

TARTU ÜLIKOOL
ÖKOLOOGIA JA MAATEADUSTE INSTITUUT
ZOOLOOGIA OSAKOND
LOOMAÖKOLOOGIA ÕPPETOOL

Kristiina Hovi

**Loomsele toidule iseloomulike mikrotoitainete ja rasvhapete mõju
lapse aju arengule looteast koolieani**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Markus Valge

TARTU 2020

Loomsele toidule iseloomulikud mikrotoitained ja rasvhapped lapse aju arengu kontekstis looteeast koolilapse eani

Loomsed toidud sisaldavad iseloomulikke vitamiine, mineraale ja rasvhappeid, mida taimses toidus leidub vähem või ei leidu üldse. Mitmel neist on oluline roll laste aju arengus. Täiskasvanutele mõeldud taimetoitlaste dieetid ei pruugi täita lastele vajalikke toitumuse norme. Taimetoitlastest laste dieet ei pruugi muuhulgas sisaldada piisavalt B₁₂-vitamiini, D-vitamiini, rauda, tsinki ja dokosaheksaeenhapet. Sojatoodete ületarbimisest tulenevaid tagajärgi on laste seas vähe uuritud. Sojatoodete liigtarbimise ning dokosaheksaeenhape ja D-vitamiini vähesus on seotud aktiivsus- ja tähelepanuhäire ning autismi spektri häirete levikuga laste seas.

Märksõnad: loomsed toidud, taimetoitlus, alatoitumus, lapsed, aju areng

Influence of micronutrients and fatty acids in animal source foods on the developing brain from gestation to early school years

Animal source foods contain characteristic vitamins, minerals and fatty acids that are scarce or non-existent in plant foods. Many of them have an important role in the development of child's brain. Vegetarian diets for adults might not meet the nutritional requirements of children's diet.

The diet of vegetarian children might not contain adequate amounts of vitamin B₁₂, vitamin D, iron, zinc and docosahexaenoic acid. More research on the consequences of over-consumption of soy products among children is needed. Excessive consumption of soy products and deficiency of docosahexaenoic acid and vitamin D are associated with the attention deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorders in children.

Keywords: animal source foods, vegetarian diet, malnutrition, children, brain development

Sisukord

Sissejuhatus	4
1 Loomse toidu eripära	7
2 Ülevaade lapse aju arengust	10
3 Toitumise mõju lapse aju arengule	14
4 Ema rasedusaegse toitumise mõju lapse arengule	16
5 Esimeste elukuude toitumise mõju lapse arengule	20
6 Eelkooli- ja kooliealiste laste uuringud	23
7 Soja liigtarvitamise võimalikud ohud	27
8 Kala Eesti laste menüüs	30
9 Arutelu	31
Kokkuvõte	33
Summary	34
Tänuavaldus	35
Kasutatud kirjandus	36

Sissejuhatus

Inimestel on erinevatel teistest loomadest ainulaadne võimalus valida, mida nad söövad ning see on viinud olukorrani, milles toitumisalaseid valikuid on keeruline teha. Inimese toiduvalikud sõltuvad sotsiaalsetest ja kultuurilistest teguritest (Ruby et al. 2013) ning laste puhul perekondlikest valikutest (Scaglioni et al. 2008).

Läänes on taimetoitlus ideoloogiline identiteet ja enamikku taimetoitlastest ei ole kasvatatud taimetoitlastena, vaid on „pööratud“ taimetoitlusele. Täiskasvanud järgivad taimetoitluse dieeti eetilistel ja keskkonnaalastel põhjustel, väikesemad lapsed perekondlikel põhjustel. Indias seevastu on taimetoitlasi sama palju kui terves Euroopas kokku. India taimetoitlus on seotud sajandite pikkuse traditsiooniga, mida on mõjutanud India religioonid hinduism ja džainism. India taimetoitlaste põhimõtted kujundatakse nende perekondade poolt varases eas, erinevalt Lääne taimetoitlastest, kes tavaliselt valivad selle dieedi ise pärast lapsega. Hinduismis on liha mitesöömine seotud oma keha puhtana hoidmisega ning džainismis elusolendite mitte kahjustamisega (Ruby et al. 2013).

Loomse toidu vähese kättesaadavuse tõttu on vähem arenenud maades mikrotoitainete ja valgupuudus laiemalt levinud kui arenenud maades. Vaesemates Aafrika ja Aasia riikides elavate laste toitainepuuduse puhul tekib sünergiline efekt mitme toitaine samaaegsest puudusest ning vaimset arengut mitte toetavast keskkonnast (Hetherington et al. 2017).

Nendes piirkondades proovitakse leida laste toitumise parandamiseks võimalikult efektiivseid lahendusi. Sealhulgas kasutatakse mikrotoitainete lisandite manustamise programme, loomse toidu integreerimist laste koolitoidu hulka ning emade toitumisalase hariduse edendamist. Paremaid lahendusi on andnud väiksemate lihaloomade nagu kanade ja kitsede pidamise arendamine, sest neilt saab lisaks lihale ka kõrvalsaadusi nagu munad või piim. Loomade pidamist saavad siiski endale lubada veidi jõukamad majapidamised (Hetherington et al. 2017).

Taimetoitlus on lääneriikides üldiselt hilisema aja trend ning huviliste hulk kasvab iga aastaga. Näiteks kahekordistus aastatel 2009-2011 Ameerika Ühendriikides taimetoidu dieeti järgivate inimeste arv. Euroopas on hinnanguliselt 5% rahvastikust järgib mingit tüüpi taimetoitlust. Samas on Indias iga teine inimene taimetoitlane (Wirnitzer 2018).

2014. aasta Saksa uuring näitas, et taimetoitlus oli enam levinud 18 kuni 29 vanuste noorte ja 60 kuni 69 vanuste naiste seas. Kaks kolmandikku uuritud taimetoitlastest olid naised ja üks kolmandik mehed. Taimetoitlus oli rohkem levinud noorte täiskasvanute seas, nende seas, kes

teevad nädalas rohkem kui neli tundi sporti ja kõrgema haridustasemega inimeste seas. Võimalik, et taimetoitlus oli vanemate naiste seas levinud tervislikel põhjustel, oma taimetoiduhuviliste laste survele või tänu noorusaastatel tehtud valikutele. Nimelt oli 1960ndatel ja 1970ndatel oli Lääne kultuuri inimestel suurem huvi India spirituaalsuse, meditatsiooni ning sellega seoses ka taimetoitluse vastu (Mensink et al. 2016).

Keskkonnast tulenevatel või eetilistel põhjustel taimetoidudieeti jälgivad fertiilsed naisterahvad ei pruugi olla kursis läbimõtle mata dieedi tagajärjel tekkiva võimaliku toitainete vaegusega (Leitzmann 2014). Samuti ei pruugi nad teada, et täiskasvanutele mõeldud taimetoitlus lastele ei sobi (Mangels & Driggers 2012).

Eesti toitumissoovitused käsitlevad toitumist sellest saadava energia ja makrotoitainete koguse põhjal. Makrotoitained on toitained, mida inimene vajab kümnetes ja sadades grammides (valgud, rasvad, süsivesikud, vesi). Mikrotoitained on toitained, mida inimene tarvitab mikro- ja milligrammides (vitamiinid ja mineraalained). Mineraalainete kogus toidus võib erineda sõltuvalt sellest, mis pinnasel taim on kasvanud või millist sööta on loom saanud. Väetise ja rikastatud söödaga on võimalik erinevate mikrotoitainete hulka toidus tõsta, kuid orgaaniline toit võib olla madalama mineraalainelise sisaldusega, kui pinnas ei sisalda piisavalt mineraalaineid ja ei kasutata väetist (Pitsi 2017).

Taimetoitlus on üks levinumaid erinevate toitade välistamise dieete. Loobutakse liha, kala, piimatoodete, munade või kõigi eelnimetatud toitade tarbimisest. Üht või mitut loomset päritolu toitu välistav tasakaalustatud dieet võib siiski katta toitainevajaduslikud nõuded, kuid täielikult kõiki loomseid toite välistav dieet seda ei tee ning sellisel juhul tuleb tarbida toidulisandeid ja vitamiinidega rikastatud toitu (NNR 2012). Toite välistav dieet võib kahjustada raseda naise last emaülas, vähendada rinnapiima toitainete sisaldust (Dagnelie & Van Staveren 1994) ning põhjustada lapsel arenguhäireid (Prado & Dewey 2014).

