118).

Tervete täiskasvanud inimeste (v.a lapseootel naised) puhul loetakse kõikidest allikatest pärineva kofeiini ohutuks päeva jooksul tarbitavaks koguseks kuni 400 mg (umbes 5,7 mg/kg kehamassi kohta). Laste ja noorte puhul on kofeiini ohutuks päevaseks koguseks 3 mg/kg kehamassi kohta.

Lapseootel naistel ja imetavatel emadel on soovituslik tarbida kofeiini võimalikult vähe – kõikidest allikatest (kohv, must ja roheline tee, šokolaad jm) kokku maksimaalselt 200 mg päevas.

Kofeiini tarbimisel 3–6 mg/kg kehamassi kohta umbes 60 minutit enne füüsilist treeningut on lihaseid tugevdav ja lihasjõudlust parandav mõju (158). Tervetele täiskasvanutele (18–65-aastased) ei põhjusta ühekordsed kogused kuni 200 mg kofeiini (umbes 3 mg/kg kehamassi kohta) üldjuhul terviseprobleeme, kui päevane tarbimine jääb alla maksimaalse lubatu. Samas võib juba 100 mg kofeiini (1,4 mg/kg kehamassi kohta) mõjutada une kestust ja mustrit, eriti kui seda tarbitakse vahetult enne magamaminekut.

Kohvi laialdane tarbimine Põhjamaades ja Balti riikides avaldab märkimisväärset keskkonnamõju. Kohvi, tee ja suhkru kasvatamiseks vajalik maakasutus võib vähendada bioloogilist mitmekesisust, mistõttu on soovitatav nende toodete tarbimist keskkonnakaalutlustel piirata. (2)

Kasutatud kirjandus

1. Cloetens L, Ellegård L. Energy – a scoping review for the Nordic Nutrition Recommendations 2023 project. *Food Nutr Res.* 2023 Nov 14;67.
2. Blomhoff R, Andersen R, Arnesen EK, Christensen JJ, Eneroth H, Erkkola M, et al. Nordic Nutrition Recommendations 2023. Nordic Council of Ministers; 2023.
3. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, Cohen R V, Wilding JPH, Brown WA, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025 Mar;13(3):221–62.
4. Pitsi T. Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. Tervise Arengu Instituut; 2017.
5. Winter JE, MacInnis RJ, Wattanapenpaiboon N, Nowson CA. BMI and all-cause mortality in older adults: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2014 Apr;99(4):875–90.
6. Visaria A, Setoguchi S. Body mass index and all-cause mortality in a 21st century U.S. population: A National Health Interview Survey analysis. *PLoS One.* 2023 Jul 5;18(7).
7. Carr PR, Webb KL, Neumann JT, Thao LTP, Beilin LJ, Ernst ME, et al. Associations of body size with all-cause and cause-specific mortality in healthy older adults. *Sci Rep.* 2023 Mar 7;13(1).
8. Hjelmæsæth J, Sjöberg A. Human body weight, nutrients, and foods: a scoping review. *Food Nutr Res.* 2022 Aug 22;66.
9. Henry C. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr.* 2005 Oct 2;8(7a):1133–52.
10. Geirsdóttir ÓG, Pajari AM. Protein – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 12;67.
11. Tervise Arengu Instituut. NutriData toitumisprogramm, toitainelise koostise andmebaas. www.nutridata.ee/tap.
12. Maleky F, Ahmadi L. Adhering to recommended dietary protein intake for optimizing human health benefits *versus* exceeding levels. *RSC Adv.* 2025;15(12):9230–42.
13. Bechshøft RL, Reitelseder S, Højfeldt G, Castro-Mejía JL, Khakimov B, Ahmad HF Bin, et al. Counteracting Age-related Loss of Skeletal Muscle Mass: a clinical and ethnological trial on the role of protein supplementation and training load (CALM Intervention Study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2016 Dec 9;17(1).
14. Ko GJ, Rhee CM, Kalantar-Zadeh K, Joshi S. The Effects of High-Protein Diets on Kidney Health and Longevity. *Journal of the American Society of Nephrology.* 2020 Aug;31(8):1667–79.
15. Retterstøl K, Rosqvist F. Fat and fatty acids – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2024 Jan 12;68.
16. Euroopa Komisjon. Euroopa Komisjoni määrus (EL) 2019/649. 2019.

17. Sonestedt E, Øverby NC. Carbohydrates – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*. 2023 Nov 10;67.
18. Holesh JE, Aslam S, Martin A. *Physiology, Carbohydrates*. StatPearls Publishing; 2025.
19. Nakrani MN, Wineland RH, Anjum F. *Physiology, Glucose Metabolism*. StatPearls Publishing; 2025.
20. Murray B, Rosenbloom C. Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes. *Nutr Rev*. 2018 Apr 1;76(4):243–59.
21. Turck D, Bohn T, Castenmiller J, de Henauw S, Hirsch-Ernst KI, Knutsen HK, et al. Tolerable upper intake level for dietary sugars. *EFSA Journal*. 2022 Feb;20(2).
22. Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EÜ) nr 1169/2011. 2011. p. 18–63.
23. Carlsen H, Pajari AM. Dietary fiber – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*. 2023 Oct 18;67.
24. Gill SK, Rossi M, Bajka B, Whelan K. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2021 Feb 18;18(2):101–16.
25. Bojarczuk A, Skąpska S, Mousavi Khaneghah A, Marszałek K. Health benefits of resistant starch: A review of the literature. *J Funct Foods*. 2022 Jun;93:105094.
26. Rizkalla SW. Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutr Metab (Lond)*. 2010;7(1):82.
27. Vlachos D, Malisova S, Lindberg FA, Karaniki G. Glycemic Index (GI) or Glycemic Load (GL) and Dietary Interventions for Optimizing Postprandial Hyperglycemia in Patients with T2 Diabetes: A Review. *Nutrients*. 2020 May 27;12(6).
28. Augustin LSA, Kendall CWC, Jenkins DJA, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015 Sep;25(9):795–815.
29. Chiavaroli L, Cheung A, Ayoub-Charette S, Ahmed A, Lee D, Au-Yeung F, et al. Important food sources of fructose-containing sugars and adiposity: A systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Am J Clin Nutr*. 2023 Apr;117(4):741–65.
30. Softic S, Stanhope KL, Boucher J, Divanovic S, Lanaspa MA, Johnson RJ, et al. Fructose and hepatic insulin resistance. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2020 Jul 3;57(5):308–22.
31. Iversen PO, Fogelholm M. Fluid and water balance: a scoping review for the Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*. 2023;67.
32. Robayo-Amortegui H, Quintero-Altare A, Florez-Navas C, Serna-Palacios I, Suárez-Saavedra A, Buitrago-Bernal R, et al. Fluid dynamics of life: exploring the physiology and importance of water in the critical illness. *Front Med (Lausanne)*. 2024 Apr 30;11.
33. Huang Y, Su H, Wang Y, Zhang Y. Threshold effects between caffeine intake and urine flow rate: a population-based cross-sectional study. *Int Urol Nephrol*. 2024 Jul 16;56(12):3921–32.