Täiskasvanute seas on taimetoitlust seostatud madalama kolesterooli tasemega veres, madalama riskiga südamehaiguste, hüpertoonia, teist tüüpi diabeet ja vähktõbede tekkeks. Täiskasvanud taimetoitlase toidusedel sisaldab võrreldes segatoiduga vähem küllastunud rasva ja kolesterooli ning rohkem kiudaineid, magneesiumi, kaaliumi, C vitamiini, E vitamiini ja foolhapet. Puudu võib tulla kaltsiumist, tsingist, rauast, B ja D-vitamiinist ning pikaahelalistest omega-3-rasvhapetest (Craig & Mangels 2009).

Taimetoitlus on kõige rohkem levinud fertiilses eas naiste hulgas ning tavaliselt kasvatavad taimetoitlastest lapsevanemad ka lapsi oma põhimõtete järgi. Ameerika toitumissoovitustes

öeldakse, et kui raseduse ajal ettenähtud toitumissoovitustest kinni pidada, on taimetoitlastest vanemate vastsündinute antropomeetrilised indikaatorid (kaal, pikkus, peaümberrõõ) sarnased segatoiduliste vanemate vastsündinute indikaatoritele (Mangels & Driggers 2012).

Taimetoidud, mis sobivad täiskasvanud taimetoitlastele, ei pruugi katta taimetoitlastest laste toitainete vajadusi (Mangels & Driggers 2012). Lastele on mitmekülgne toitumine eriti oluline, sest nende aju kasv ja areng on võrreldes täiskasvanutega palju kiirem. Lapseeas vale toitumisega tehtud kahju võib olla pöördumatu (Prado & Dewey 2014).

Praegu olemasolevad taimetoitlastele mõeldud dieedisootused arvestavad täiskasvanud taimetoitlaste vajadustega, kuid ei arvesta taimetoitlastest laste suurenenud mikrotoitainete vajadusega esimestel eluaastatel (Gibson et al. 2014).

Käesoleva töö eesmärgiks on kirjanduse põhjal uurida, kas laste menüüst loomse päritoluga toidu välja jätmise võib mõjutada nende aju arengut ja kognitiivsete võimete välja kujunemist.

1 Loomse toidu eripära

Loomse toiduna on antud töös käsitletud liha, kala, piima ja mune. Nimetatud toitude grupp on küll väike, aga loomse toidu välistamisel võib pealtnäha mitmekülgsena tunduv toidulaud tegelikkuses ühekülgselt kujuneda. Ainult taimsele toidule keskendudes võib juhtuda, et toitained ei ole piisaval hulgal kättesaadavad (Pitsi et al. 2017).

Eesti toitumissoovituste järgi peaks loomsete toitade piiramisel jälgima, et toidus oleks piisavalt valku, B₁₂-vitamiini, D-vitamiini, kaltsiumi, rauda, tsinki, seleeni, joodi ja rasvhappeid (Pitsi et al. 2017). Toitainepuuduse all mõeldakse üldiselt seda, et organismis on toitainekontsentratsioon ja -varu nii väike, et tekivad defitsiidile spetsiifilised sümptomid (NNR 2012).

Loomne toit sisaldab organismile lihtsamini kättesaadavat valku. Samuti saab sealt asendamatuid aminohappeid ja rasvhappeid, mis on eriti olulised raseduse, imetamise ja kasvamise kontekstis (NNR 2012). Rasedusel ajal on valgu piisav kogus oluline loote normaalse kasvu tagamiseks. Valgu vähesus looteas võib põhjustada ajumahu vähenemist ning hilisemat aeglast kognitiivset ja motoorset arengut (Prado & Dewey 2014).

B₁₂-vitamiin on oluline loote- ja imikueas normaalse närvikoe arenguks ja seda saab ainult loomsest toidust. Loomseid toite välistava dieedi korral on vaja raseduse ja imetamise ajal võtta B₁₂-vitamiini toidulisandina või tarvitada B₁₂-vitamiiniga rikastatud toitu. Imik peaks alates kuuendast elukuust saada B₁₂-vitamiini toiduga lisaks (Mangels & Driggers 2012).

D-vitamiinil on ühiseid omadusi nii vitamiinide kui hormoonidega. Vitamiinideks nimetatakse neid toitaineid, mida organism ise ei sünteesi, aga vajab funktsioneerimiseks iga päev. D-vitamiini inimese organism siiski sünteesib. See toimub naharakkudes ultraviolettkiirguse toimele kolesterooli prekursorist 7-dehüdrokolesteroolist (Norman 2012).

D-vitamiin osaleb kaltsiumi imendumises, luude normaalses arengus ning immuunsüsteemi toetamises. D-vitamiini puudus on levinud seal, kus päikest on vähem ning selle tõttu on ka organismis D-vitamiini sünteesimine vähenenud. Loote skeleti arengu toetamise eesmärgil on rasedatel suurenenud D-vitamiini vajadus (NNR 2012).

Võib juhtuda, et imikutele ei piisa ema rinnapiimast saadavast D-vitamiinist. Eestis on soovituslik anda teisest elunädalast kuni teise eluaastani D-vitamiini toidulisandina. D-vitamiini rikkad toidud on põhiliselt kala ja munakollane ning sellepärast peavad taimetoitlased võtma D-vitamiini toidulisandina, kui päikesevalguse toimele sünteesitud kogused ei pruugi piisavad olla (Pitsi et al. 2017).

Kaltsium on oluline skeletiarengus ja närviimpulsside ülekandes. Piimatooted, väikesed söödavate luudega kalad ja munakollane on head kaltsiumiallikad. Taimsetest allikatest takistab kaltsiumi imendumist oksaalhape (Pitsi et al. 2017).

Kõigesööjatele on põhiliseks raua- ja tsingiallikaks liha. Raua ja tsingi imendumist taimsetest allikatest takistab fütiinhape (NNR 2012). Raud kuulub hemoglobiini koostisesse ning hemoglobiin varustab aju ja ülejäänud keha hapnikuga. Kui aju jääb olulisel hetkel hapnikuta, võib rauapuudus takistada kognitiivsete, motoorsete ja sotsio-emotsionaalsete võimete arenemist. Tsink on oluline DNA ja RNA sünteesis ning aju struktuuri ja funktsiooni toetamiseks (Prado & Dewey 2014).

Seleeniallikaks on kala, liha, munad ja piim (NNR 2012). Seleen kaitseb raskemetallimürgituse eest nagu näiteks kalades leiduv elavhõbe, toetab kilpnäärme talitust, tugevdab immuunsüsteemi ja on antioksüdant (Pitsi et al. 2017). Taimetoitlase seleeniallikad on liblikõieliste viljad ja seemed, kuid nende seleenisisaldus sõltub pinnase seleenisisaldusest. Madal seleenisisaldus pinnases võib viia seleeni puudlikkuseni (NNR 2012).

Jood on oluline kilpnäärme hormoonide sünteesimises. Kilpnäärme hormoonid mängivad olulist rolli närvisüsteemi arengus: neurogeneesis, aksonite ja dendriitide kasvus, sünaptoogeneesis ja müelinisatsioonis (Prado & Dewey 2014). Pärast jodeeritud soola kasutuselevõtmist on joodipuudus vähem levinud. Selleks, et vältida kaasasündinud kilpnäärme alatalituse tekkimist, soovitatakse rasedatel ja imetavatel emadel tarvitada rohkem joodi kui tavalisel täiskasvanul. Head joodiallikad on jodeeritud sool, merekalad ja mereannid (NNR 2012). Taimetoitlastel soovitatakse piisava joodikoguse kättesaamiseks tarvitada vetikaid, kuid vetikad võivad sisalda ettearvamatuid joodikoguseid ning seetõttu olla toksilised (Pitsi et al. 2017).

Omega-3-rasvhapetest on rohkem uuritud alfa-linoleenhappe (ALA), eikosapentaeenhappe (EPA) ja dokosaheksaäänhappe (DHA) rolli aju arengu erinevates aspektides (Smith 2020). Omega-3-rasvhapped on olulised aju struktuuris ja närvirakkude struktuuri arengus, müeliinikihi ja silma võrkkesta arengus. DHA on põhiline omega-3-rasvhape aju koostises ning kuulub erinevate membraanide koostisesse. Looteas ja esimestel eluaastatel võib olla piisav DHA kogus seotud vähenenud riskiga skisofreenia, bipolaarsuse, depressiooni, käitumishäirete tekkeks hilisemas elus (Martins et al. 2020).