34. Palma IAF, Staack A. Impact of Caffeine on Overactive Bladder Symptoms. *Curr Bladder Dysfunct Rep.* 2016 Mar 2;11(1):1–7.
35. Olsen T, Lerner UH. Vitamin A – a scoping review for Nordic nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Nov 7;67.
36. Myhrstad MCW, Wolk A. Antioxidants and phytochemicals - a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023;67.
37. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Diet, nutrition, physical activity and cancer : a global perspective. *Diet, Nutrition, Physical Activity and Cancer: A Global Perspective. Continuous Update Project Expert Report 2018.* 2018.
38. Ramasamy I. Vitamin D Metabolism and Guidelines for Vitamin D Supplementation. *Clinical Biochemist Reviews.* 2020 Dec 9;41(3):103–26.
39. Brustad M, Meyer HE. Vitamin D – a scoping review for Nordic nutrition recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Nov 13;67.
40. Balachandar R, Pullakhandam R, Kulkarni B, Sachdev HS. Relative Efficacy of Vitamin D2 and Vitamin D3 in Improving Vitamin D Status: Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2021 Sep 23;13(10):3328.
41. van den Heuvel EGHM, Lips P, Schoonmade LJ, Lanham-New SA, van Schoor NM. Comparison of the Effect of Daily Vitamin D2 and Vitamin D3 Supplementation on Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentration (Total 25(OH)D, 25(OH)D2, and 25(OH)D3) and Importance of Body Mass Index: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition.* 2024 Jan;15(1):100133.
42. Durrant LR, Bucca G, Hesketh A, Möller-Levet C, Tripkovic L, Wu H, et al. Vitamins D2 and D3 Have Overlapping But Different Effects on the Human Immune System Revealed Through Analysis of the Blood Transcriptome. *Front Immunol.* 2022 Feb 24;13.
43. Brustad M, Meyer HE. Vitamin D – a scoping review for Nordic nutrition recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Nov 13;67.
44. Hantikainen E, Lagerros YT. Vitamin E – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Oct 12;67.
45. Lyytinen AT, Linneberg A. Vitamin K – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Oct 23;67.
46. Li T, Wang Y, Tu W ping. Vitamin K supplementation and vascular calcification: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Nutr.* 2023 May 12;10.
47. Rønn SH, Harsløf T, Pedersen SB, Langdahl BL. Vitamin K2 (menaquinone-7) prevents age-related deterioration of trabecular bone microarchitecture at the tibia in postmenopausal women. *Eur J Endocrinol.* 2016 Dec;175(6):541–9.
48. Jadhav N, Ajgaonkar S, Saha P, Gurav P, Pandey A, Basudkar V, et al. Molecular Pathways and Roles for Vitamin K2-7 as a Health-Beneficial Nutraceutical: Challenges and Opportunities. *Front Pharmacol.* 2022 Jun 14;13.

49. Elgar K. Coenzyme Q10: A Review of Clinical Use and Efficacy. 1st ed. Vol. 1. Journal of Nutritional Medicine; 2021. 100–118 p.
50. Raizner AE. Coenzyme Q10. Methodist Debaquey Cardiovasc J. 2019 Jul 1;15(3):185.
51. Suksomboon N, Poolsup N, Juanak N. Effects of coenzyme Q10 supplementation on metabolic profile in diabetes: a systematic review and meta-analysis. J Clin Pharm Ther. 2015 Aug;40(4):413–8.
52. Rauchová H. Coenzyme Q10 effects in neurological diseases. Physiol Res. 2021 Dec 30;(S4):S683–714.
53. Tippairote T, Bjørklund G, Gasmi A, Semenova Y, Peana M, Chirumbolo S, et al. Combined Supplementation of Coenzyme Q10 and Other Nutrients in Specific Medical Conditions. Nutrients. 2022 Oct 19;14(20):4383.
54. Testai L, Martelli A, Flori L, Cicero A, Colletti A. Coenzyme Q10: Clinical Applications beyond Cardiovascular Diseases. Nutrients. 2021 May 17;13(5):1697.
55. Pravst I, Žmitek K, Žmitek J. Coenzyme Q10 Contents in Foods and Fortification Strategies. Crit Rev Food Sci Nutr. 2010 Mar 19;50(4):269–80.
56. Hernández-Camacho JD, García-Corzo L, Fernández-Ayala DJM, Navas P, López-Lluch G. Coenzyme Q at the Hinge of Health and Metabolic Diseases. Antioxidants. 2021 Nov 8;10(11):1785.
57. Xu J, Xiang L, Yin X, Song H, Chen C, Yang B, et al. Efficacy and safety of coenzyme Q10 in heart failure: a meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Cardiovasc Disord. 2024 Oct 26;24(1):592.
58. Strandler HS, Strand TA. Thiamin (Vitamin B1) – A scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Nov 13;67.
59. Mrowicka M, Mrowicki J, Dragan G, Majsterek I. The importance of thiamine (vitamin B1) in humans. Biosci Rep. 2023 Oct 31;43(10).
60. Overton E, Emelyanova A, Bunik VI. Thiamine, gastrointestinal beriberi and acetylcholine signaling. Front Nutr. 2025 Apr 9;12.
61. Lysne V, Strandler HS. Riboflavin: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023;67.
62. Turck D, Bresson J, Burlingame B, Dean T, Fairweather-Tait S, Heinonen M, et al. Dietary Reference Values for riboflavin. EFSA Journal. 2017 Aug;15(8).
63. Freese R, Lysne V. Niacin – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 12;67.
64. Freese R, Aarsland TE, Bjørkevoll M. Pantothenic acid – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 13;67.
65. Bjørke-Monsen AL, Ueland PM. Vitamin B6: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023;67.