EPA ja DHA parimad allikad on rasvased kalad. Inimese keha sünteesib neid ka ise, kuid vajab sünteesiks veel B3 vitamiini, B6 vitamiini, C vitamiini ja magneesiumi. Täpne sünteesiprotsess ei

ole päris selge, aga sünteesi takistab liigne kogus omega-6-rasvhappeid toidus, mis on levinud näiteks taimsetes õlides (Smith 2020).

Naised on võrreldes meestega võimelised sünteesima rohkem DHA-d. See võib olla seotud naissuguhormooniga ning lootearengu toetamise vajadusega raseduse ajal. Praeguste uuringute raames on leitud, et võttes arvesse kõiki asjaolusid, et keha ei ole võimeline sünteesima taimsetest allikatest piisavas koguses EPA-t ja DHA-d (Smith 2020). Taimeks DHA allikas võivad olla vetikad (Craig & Mangels 2009), kuid vetikates võib olla toksilises koguses joodi (Pitsi et al. 2017). Ohutum on võtta DHA-d toidulisandina (Craig & Mangels 2009).

2 Ülevaade lapse aju arengust

Inimese esimestel eluaastatel pannakse paika aju võimekuse piirid, mille raames kognitiivsed võimed, sotsio-emotsionaalne käitumine ja motoorsed võimed areneda saavad (Prado & Dewey 2014). Kõige olulisem ajuarengu periood ulatub raseduse keskpaigast kuni eelkoolieani (Tiwari et al. 2017). Olulised aju arengu protsessid on neuronite juurdekasv, aksonite ja dendriitide kasv, sünapside moodustumine, müelinisatsioon ning neuronite apoptoos. Toitainepuudus nende protsesside toimumise ajal võib tekitada pöördumatuid kahjustusi (Prado & Dewey 2014).

Närvirakud tekivad prekursosrakkudest, millest tekivad neuroblastid ja glioblastid ning neist omakorda neuronid ehk närvirakud ja gliiarakud. Gliiarakud toetavad närvirakkude tööd. Närvirakkudel on ühes otsas dendriidijätke ja teises otsas aksonjätke. Dendriitide eesmärk on vastu võtta teiste neuronite saadetud elektrokeemilisi signaale, mida saavad aksonid. Dendriidid meenutavad puuoksi ning alatoitumus võib vähendada „dendriidiokste“ hargnemist ning see vähendab võimalike ühenduste tekkimise hulka ajus. Sünapsid tekivad dendriitide ja aksonite vahelistel ühendustel. Ühe ajupiirkonna neuronikimbud moodustavad ühendusi teistes ajupiirkondades olevate neuronitega ning seda nimetatakse juhteteeks. Neuroneid isoleerib müeliin ja see muudab elektrokeemilise ülekande efektiivsemaks (Stiles & Jernigan 2010).

Sündides on lapse ajumaht umbes 25% täiskasvanud inimese ajumahust (Stiles et al. 2015). Esimese kahe eluaasta jooksul saavutab aju umbes 80% täiskasvanud inimese ajumahust ning hallaine saavutab maksimaalse mahu teise ja kolmanda eluaasta vahel (Knickmeyer et al. 2008). Kuuendaks eluaastaks on lapse ajumaht saavutanud umbes 90% täiskasvanud inimese ajumahust (Stiles et al. 2015). Tõsine valgupuudus toidus mõjutab üldist ajumahtu. Selle all kannatavatel imikutel on vähem ajurakke ja vähem hallainet ajukoos võrreldes imikutega, kelle toitumus on normi piires (Prado & Dewey 2014).

Lootel ajuarengus pannakse paika aju üldine struktuur ja olulisemad juhteteed. Närvisüsteemi arenedes moodustub lootel neljandal rasedusnädalal neuraalplaadist neuraalatoru 7 kuni 8 päevaga ning seitsmenda rasedusnädala kandis hakkavad moodustuma neuronid ja gliiarakud (Stiles et al. 2015). B₁₂-vitamiin ja foolhappe defitsiit on seostatud neuraalatoru defektidega ning raua ja dokosaheksaeenhappe defitsiit on seostatud aeglustunud neurogenesiga (Prado & Dewey 2014).

Neuronid migreeruvad ajus oma kohale ning hakkavad endast väljapoole ajama aksoneid ja dendriite, mis hakkavad looma omavahel ühendusi ehk sünapse (Prado & Dewey 2014). Lootel reguleerib neuronite arvu apoptoos, vabanedes vigastest ja ajutise rolliga neuronitest (Stiles et al.

2015). Vähenenud neuronite juurdekasv või liiga intensiivne apoptoos võib põhjustada väiksemat peaümberrõõtu (Prado & Dewey 2014).

Aksonite ja dendriitide omavaheliste ühenduste moodustumine kestab kuni teise eluaastani. Aksonitel kulub ajus erinevatesse ettenähtud kohtadesse jõudmiseks erinev aeg. Dendriidid hakkavad hargnema 15. rasedusnädalal ning hargnevad mõnes ajuosas veel teisel eluaastal. Tõsine valgupuudus võib vähendada aksonite ja dendriitide kasvu ja hargnemist (Prado & Dewey 2014).

Müeliin on valge värvusega kaitsev ja isoleeriv kiht närvirakkude ümber. Müelinisatsioon algab 12. rasedusnädala paiku ning toimub kuni täiskasvanuks saamiseni, kuid kõige olulisem aeg on raseduse keskpaigast kuni teise eluaastani (Prado & Dewey 2014). Teise eluaasta lõpuks on paigas valgeaine üldine müeliniseerumismuster ning müeliniseerumine jätkub aeglasemas tempos (Knickmeyer et al. 2008). Tõsine valgupuudus, raua ja dokosaheksaeenhape puudus võivad vähendada müelinisatsiooni. (Prado & Dewey 2014).

Sünapside moodustumine algab 23. rasedusnädalal ning toimub edasi kogu ülejäänud elu. Sünapside tihedus jõuab tippu erinevates ajuosades erinevatel hetkedel kuni teise eluaastani ning hakkab siis langema (Prado & Dewey 2014). Sünapse toodetakse rohkem kui tarvis, et vajaduse korral oleks nende tööd võimalik ümber sättida (Stiles et al. 2015).

Ajuosad kasvavad erinevatel eluetappidel erineva kiirusega. Paljud ajuosad kahekordistavad oma mahtu, aga väikeaju kolmekordistab oma mahu. Kuna väikeaju on seotud koordinatsiooni ja tasakaaluga, siis väikeaju mahu suurenemine võib olla seotud kiire mootorsete võimete arenemisega esimesel eluaastal ning võib sellel perioodil olla eriti tundlik kahjustumisele (Knickmeyer et al. 2008).

Kiire ajustruktuuri arenguga käib kaasas kiire kognitiivsete ja mootorsete funktsioonide arenemine (Knickmeyer et al. 2008). Kognitiivsete võimete alla kuuluvad erinevad vaimsed võimed nagu näiteks mälu, tähelepanu-, mõtlemis- ja õppimisvõime, keelelised võimed, kõne ja tajus, aga ka mootorsete võimete koordinatsioon ja peenmootorika. Kuna mikrotoitained mõjutavad aju arengut, siis see mõjutab omakorda kognitiivsete võimete arengut (Nyaradi et al. 2013). Paremate mootorsete võimete kaasaegne avastushuvi ning see teeb pikemas perspektiivis keskkonnaga kohanemise lihtsamaks, mis omakorda soosib ülejäänud kognitiivsete võimete arengut (Black et al. 2004).

Tavapärane ajuareng vajab tavapärasest sisendit välismaailmast selleks, et kujundada närvisüsteemi funktsioone. Närvisüsteem ei arene normaalselt, kui puudub tüüpiline stimuleeriv ja arendav

keskkond. See tähendab, et aju arengule on oluline õige toitumine ja stimuleeriva keskkonna koosmõju (Prado & Dewey 2014).

Aju arengut saab paremini hinnata pärast neljandat elukuud, sest selleks ajaks muutub imiku käitumine paremini tõlgendatavaks. Mida vanemaks saab laps, seda lihtsam on hinnata ajupiirkonnaspetsiifiliselt toimunud arengut. Kuuendast eluaastast saab kasutada magnetresonantstomograafia skaneerimist ilma last uinutamata (Georgieff 2007).

Aju suurust on võimalik hinnata erinevate meetoditega nagu näiteks magnetresonantstomograafia ja kompuutertomograafia. Aju umbkaudset suurust saab hinnata peaümberruumi mõõtmisega (Georgieff 2007). Siiski ei ütle peaümberruumi mõõtmist midagi aju spetsiifilisemate arengu protsesside kohta (Stiles et al. 2015).

Need meetodid ei ole mõeldud toitumise staatuse määramiseks, kuid neid kasutades võib muu hulgas saada aimu toitumise mõjust aju suurusele ja mahule. Näiteks saab peaümberruumi mõõtmist järgi hinnata ligikaudset tõsisest valgupuudusest tingitud kahjustust ajumahule (Georgieff 2007).

Peaümberruumi mõõtmine on antropomeetiline indikaator ning seda kasutatakse selleks, et lapse üldisel arengul silm peal hoida (WHO 2007). Suurem peaümberruumi mõõt võib seostuda suurema ajumahuga, kõrgema IQ-ga, paremate akadeemiliste tulemustega hilisemas elus ning vanemate suurema peaümberruumi mõõtmisega ja kõrgema IQ-ga (Ivanovic et al. 2004). Maailma Tervisehoiuorganisatsiooni poolt korraldatud uuringute käigus on koostatud kasvukõverad laste normaalse arengu jälgimiseks sünnist kuni viienda eluaastani (WHO 2007).

Peaümberruumi mõõtmine võib anda aimu sellest, kas laps areneb normaalselt või areng kaldub kõrvale (WHO 2007). Normist väiksemat peaümberruumi mõõtmist esimestel eluaastatel on seostatud aktiivsus- ja tähelepanuhäirele omaste sümptomitega (Heinonen et al. 2011) ning normist suuremat peaümberruumi mõõtmisega on seostatud autismi spektri häired (Hazlett et al. 2005).

Autismispektrihäirete puhul on tähele pandud, et kuigi ajumaht tundub suurenevat, pikemate juhtteede hulk väheneb. Aju ülekasv kestab viienda või kuuenda eluaastani. Nii autismispektrihäired kui ka aktiivsus- ja tähelepanuhäire tulenevad geneetiliste ja keskkonna tingimuste koosmõjust neurobioloogilistele süsteemidele sünnijärgsel ajal. On ebatõenäoline, et üksik iseäralik muutus on autismi spektri häire põhipõhjuseks (Martins et al. 2020).

Kuigi normist väiksemat peaümberruumi mõõtmist võib viidata alatoitumisele või haigusele (WHO 2007), siis paljudes laste toitumisega seotud uuringutes ei ole peaümberruumi mõõtmist võetud (Tiwari et al. 2017).

Samas võib olla väiksema peaümberruuduga lastel madalam sünnijärgne toitumiskilogramm, madalam IQ ja õppimisprobleemid (Ivanovic et al. 2004).

Individuaalsed erinevused aju müeliniseerumises võivad olla peaümberruudu ja IQ vahelise seose põhjuseks. Hilinenud müelinisatsioon, müeliniseerumishäired ja häired neuronite migratsioonis on kõige tavalisemad neuroloogilised kõrvalekaldumised ning võivad lastel väljenduda väiksemas peaümberruudus (Ivanovic et al. 2004).

Enneaegsetel väiksema peaümberruuduga lastel, kelle peaümberruut ei kasva piisavalt kiiresti järele, on hilisemas elus võrreldes teiste lastega madalamad tulemused IQ testides, vähenenud üldine kognitiivne, keeleline ja matemaatiline võimekus ning nad on hüperaktiivsemad. Väike peaümberruut 8 kuu vanusel lapsel on seotud väiksema peaümberruuduga 8-aastaselt, kuid väike peaümberruut on seotud ka ema väiksema peaümberruuduga (Hack et al. 1991). Võimalik, et geneetilised faktorid on umbes poole peaümberruudu ja IQ variatsioonide taga (Ivanovic et al. 2004).

Kui enneaegse lapse peaümberruut jääb pärast sündi mitmeks kuuks alla normi piiri, võib see põhjustada pöördumatut kognitiivsete võimete langust (Neubauer et al. 2016). Isegi kui enneaegsed lapsed võtavad kaalus juurde, aga peaümberruut ei suurene vajaliku kiirusega, võib see tähendada hilisemas elus vähenenud motoorset võimekust ning probleemilahendamise oskust (Franz et al. 2009).

Pärast sündi kasutatakse peaümberruutu ajukasvu näitajana, kuigi see võib olla ebatäpne, sest eksitav võib olla kolju ja peanaha paksus (Lauritzen et al. 2005). Kui on kahtlus, et ebapiisav toitumine pidurdab aju kasvu, tuleks kontrollida lapse muid mõõte ja vaadelda käitumist, uurimaks, et kas midagi veel viitab arengu pidurdumisele. Arvesse tuleb võtta ka emapoolseid parameetreid, välistamaks võimalust, et väiksem peaümberruut on hoopis seotud ema väiksema peaümberruuduga, mitte ebapiisava toitumisega (Bhargava 2000).

3 Toitumise mõju lapse aju arengule

Laste aju arengu jaoks on samaväärse tähtsusega nii keskkond, milles nad viibivad, kui ka neile võimaldatud toidu mitmekesisus (Scaglioni et al. 2008; Prado & Dewey 2014), mis omakorda sõltub sellest, milline on lapsevanemate suhtumine toitumisse (Scaglioni et al. 2008). Lapse aju areng on toitainepuuduse suhtes eriti tundlik alates raseduse kolmandast trimestrist kuni teise eluaastani (McCann & Ames 2007).

Toitained mõjutavad neuroanatoomiat, neurokeemiat ja neurofüsioloogiat ning on olulised neuronite juurdekasvu toetamisel (Georgieff 2007). Tõsine valgupuudus raseduse ajal võib pidurdada aju kasvu ja arengut ning laps võib sündida oluliselt väiksema peaümbermõõduga (Tiwari et al. 2017). Mikrotoitainete puudus võib põhjustada aneemiat, kanapimedust, rahhiiti, närvi-lihashaigusi, kognitiivse võimekuse ja töövõimekuse vähenemine ning takistada normaalset kasvu ja arengut (Murphy & Allen 2003).

Toitainete puuduse mõju juures mängivad rolli mitmed tegurid: toitainepuuduse ajastus, kestus, määr ning puudusest taastumise võimalikkus (Prado & Dewey 2014). Olulisel arenguhetkel tekkinud toitainepuudusel võib olla pöördumatu mõju inimese käitumisele ja toimetulekuvõimele kogu järgneva elu jooksul (Nyaradi et al. 2013).

Erinevate mikrotoitainete imendumine on omavahel seotud ning seetõttu on suurimaks probleemiks homogeensest toidulauast põhjustatud mitme toitaine üheaegne puudumine. Osad toitained vajavad imendumiseks teisi, näiteks kaltsium vajab D-vitamiini (Benton 2010). Dokosaheksaenhape sünteesimiseks on vaja B₃-vitamiini, B₆-vitamiini, C-vitamiini ja magneesiumi (Smith 2020).

Levinud on mitme toitaine samaaegne vaegus. Igal mikrotoitainel ei ole ajus oma signatuurülesannet ning erinevad toitained mõjutavad samu ajuosi. Selle tõttu võib olla keeruline hinnata mõne konkreetse mikrotoitaine rolli aju arengule. Mida pikem aeg on toitainepuuduse ja sellest tuleneva kahjustuse ulatuse mõõtmise vahel, seda raskem on eristada toitainepuuduse mõju aju arengule teistest võimalikest kahjustuse tekitajatest nagu haigused või mittetoetav elukeskkond (Georgieff 2007).

Laste toitumises on tähtsal kohal mitmed mikrotoitained, mille biosaadavuse määr on kõrgem loomse päritoluga toidus. See tähendab, et kui ei tarbita piisavalt loomse päritoluga toitu, võib tekkida mitmesuguseid toitumisest tulenevaid probleeme (Murphy & Allen 2003). Näiteks sisaldab taimetoitlaste dieet pealtnäha piisavalt rauda, tsinki ja muid mineraale, kuid paljud neist on raskesti

omastataval kujul. Näiteks lihast saadav heemne raud on lihtsamini omastatav kui taimset päritolu mitteheemne raud. Taimetoitlaste dieet ei sisalda heemset rauda. Ka tsingi ja raua imendumist taimsest toidust takistab fütiinhape (Hunt 2003).