66. Brown MJ, Ameer MA, Daley SF, Beier K. Vitamin B6 Deficiency. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. In: StatPearls [Internet].; 2023.
67. Solvik BS, Strand TA. Biotin: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2024 Jan 16;68.
68. Bjørke-Monsen AL, Ueland PM. Folate – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 26;67.
69. Baddam S, Khan KM, Jialal I. Folic Acid Deficiency. StatPearls Publishing;
70. Green R, Datta Mitra A. Megaloblastic Anemias. Medical Clinics of North America. 2017 Mar;101(2):297–317.
71. Bailey LB, editor. Folate in Health and Disease. 2nd ed. CRC Press; 2009.
72. Bjørke-Monsen AL, Lysne V. Vitamin B12 – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Nov 8;67.
73. Kumar A, Palfrey HA, Pathak R, Kadowitz PJ, Gettys TW, Murthy SN. The metabolism and significance of homocysteine in nutrition and health. Nutr Metab (Lond). 2017 Dec 22;14(1):78.
74. Lykkesfeldt J, Carr AC. Vitamin C – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 28;67.
75. Doseděl M, Jirkovský E, Macáková K, Krčmová L, Javorská L, Pourová J, et al. Vitamin C—Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, and Determination. Nutrients. 2021 Feb 13;13(2):615.
76. Obeid R, Karlsson T. Choline – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 21;67.
77. Jula A. Sodium – a systematic review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2024 Jan 31;68.
78. Toft U, Riis NL, Jula A. Potassium – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2024 Feb 7;68.
79. Torfadóttir JE, Uusi-Rasi K. Calcium – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 19;67.
80. Babić Leko M, Pleić N, Gunjača I, Zemunik T. Environmental Factors That Affect Parathyroid Hormone and Calcitonin Levels. Int J Mol Sci. 2021 Dec 21;23(1):44.
81. Henriksen C, Aaseth JO. Magnesium: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023;67.
82. Itkonen ST, Lamberg-Allardt C. Phosphorus – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2023 Dec 20;67.
83. Domellöf M, Sjöberg A. Iron – a background article for the Nordic Nutrition Recommendations 2023. Food Nutr Res. 2024 Feb 8;68.

84. Hídvégi M, Lásztity R. Phytic acid content of cereals and legumes and interaction with proteins. *Period Polytech Chem.* 2002;46(1–2):59–64.
85. Ems T, St Lucia K, Huecker MR. *Biochemistry, Iron Absorption.* StatPearls Publishing; 2025.
86. Piskin E, Cianciosi D, Gulec S, Tomas M, Capanoglu E. Iron Absorption: Factors, Limitations, and Improvement Methods. *ACS Omega.* 2022 Jun 21;7(24):20441–56.
87. Strand TA, Mathisen M. Zinc – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 6;67.
88. Henriksen C, Arnesen EK. Copper – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Nov 27;67.
89. Gunnarsdóttir I, Brantsæter AL. Iodine: a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 26;67.
90. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination : a guide for programme managers. World Health Organization; 2007. 99 p.
91. Chaker L, Bianco AC, Jonklaas J, Peeters RP. Hypothyroidism. *The Lancet.* 2017 Sep;390(10101):1550–62.
92. Lee SY, Pearce EN. Hyperthyroidism. *JAMA.* 2023 Oct 17;330(15):1472.
93. Alexander J, Olsen AK. Selenium – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 28;67.
94. Silva Junior EC, Wadt LHO, Silva KE, Lima RMB, Batista KD, Guedes MC, et al. Natural variation of selenium in Brazil nuts and soils from the Amazon region. *Chemosphere.* 2017 Dec;188:650–8.
95. Aaspõllu A, Eensoo D, Põlajev A, Saamel M. Eesti rahvastiku soola tarbimise uuring. Lõppraport. Tallinn; 2022.
96. Kjellefold M, Kippler M. Fluoride – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 29;67.
97. Kheradpisheh Z, Mirzaei M, Mahvi AH, Mokhtari M, Azizi R, Fallahzadeh H, et al. Impact of Drinking Water Fluoride on Human Thyroid Hormones: A Case- Control Study. *Sci Rep.* 2018 Feb 8;8(1):2674.
98. Iamandii I, De Pasquale L, Giannone ME, Veneri F, Generali L, Consolo U, et al. Does fluoride exposure affect thyroid function? A systematic review and dose-response meta-analysis. *Environ Res.* 2024 Feb;242:117759.
99. Barberio AM, Hosein FS, Quiñonez C, McLaren L. Fluoride exposure and indicators of thyroid functioning in the Canadian population: implications for community water fluoridation. *J Epidemiol Community Health (1978).* 2017 Oct;71(10):1019–25.
100. Taylor KW, Eftim SE, Sibrizzi CA, Blain RB, Magnuson K, Hartman PA, et al. Fluoride Exposure and Children’s IQ Scores. *JAMA Pediatr.* 2025 Mar 1;179(3):282.