Laste arengut käsitlevas ülevaatlikes materjalides seostatakse rauapuudusega vähenenud kognitiivseid ja motoorseid võimeid ning halvenenud sotsio-emotsionaalset käitumist (Prado & Dewey 2014). Rauapuudus võib arengut aeglustada ilma diagnoositava aneemiata (McCann & Ames 2007). Kuna taimetoitlased ei tarvita heemset rauda, nad peaksid toiduga saama suurema koguse rauda, et kompenseerida võimalikke imendumise probleeme (Craig & Mangels 2009).

Käitumishäiretega laste seas on levinud aktiivsus- ja tähelepanuhäire. Seda iseloomustab vähenenud tähelepanu ning keskendumis- ja emotsioonide kontrollimise raskused. Tundub, et raua, tsingi, omega-3-rasvhapete ja D-vitamiini erinevate kombinatsioonidega on võimalik aktiivsus- ja tähelepanuhäire all kannatava lapse olukorda parandada (Fasihpour et al. 2020). Samuti saavad esimestel eluaastatel alguse autismi spektri häired. Käitumishäiretele omased sümptomeid võib soodustada omega-3-rasvhapete vähesus ja omega-6-rasvhapete üleküllus, sest omega-6-aminohapete üleküllus võib soodustada põletiku teket ajus (Martins et al. 2020).

4 Ema rasedusaegse toitumise mõju lapse arengule

Rasedusaegse toitumise ja laste kognitiivsete funktsioonide vahelist seost uurivas artiklite ülevaates seostati ema rasedusaegset väga madalat kehamassiindeksit laste madalamate kognitiivsete võimetega. Ema alakaal ja madalam toitumusstaatus võib olla lapse hilinenud vaimse arengu või intellektuaalse puude tekkimise põhjuseks (Veena et al. 2016).

Kui ema alatoitumus ei ole väga raske, kaitsevad loote aju toitainepuuduse eest homöostaatilised mehhanismid. Näiteks kui läbi platsenta ei tule piisavalt toitaineid, suureneb verevool südamesse ja aju ning väheneb jäsemetesse. Niiviisi saab loode päästa aju- ja südame arengut, kui seeläbi ülejäänud keha arengut aeglustatakse (Prado & Dewey 2014).

Taanis läbiviidud suures kohortuuringus leiti, et naistel, kes jõid raseduse ajal loomset piima, sündisid suurema kaalu ja peaümberrõõduga lapsed. See võib tähendada, et peaümberrõõdu suurenemisega suurenes ka ajumaht (Olsen et al. 2007).

Bangladeshis läbiviidud juhuvalikuga uuring näitas, et naistel, kelle kehamassindeks oli alla normi, omas raseduse ajal multivitamiini võtmine laste arengule paremat mõju kui raua-foolhappe toidulisand. Uuringu eesmärk oli saada teada, kas varasem ehk 8. kuni 10. rasedusnädala paiku multivitamiini või raua-foolhappe toidulisandi võtmine omab imiku kognitiivsele arengule suuremat mõju kui hilisem ehk 17. rasedusnädalal toidulisandi kasutamine. Kindlast rasedusnädalast alates toidulisandi kasutamine ei andnud oluliselt erinevaid tulemusi, kuid multivitamiini kasutamisest ilmnunud paremad tulemused viitavad sellele, et erinevate toitainete puudusest tekkis sünergiline efekt (Tofail et al. 2008).

Multivitamiini paremat mõju alatoitunud rasedate lastele võrreldes raua-foolhappe lisandiga näitas ka Indoneesias läbiviidud juhuvalikuga uuring. Normaalkaaluga emade laste näitajad olulisel määral ei erinenud. Ainult alatoitunud rasedatel omas multivitamiini võtmine paremat mõju 4 kuni 5 kuuste laste motoorsete võimete arengutesti ja visuaal-ruumilisele arengutesti tulemustele. Samas multivitamiini võtnud aneemiliste emade laste tulemused olid paremad ainult visuaal-ruumilist arengut hindavates testides. Otsustati, et ainuüksi raua-foolhappe lisand ei ole piisav, et kaitsta alatoitunud emade lapsi pikaajalise arengupidurdumise eest (Prado et al. 2012).

Taimetoitlastel võib raseduse ajal esineda raua, kaltsiumi, B₁₂, D-vitamiini, ja dokosaheksaehappe puudus (Craig & Mangels 2009, Sebastiani et al. 2019). Neist on ajuarenguga teadaolevalt suuremal määral seotud B₁₂-vitamiin, raud ja dokosaheksaehape

(Prado & Dewey 2014). Üldiselt ei esine taimetoitlastel raseduse ajal foolhappe puudust (Craig & Mangels 2009).

D-vitamiini sünteesitakse nahas päikese valguse toimetel, aga selle puudulikkuse risk on põhjapoolsetel laiuskraadidel suurem, sest päikesevalgust on vähem ning seetõttu ei pruugi inimese kehas toimuda piisavat D-vitamiini sünteesi. Selle kompenseerimiseks tuleks, süüa rasvast kala ja D-vitamiiniga rikastatud piimatooteid ning tarvitada D-vitamiini toidulisandina (NNR 2012).

Suurem huvi D-vitamiini mõju kohta loote aju arengule tekkis peale D-vitamiini retseptori avastamist inimese aju erinevates piirkondades (García-Serna & Morales 2019). D-vitamiini retseptor on spetsiifine proteiin, mis seob erinevates kudedes D-vitamiini (Norman 2012). Tundub, et ema organismis tsirkuleeriva suurema D-vitamiini kontsentratsiooniga on seotud vähenenud risk aktiivsus- ja tähelepanuhäire ning autismi tüüpi haiguste tekkeks lapsel. D-vitamiinil on aju immuunsust toetav mõju. Võimalik, et inimese organism vajab suuremas kontsentratsioonis D-vitamiini, kui praegused toitumissoovitused seda ette näevad (García-Serna & Morales 2019).

Lootel on D-vitamiin oluline kaltsiumi imendumiseks. Loode on emapoolsest D-vitamiinist täielikult sõltuv ja vajab seda normaalseks skeleti arenguks. Taani kohortuuringus leiti, et kuigi nabanööri D-vitamiini kontsentratsioon on seotud lapse sünnipikkusega, siis sünnikaalu ja peaümberrõõduga seost ei olnud. Mis võib viidata sellele, et lastel, kelle emal on raseduse ajal D-vitamiini puudulikkus, arenevad lühemad luud (Dalgård et al. 2016). Austraalia uuring näitas, et naiste vereseerumi raseduseaegne D-vitamiini sisaldus ja laste tulevane keeleline võimekus 5 kuni 10 aasta vanuselt olid omavahel positiivselt seotud. Seost ei leitud käitumisraskustega (Whitehouse et al. 2012).

Raseduse ajal võib B₁₂-vitamiini puudus põhjustada arengudefekte loote neuraaloru sulgumisel (Prado & Dewey 2014). Loode saab emalt B₁₂-vitamiini varud, mis talletatakse maksas ning tavaliselt ei teki B₁₂-vitamiini puudust enne neljandat elukuud. B₁₂-vitamiini puudus võib kahjustada närvisüsteemi ning viia aju mahu vähenemiseni ja aju funktsioonide ning võimekuse langemiseni. B₁₂-vitamiini puuduse all kannatavad lapsed võivad olla apaatsed, letargilised ning vähenenud algatusvõimega (Black 2008). Taimetoidus puuduvad kättesaadavad B₁₂-vitamiini allikad ning taimetoitlased peaks seda võtma toidulisandina (NNR 2012).

B₁-vitamiini ehk tiamiini leidub vähesel määral paljudes toitudes ning selle vaegus on haruldane. Siiski võib tiamiinipuudus tekkida toitude välistamisel. Tiamiini sisaldavad lihatooted, piimatooted ja teraviljatooted (NNR 2012). Tiamiin osaleb fosforüleeritud kujul rasvade, valkude ja süsivesikute metabolismis. Tiamiini puudust raseduse ajal võib põhjustada alkoholism, liigne

kohvi joomine ja suhkru tarvitamine ning see võib pidurdada loote aju kasvu, põhjustada närvirakkude surma, pidurdada müeliini sünteesi ning põhjustada hipokampuse- ja ajukoorerakkude ebanormaalselt paljunemist (Kloss, Eskin, & Suh 2018).