101. Kippler M, Oskarsson A. Manganese – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2024 Jan 16;68.
102. Liu W, Xin Y, Li Q, Shang Y, Ping Z, Min J, et al. Biomarkers of environmental manganese exposure and associations with childhood neurodevelopment: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health.* 2020 Dec 2;19(1):104.
103. Rondanelli M, Faliva MA, Peroni G, Infantino V, Gasparri C, Iannello G, et al. Essentiality of Manganese for Bone Health: An Overview and Update. *Nat Prod Commun.* 2021 May 21;16(5).
104. Wong MMH, Chan KY, Lo K. Manganese Exposure and Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2022 Feb 16;14(4):825.
105. Shan Z, Chen S, Sun T, Luo C, Guo Y, Yu X, et al. U-Shaped Association between Plasma Manganese Levels and Type 2 Diabetes. *Environ Health Perspect.* 2016 Dec;124(12):1876–81.
106. Lucchini RG, Aschner M, Kim Y. Handbook on the toxicology of metals. In: Nordberg GF, Costa M, eds. *Manganese*. 5th ed. Elsevier; 2022. 1–1052 p.
107. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for manganese. *EFSA Journal.* 2013 Nov;11(11).
108. Oskarsson A, Kippler M. Molybdenum – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 14;67.
109. Terao M, Garattini E, Romão MJ, Leimkühler S. Evolution, expression, and substrate specificities of aldehyde oxidase enzymes in eukaryotes. *Journal of Biological Chemistry.* 2020 Apr;295(16):5377–89.
110. Kabil O, Banerjee R. Enzymology of H₂S Biogenesis, Decay and Signaling. *Antioxid Redox Signal.* 2014 Feb 10;20(5):770–82.
111. Henriksen C, Bügel S. Chromium – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res.* 2023 Dec 6;67.
112. Wu G. Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids.* 2020 Mar 18;52(3):329–60.
113. Abeyrathne EDNS, Nam K, Huang X, Ahn DU. Plant- and Animal-Based Antioxidants' Structure, Efficacy, Mechanisms, and Applications: A Review. *Antioxidants.* 2022 May 23;11(5):1025.
114. Meltzer HM, Fotland TØ, Alexander J, Elind E, Hallström H, Lam HR, et al. Risk assessment of caffeine among children and adolescents in the Nordic countries. *Tema Nord* 2005:551. Copenhagen: Nordic Council of Ministers; 2008.
115. Knutti R, Rothweiler H, Schlatter Ch. Effect of pregnancy on the pharmacokinetics of caffeine. *Eur J Clin Pharmacol.* 1981;21(2):121–6.
116. Abernethy D, Todd E, Schwartz J. Caffeine disposition in obesity. *Br J Clin Pharmacol.* 1985 Jul 26;20(1):61–6.
117. Balogh A, Henschel L, Klinger G, Vollanth R, Bärner A, Kuhn W. Influence of ethinylestradiol-containing combination oral contraceptives with gestodene or levonorgestrel on caffeine elimination. *Eur J Clin Pharmacol.* 1995 Jun;48(2).

118. Scientific Opinion on the safety of caffeine. European Food Safety Authority, Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. *EFSA Journal*. 2015 May;13(5):4102.
119. Weathersbee PS, Lodge JR. Caffeine: its direct and indirect influence on reproduction. *J Reprod Med*. 1977 Aug;19(2):55–63.
120. Arnaud M. Metabolism of Caffeine and Other Components of Coffee. . In: Grattini S, editor. *Caffeine, Coffee and Health*. New York: Raven Press; 1993. p. 43–95.
121. Nehlig A. Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. *Pharmacol Rev*. 2018 Apr;70(2):384–411.
122. Rieg T, Steigle H, Schnermann J, Richter K, Osswald H, Vallon V. Requirement of Intact Adenosine A1 Receptors for the Diuretic and Natriuretic Action of the Methylxanthines Theophylline and Caffeine. *J Pharmacol Exp Ther*. 2005 Apr;313(1):403–9.
123. de Carvalho M, Marcelino E, de Mendonça A. Electrophysiological Studies in Healthy Subjects Involving Caffeine. *Journal of Alzheimer’s Disease*. 2010 Apr 14;20(s1):S63–9.
124. Surma S, Oparil S. Coffee and Arterial Hypertension. *Curr Hypertens Rep*. 2021 Jul 9;23(7):38.
125. Hartley TR, Lovallo WR, Whitsett TL. Cardiovascular effects of caffeine in men and women. *Am J Cardiol*. 2004 Apr;93(8):1022–6.
126. Melik Z, Princi T, Grill V, Cankar K. The effect of caffeine on cutaneous postocclusive reactive hyperaemia. *PLoS One*. 2019 Apr 8;14(4):e0214919.
127. Brower JO, Swatek JL. Beyond the buzz: the fatal consequences of caffeine overconsumption. *J Anal Toxicol*. 2024 Oct 28;48(8):535–40.
128. Yu H, Yang T, Gao P, Wei X, Zhang H, Xiong S, et al. Caffeine intake antagonizes salt sensitive hypertension through improvement of renal sodium handling. *Sci Rep*. 2016 May 12;6(1):25746.
129. Reuter SE, Schultz HB, Ward MB, Grant CL, Paech GM, Banks S, et al. The effect of high-dose, short-term caffeine intake on the renal clearance of calcium, sodium and creatinine in healthy adults. *Br J Clin Pharmacol*. 2021 Nov 26;87(11):4461–6.
130. Svaton ÅL, Løchen ML, Thelle DS, Wilsgaard T. Association between espresso coffee and serum total cholesterol: the Tromsø Study 2015–2016. *Open Heart*. 2022 Apr 10;9(1):e001946.
131. Rath M. Energy drinks: What is all the hype? The dangers of energy drink consumption. *J Am Acad Nurse Pract*. 2012 Feb 31;24(2):70–6.
132. Seifert SM, Schaechter JL, Hershorin ER, Lipshultz SE. Health Effects of Energy Drinks on Children, Adolescents, and Young Adults. *Pediatrics*. 2011 Mar 1;127(3):511–28.
133. McLellan TM, Caldwell JA, Lieberman HR. A review of caffeine’s effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016 Dec;71:294–312.
134. O’Callaghan F, Muurlink O, Reid N. Effects of caffeine on sleep quality and daytime functioning. *Risk Manag Healthc Policy*. 2018 Dec;Volume 11:263–71.