Dokosaheksaenhapet (DHA) kasutatakse silma võrkkesta ja ajunärvikoe ehitamiseks. Loote võime sünteesida DHA-d on madal ning ta on sõltuv emapoolsetest DHA allikatest. (Martins et al. 2020). Vähene DHA raseda naise dieedis on seotud tserebraalsete neurotroofsete faktorite vähenemisega ajus, mis kaitsevad neuroneid ja gliiarakke rakusurma eest (Martins et al. 2020). Neurotrofiinid, nagu tserebraalne neurotroofne faktor, on neuronite tööd toetavad valgud. Kui neurotroofsete faktorite tase on alla normi, võib see loote ajus vallandada rakusurma protsessi valedel ajahetkel, mis omakorda võib viia ajumahu vähenemiseni (Prado & Dewey 2014).

Vähene emalt saadava DHA hulk raseduse ajal võib olla seotud lapse hilisemate käitumishäirete tekkimisega. Rasedatel ja imetavatel emadel soovitakse süüa DHA saamiseks 230-340 grammi kala nädalas, eelistades rasvast kala. Rasedatel naistel puuduvad tihti teadmised DHA vajalikkusest ja kala söömisest, sest kala puhul rõhutakse võimaliku raskemetallimürgituse tekkimise võimalust.

6-kuustel lastel, kelle emad sõid raseduse ajal vähem kala, leiti 8 aastat hiljem suurenenud risk kognitiivsete võimete vähenemiseks, võrreldes nende lastega, kelle emad sõid palju meretoitu. Samas ei ole selge elavhõbeda väikeste koguste mõju lapse neuroloogilisele arengule ning pole teada, kas suurem DHA hulk toidus aitab sellega võidelda. Alatoitunud, taimetoitlased ja need, kelle suguvõsas esineb käitumishäiretega inimesi, peaks hoolitsema, et nende organismis on piisavad DHA-d ning vajadusel võtma seda toidulisandina juba enne rasedust (Martins et al. 2020).

Suurema hulga kala söömist on seostatud imiku paremate kognitiivsete võimetelega, kuid kalas sisalduvat elavhõbedat oli jällegi seostatud madalamate kognitiivsete võimetelega. Seepärast on rasedatel naistel soovitatud mitte süüa kala suurtes kogustes, kuigi kala sisaldab palju ka loote ja imiku arenguks vajalikke aineid. Dilemma lahenduseks tuleks soovitada süüa kalu või mereande, mis asuvad toidumisahelas allpool, sest elavhõbe akumulereub ning röövtoidulised kalad toiduahela tipus sisaldavad seetõttu rohkem elavhõbedat. Et adekvaatsemalt hinnata kalas sisalduvat elavhõbeda mõju, peaks toitumisalastes küsimustikes olema eristatud küsimused potentsiaalselt rohkem elavhõbedat sisaldava röövkala ja vähem elavhõbedat sisaldava meretoidu kohta (Oken et al. 2005).

Üldiselt sisaldab valge lihaga kala vähem elavhõbedat, aga samas ka vähem olulisi rasvhappeid ja mikrotoitaineid kui punane kala. Väiksemad röövtoidulised kalad võivad sisaldada rohkem rasvhappeid ja vähem elavhõbedat (Oken et al. 2005). Meretoiduga seotud toitumissoovituste juures üldiselt ei arvestada, et kala sisaldab seleeni, mis seob elavhõbeda mittelahustuvaks ühendiks (Ralston et al. 2019).

5 Esimeste elukuude toitumise mõju lapse arengule

Esimestel elukuudel sõltub imik emalt raseduse ajal saadud ja talletatud toitainete varudest ning rinnapiimast või selle asendajatest. Imiku neerud ei talu esimestel elukuudel kõrge valgusisaldusega toitu ning seepärast peaks imiku põhitoit siis olema rinnapiim või piimaasendussegu, mille üldine valgussisaldus võrreldes tavatoiduga on madal (NNR 2012).

Individuaalsetest erinevustest tulenevalt võib emade rinnapiima koostis suurel määral erineda. Rinnapiima valgukoostis on stabiilne, kuid rasva ja paljude mikrotoitainete sisaldus oleneb naise dieedist (NNR 2012). Kui rinnaga toitva ema dieet on ühekülgne, mõjutab see toitainete hulka, mis lapseni jõuavad (Pitsi et al. 2017).

Rinnapiima B₁₂-vitamiini sisaldus oleneb olulisel määral sellest, palju on ema toidulaual B₁₂-vitamiini allikaid (Pawlak et al. 2018). Taimetoitlastel võib olla veres ja rinnapiimas madal B₁₂ sisaldus, sest neil on toidus vähem B₁₂-vitamiini allikaid või ei ole neid üldse (Pawlak et al. 2018). Mida kauem on naine taimetoitlane olnud, seda madalam on B₁₂-vitamiini kogus tema rinnapiimas, mis tähendab, et B₁₂ sisaldus rinnapiimas võib olla seotud ema enda B₁₂-vitamiini kehasiseste varudega (Mangels & Driggers 2012). Kuna taimetoitlased toidavad oma lapsi rinnaga keskmiselt kauem kui mittetaimitlastest emad (Pawlak et al. 2018), võib tekkida nende lastel B₁₂ puudus (Mangels & Driggers 2012).

Ameerikas läbiviidud rinnapiima uuringus leiti, et viiendikul emadest oli B₁₂-vitamiini sisaldus rinnapiimas alla soovitusliku normi sõltumata sellest, kas nad olid taimetoitlased või mitte (Pawlak et al. 2018). Nepaalis leiti, et imiku B₁₂-vitamiinistaatus esimesel eluaastal on seotud parema neuropsühholoogilise arenguga viiendal eluaastal, kuid mitte üleüldise motoorse võimekuse arenguga (Kvestad et al. 2017).

Raseduse ajal ja varases imikueas toimub DHA kontsentratsiooni suurenemine ajukoes ja silma võrkkestas. See viitab, et DHA on oluline neurogeneesis, neurotransmissioonis, müelineerumises, sünapside ümberkorraldamises ja muus sellises (Iannotti et al. 2017). DHA-d on edukalt kasutatud enneaegsete laste kasvu järele aitamisel (Georgieff 2007).

Kui ema sööb imetamise ajal vähemalt 2 korda nädalas kala, toetab see lapse neuroloogilist arengut (Martins et al. 2020). Saksamaal uuriti kõigesööjate ja taimetoitlase rinnapiima DHA sisaldust. Leiti, et hoolimata dieedist oli 82% osalejatel DHA sisaldus rinnapiimas liiga madal. Uuringus osalenud naistest ei taimetoitlased ega ka kõigesööjad ei söönud kala iga nädal (Perrin et al. 2019).

Taanis läbiviidud juhuvalikuga uuringus leiti, et emadel, kes võtsid esimese nelja imetamisekuu jooksul toidulisandina kalaõli, oli 2,5-aastaste laste peaümberrõõm suurem. Neid võrreldi grupiga, kes sõid kala ning grupiga, kes said lisandina oliiviõli. Ei ole aga selge, kas suurem peaümberrõõm tulenes aju kasvust või kolju- ja naha paksusest, sest kõik kalaõli grupi laste mõõtmistulemused olid numbriliselt suuremad (Lauritzen et al. 2005).

Sünnijärgset dokosaheksaeenhappe (DHA) puudust on seostatud vähenud neurogeneesi ja neuronite migratsiooniga. Madal DHA tase rinnapiimas on eriti ohtlik enneaegsetele imikutele, kes on jäänud raseduse lõpus toimuvast DHA varustamisest ilma. Normaalse DHA tase rinnapiimas tundub olevat seotud paremate keeleliste oskuste ja kognitiivsete funktsioonidega, parema tähelepanuvõimega ja üldise parema psühhosotsiaalse tervisega (Martins et al. 2020).

Alates kuuendast elukuust peab laps saama toidust rauda, hoolimata sellest, kas teda toidetakse endiselt rinnaga või mitte (Baker et al. 2010). Kuuendast elukuust kuni teise eluaastani rauapuuduse all kannatavad lapsed võivad kogeda hilisemat kognitiivsete võimete langust (Lozoff 2007). Kui lapsel on rauaaneemia, siis ainult raua manustamine ei pruugi tõsta veres hemoglobiini kontsentratsiooni. Mis omakorda võib tähendada, et väikelaste aneemia põhjuseks ei ole rauapuudus või on sellel veel mingi põhjus lisaks rauapuudusele. Bangladeshis 6 kuni 12 kuu vanuste lastega läbi viidud topeltplimeda juhuvalikuga uuringu käigus leiti, et raud ja tsink koos soodustasid motoorsete võimete arengut (Black et al. 2004).