135. Strain EC, Mumford GK, Silverman K, Griffiths RR. Caffeine dependence syndrome. Evidence from case histories and experimental evaluations. *JAMA*. 1994 Oct 5;272(13):1043–8.
136. Fredholm BB, Bättig K, Holmén J, Nehlig A, Zwartau EE. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacol Rev*. 1999 Mar;51(1):83–133.
137. Reissig CJ, Strain EC, Griffiths RR. Caffeinated energy drinks—A growing problem. *Drug Alcohol Depend*. 2009 Jan;99(1–3):1–10.
138. Torres-Ugalde YC, Romero-Palencia A, Román-Gutiérrez AD, Ojeda-Ramírez D, Guzmán-Saldaña RME. Caffeine Consumption in Children: Innocuous or Deleterious? A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 5;17(7):2489.
139. Zhang H, Lee ZX, Qiu A. Caffeine intake and cognitive functions in children. *Psychopharmacology (Berl)*. 2020 Oct 29;237(10):3109–16.
140. Temple JL, Bernard C, Lipshultz SE, Czachor JD, Westphal JA, Mestre MA. The Safety of Ingested Caffeine: A Comprehensive Review. *Front Psychiatry*. 2017 May 26;8.
141. Grosso G, Godos J, Galvano F, Giovannucci EL. Coffee, Caffeine, and Health Outcomes: An Umbrella Review. *Annu Rev Nutr*. 2017 Aug 21;37(1):131–56.
142. Askari M, Bazshahi E, Payande N, Mobaderi T, Fahimfar N, Azadbakht L. Relationship between caffeine intake and small for gestational age and preterm birth: a dose-response meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2024 Aug 6;64(20):6942–52.
143. Andersson Christer, Hallström Helena, Kihlman BA. Intake of caffeine and other methylxanthines during pregnancy and risk for adverse effects in pregnant women and their fetuses. Vol. TemaNord 2004:565. Copenhagen: Nordic Council of Ministers; 2005. 387 p.
144. Gaskins AJ, Rich-Edwards JW, Williams PL, Toth TL, Missmer SA, Chavarro JE. Pre-pregnancy caffeine and caffeinated beverage intake and risk of spontaneous abortion. *Eur J Nutr*. 2018 Feb 29;57(1):107–17.
145. Haller C. Enhanced stimulant and metabolic effects of combined ephedrine and caffeine*1. *Clin Pharmacol Ther*. 2004 Apr;75(4):259–73.
146. Ding M, Bhupathiraju SN, Satija A, van Dam RM, Hu FB. Long-Term Coffee Consumption and Risk of Cardiovascular Disease. *Circulation*. 2014 Feb 11;129(6):643–59.
147. Crippa A, Discacciati A, Larsson SC, Wolk A, Orsini N. Coffee Consumption and Mortality From All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer: A Dose-Response Meta-Analysis. *Am J Epidemiol*. 2014 Oct 15;180(8):763–75.
148. Ding M, Bhupathiraju SN, Chen M, van Dam RM, Hu FB. Caffeinated and Decaffeinated Coffee Consumption and Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and a Dose-Response Meta-analysis. *Diabetes Care*. 2014 Feb 1;37(2):569–86.
149. Continuous Update Project Expert Report 2018. Non-alcoholic drinks and the risk of cancer. 2018.

150. Rendón MY, dos Santos Scholz MB, Bragagnolo N. Is cafestol retained on the paper filter in the preparation of filter coffee? *Food Research International*. 2017 Oct;100:798–803.
151. Zhang C, Linforth R, Fisk ID. Cafestol extraction yield from different coffee brew mechanisms. *Food Research International*. 2012 Nov;49(1):27–31.
152. Cabrera C, Artacho R, Giménez R. Beneficial Effects of Green Tea—A Review. *J Am Coll Nutr*. 2006 Apr;25(2):79–99.
153. Saraiva SM, Jacinto TA, Gonçalves AC, Gaspar D, Silva LR. Overview of Caffeine Effects on Human Health and Emerging Delivery Strategies. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2023 Jul 27;16(8):1067.
154. Pitsi T, Glušková N, Martverk M, Oja L, Liiv K. *Energiajookide uuring*. 2013.
155. Saabas L. *Energiajookide turuülevaade ning 9. kuni 12. klassi õpilaste teadlikkus energiajookidest [Diplomitöö]*. 2022.
156. Heckman MA, Sherry K, De Mejia EG. Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2010 May 29;9(3):303–17.
157. Hassan MI, Al-Abbad NA. Glutamate and Caffeine intake of Some Snacks and Drinks in Saudi Arabia. *Food Nutr Sci*. 2011;02(02):162–7.
158. Guest NS, VanDusseldorp TA, Nelson MT, Grgic J, Schoenfeld BJ, Jenkins NDM, et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J Int Soc Sports Nutr*. 2021 Jan 2;18(1).