Kui imetav ema jätab dieedist toite välja, võib munade söömine kompenseerida liha või kala välja jätmist nii ema kui lapse dieedis (NNR 2012). Munad on väga toitaineterikkad ning muuhulgas head koliini, B₁₂-vitamiini ja asendamatute rasvahapete nagu dokosaheksaeenhappe allikad. Aju arengus on koliin vajalik fosfolipiidide tootmiseks ja fosfolipiidmembraanide moodustamiseks (Iannotti et al. 2017).

Ecuadoris viidi läbi juhuvalikuga uuring, mille raames sõid 6 kuni 8 kuu vanused lapsed 6 kuu jooksul iga päev ühe muna. Uuringus osalenud lapsed olid alakaalus, kängumis- ja lahjumissoodumusega. Uuringus kasutatud munade näidispartiitid testiti enne uuringu algust toitainete sisalduse suhtes ning leiti, et üks muna sisaldas üle 50% imikute päevasest soovituslikust valgust, B₁₂-vitamiini ja seleeni kogusest. Koliini oli päevasest soovituslikust kogusest isegi 29% rohkem. Muna söömine tõstis lastel koliini, dokosaheksaeenhappe, betaiini ja metioniini näitu vereplasmas, kuid ei muutnud B₁₂-vitamiini näitust. Võimalik, et B₁₂-vitamiini näit ei tõusnud, sest munast saadud B₁₂-vitamiin kasutati metabolismis kohe ära. Munade söömine soodustas pikkuskasvu ning vähendas lahjumist (Iannotti et al. 2017).

Iisraelis unustas 2003. aastal üks sojapõhise asenduspiima tootja uues retseptis piimasegusse lisada B₁-vitamiini. Ebakvaliteetset piimasegu said umbes 600 kuni 1000 väikelast. Vea avastamise hetkeks olid mõned lapsed surnud ning mõnel oli tekkinud pöördumatud kognitiivsed kahjustused. Suuremal osal lastest diagnoositavaid kahjustusi sel hetkel ei leitud, kuid viis aastat hiljem avastati keelelise arengu peetus, mis väljendus vähenenud võimes moodustada sõnu, paigutada neid lausesse ja ehitada lauset üles. Varem arvati, et normist nõrgem keeleline võimekus on seotud ainult geneetilise taustaga, kuid kirjeldatud juhtum näitab, et B₁-vitamiinil võib olla oluline roll keeleoskusega tegelevate ajuosade arengus. Tiamiini kehasisesed varud on väiksed. Pärast kolmandat defitsiidinädalat on karta pöördumatut negatiivset mõju imiku arengule (Fattal et al. 2011).

Tansaania läbiviidud juhuvalikuga uuringus ei leitud ei tsingi ega multivitamiini lisandite efekti 15 kuuste laste arengu tulemustele. Võimalik, et tsingil ei saanud olla mingit lisamõju, sest uuringusse valiti lapsed, kellel ei esinenud tsingipuudust (Locks et al. 2017).

6 Eelkooli- ja kooliealiste laste uuringud

Esimestel eluaastatel toimub aju väga kiire areng, pärast kolmandat eluaastat jätkub aju areng aeglasemas tempos. Täiskasvanueani toimub valgeaine müelinisatsioon. Eelkoolieas ja esimestel kooliaastatel areneb eesmärgipärane käitumine, töömälu võimekus, tähelepanuvõime ja keeleline võimekus (Stiles et al. 2015).

Kui ühelt poolt toimub aju areng pärast teist eluaastat aeglasemas tempos, siis teiselt poolt hakkavad lapsel sel ajal kujunema omad toidueelistused, mis sõltuvad suurel määral sellest, millega ta on oma igapäeva elus harjunud. Laps peaks mingil hetkel hakkama sööma ülejäänud perega sama. See võib aga osutada probleemiks taimetoitlaste peredes, sest täiskasvanutele mõeldud taimetoit lastele ei sobi (Gibson et al. 2014; Mangels & Driggers 2012).

Paljude oluliste toitainete puudumise tõttu sisaldab toidulaualt sisaldab täiskasvanud taimetoitlase dieet hulgaliselt töödelduid ja rikastatud toite, näiteks sojatooteid, lihaasendustooteid ning taimset piima. Taimsete valgullikatena kasutatakse ube ja herneid, mis võivad korralikult leotamata ja küpsetamata tekitada lastele seedimisvaevusi nagu iiveldus, oksendamine, kõhuvalu ja kõhulahtisus (NNR 2012). Täiskasvanute dieedis tavalised sojatooted ja lihaasendustooted nagu sojapiim, seitan, miso ja tofu, sisaldavad väga suures koguses fütoöstrogeene, mille mõju laste arengule on vähe uuritud (Jefferson 2010). Lisaks sellele ei ole taimetoitlusega seotud laste uuringutes kindlaid standardeid ning autoritel on oma arusaam sellest, kes on taimetoitlane või mis vanuses inimest loetakse lapseks (Gibson et al. 2014; Pawlak & Bell 2017).

Taimetoitlaste toitumist käsitlevate artiklite analüüsis tehti järeldus, et taimetoitlastest laste seas võib toidu rauasisaldus olla kõrgem kui segatoiduliste laste toidu raua sisaldus. Sellest tulenevalt jõuti järeldusele, et olemasolevate artiklite põhjal ei ole piisavalt tõendeid väitmaks, et taimetoitlastest laste seas on tsingi ja raua puudus rohkem levinud kui segatoiduliste laste seas (Gibson et al. 2014).

Teises sarnases kokkuvõtteartiklis aga leiti, et soodumus rauapuudusele taimetoitlastest laste seas erineb väga palju erinevate riikide uuringuplaanide ja rauaseisundi biomarkerite kasutamise tõttu (Pawlak & Bell 2017). Raua biokeemilisteks indikaatoriteks on hemoglobiini kontsentratsioon veres ja punaste vereliblede suurus. Normist väiksemad punased vererakud on seotud rauaaneemiaga ja normist suuremad rakud B₁₂-vitamiini või foolhappe puudusega. Rauaseisundi biomarkeriteks on aga raua säilitamist kontrolliv valk ferritiin. Kudedes oleva raua sisaldust peegeldab transferriini kontsentratsioon, rauapuuduse tõsisuse hindamiseks määratakse tsink-protoporfüriini kogust (Gibson et al. 2014). Seega kasutatakse rauaseisundi hindamiseks

mitmesugust erinevat meetodikat. Niimoodi saadud andmed ei pruugi aga olla omavahel võrreldavad.

Pawlak & Bell leidsid oma artiklite kokkuvõttes, et raua puudusega laste osakaalu protsent oli artiklites seinast sein. Rauapuudusega laste osakaal taimetoitlastest laste seas olid hemoglobiini taseme järgi oli erinevate artiklite piires 2,5% kuni 47,5%, ferriinitaseme järgi 4,3% kuni 73%, seerumiraua järgi 4,5% kuni 58%, rauasidumise võimekuse järgi 6,6% kuni 62,5% kala- ja taimetoitlaste ja 66,7% piima ja muna tarbivate taimetoitlastest laste seas, transferrini järgi 20 kuni 60%.

Taimetoitlust uurivate artiklite autoritel on taimetoitlusest ja selle kategooriatest erinevad arusaamad. Vahel jätab autor kirjeldamata, et näiteks tema arvestab taimetoitlastena ka neid inimesi, kes söövad korra kuus liha, mis võib omakorda anda ebatäpseid tulemusi. Kui uurimuses on kasutatud ainult üht tüüpi biomarkerit, võib see tegeliku rauaseisundi kohta anda ebaadekvaatse tulemuse ning kui nendest tulemustest omakorda tehakse metanalüüs, võivad need kokkuvõtlikud tulemused olla valed (Pawlak & Bell 2017).

Ühes kokkuvõtlikus artiklis oli kõikide kasutatud artiklite uuringutes osalejate vanuse vahemik 4 kuud kuni 11 aastat (Gibson et al. 2014) ja teises kokkuvõttes oli kõigi osalejate vanuse vahemik 4 kuud kuni 20 aastat (Pawlak & Bell 2017). Järelikult on autoritel ka erinevad käitlused sellest, mis vanuses osaleja on laps ning milliseid töid oma kirjanduse põhise artikli kirjanduse ülevaatesse kaasata. Ka see annab omakorda väga erinevaid tulemusi.

Taimetoitlastest lapsed söövad rohkem puu- ja juurvilju ning nendes sisalduv C-vitamiin peaks soodustama mitteheemse raua imendumist (Gibson et al. 2014). Poolas läbi viidud väga väikese valimiga uuringus said taimetoitlastest lapsed toiduga peaaegu kaks korda rohkem C vitamiini kui segatoidulised. Toidus sisalduv C vitamiin aitab segatoiduliste laste raua imendumisele kaasa, kuid taimetoitlastest lastel mitte. Sellest võiks järeldada, et taimetoitlastest lapsed peaksid saama toiduga suuremat kogust rauda, mida C vitamiin aitaks omastada (Gorczyca et al. 2013). Uuringus oli aga aluseks võetud ainult ühe nädala toit. Nii segatoiduliste kui taimetoiduliste laste põhiliseks rauaallikaks oli rauaga rikastatud hommikusöögihelbed, kuid kõigesööjatel lastel oli lisaraua allikaks liha ja kala. Uuringusse oli kaasatud 22 taimetoitlast ja 18 kõigesööjat. 22 taimetoitlastest tarvitasid piima 17, muna 11 ja kala 5 ning osalejate vanus oli 2 kuni 18 aastat (Gorczyca et al. 2013).

Gorczyca uuringu väike valim, laialivalgud definitsioon selle kohta, kes on taimetoitlane, läheb kokku autorite Pawlak & Bell arvamusega, et rauapuudust uurivate artiklite tulemused võivad olla

väheusutavad ja rakendamatud. Ka käesoleva töö autorile jäi kohati arusaamatuks, millises vanuses inimene on uuringute läbiviijate või kirjanduse ülevaadete koostajate meelest laps.

Tsingi biomarkeriks on tsingi kontsentratsioon vereseerumis, kuid paljudes taimetoitlastest laste uuringutes on jäänud tsink üldse mõõtmata. Tsingi hulk seerumis sõltub sellest, millal ja kui palju üleüldse viimati söödi ning teeb adekvaatsete tulemuste saamise keeruliseks. Kui lapsed söövadki üldiselt vähem liha, olenemata sellest, kas nad on taimetoitlased või mitte, siis nende vereseerumi tsingitasemed ei pruugi omavahel erineda. Nii võib järeldada, et tsingi sisaldus seerumis ja liha söömine ei olegi seotud. See on aga vale (Gibson et al. 2014).

Hispaanias leiti juhuvalikuga uuringus, et D-vitamiin rikastatud piimas mõjus positiivselt koolilaste IQ-le: paranes muustrite ära tundmise ja probleemilahendusvõime. Põhilised kognitiivsed väljundid olid töömälu ja infotöötluskiiruse testi tulemused. Seoses kognitiivsete oskuste paranemisega paranesid nii töömälu testi tulemused kui ka vähesel määral infotöötlustesti tulemused. Võimalik, et rikastatud piim suurendas ringleva D-vitamiini kontsentratsiooni, mis omakorda võis seotud olla infotöötluse protsessi paranemisega. D-vitamiini roll aju arengus ei ole päris selge, aga arvatakse, et see omab kaitsvat mõju nii arenevale kui ka täiskasvanud ajule. Rikastatud piim suurendas ka dokosaheksaeenhappe kontsentratsiooni, kuid dokosaheksaeenhappe tase ei olnud selles uuringus seotud kognitiivse võimekusega (Petrova et al. 2019).

Kuna rikastatud piim sisaldas mitmeid mikrotoitaineid, ei saa kindlalt öelda, mis oli kognitiivsete testide paremate tulemuste täpne. On võimalik, et põhjuseks on hoopis sünergiline efekt. Loomne piim on väga hea lisandite manustamise viis, sest sel on vesifaas ja õlifaas, mis tähendab, et manustada saaks nii vesi- kui ka rasvlahustuvaid vitamiine. Kuna piimarasv on väga väikeste mitsellidena hajutatud, teeb see rasva ja selles lahustunud ainete imendumise lihtsamaks (Petrova et al. 2019).

Juhuvalikuga uuringus leiti, et Iraani 6 kuni 14 aasta vanustel koolilastel, kelle vereseerumi D-vitamiinitase oli madal, oli ka aktiivsus- ja tähelepanuhäire, võrreldes lastega, kelle näidud olid tervislikes piirides (Fasihpour et al. 2020)..

Keenias viidi läbi juhuvalikuga uuring nelja võrdusgrupiga, kes said lisatoiduna liha, piima, õli või mitte midagi. Uuringu eesmärk oli uurida liha ja piima mõju erinevusi vaimsele ja füüsilisele võimekusele. Leiti, et ka väike kogus liha koolilaste päeva toidus mõjutas nende kognitiivset võimekust ja füüsilisest aktiivsust. Liha söönud lastel olid kõige paremad tulemused semestri lõputestides ja matemaatika testiosades ning nad olid teiste lastega võrreldes aktiivsemad ja algatusvõimelisemad (Neumann et al. 2007).

Liha söönud laste head tulemused võisid olla seotud suurema koguse B₁₂-vitamiini manustamise ning biosaadavama raua ja tsingiga lihas, mis omakorda soodustab raua ja tsingi imendumist kiudainete ja fütühapperikkast taimsest toidust. Liha mikrotoitainete sisaldus ja hea kvaliteediga valk võivad toetada näiteks infotöötuse kiirust, probleemilahendusvõimet ja algatusvõimet. Piimagrupi tulemused olid halvemad, kui liha- ja õligrupi lastel, mida võib seletada sellega, et piima kõrge kaseiini ja kaltsiumi sisaldus takistab raua imendumist, mis omakorda on seotud kognitiivse funktsioneerimisega (Neumann et al. 2007).

7 Soja liigtarvitamise võimalikud ohud

Fütoöstrogeenid on östrogeenile sarnase aktiivsusega ained, mida leidub taimedes. Soja sisaldavad tooted on üldiselt väga kõrge fütoöstrogeense tasemega. Põhilised fütoöstrogeenid sojas on isoflavoone hulka kuuluvad genisteiin ja daidzeiin (Jefferson 2010). Osa inimeste soolestikubakterid on võimelised daidzeiinist tootma *equol*'i, mis on oluliselt östrogeensema toimega kui daidzeiin ja genisteiin (Cao et al. 2009).

Sojapõhised asenduspiimad võivad sisaldada aineid, mis võivad olla imikutele toksilised. Näiteks võivad need sisaldada saponiine, proteaasi inhibiitoreid, fütüinhapet ja fütoöstrogeene, mis võivad tekitada seedimisprobleeme ning võimendada autismispektrihäire sümptomeid (Westmark 2013).

Kõige tõenäolisemalt mõjutab sojapiim kilpnäärme hormoonide metabolismi, östrogeeni metabolismi ja regulatsiooni ning immuunsüsteemi funktsioone. Tavaliselt kasutatakse sojaasenduspiima imikutel, kellel on söötmis- või seedimisprobleemid. Seega on keeruline kokku saada piisavalt suurt hulka hea tervisega imikuid, kelle põhjal oleks võimalik ka mõistlikke järeldusi teha. Võimalik, et uuringute väikesed valimid ja üldistavad mõõtmised ei ole tabanud spetsiifilisemaid arenguhäireid (Chen & Rogan 2004).

Praeguseks on leitud, et umbes kolmandikul lääneriikide täiskasvanutest on soolestiku mikrofloora, mis on võimeline sünteesima sojatoodetes sisalduvatest isoflavoonidest *equol*'i. Samas isegi üle poole taimetoitlastest ja Aasia maade täiskasvanutest on võimelised sünteesima *equol*'i ning see tundub olevat seotud sojatoodete tarbimisega. Võimalik, et neil, kes on pikemalt tarbinud fermenteeritud sojatooteid, kasvab soolestikus *equol*'i sünteesivõime. Fermenteeritud sojatooted, nagu näiteks tofu ja miso, sisaldavad ka paremini imenduvaid isoflavoone (Setchell & Clerici 2010).

Uuringus lastega sünnist kuni esimese eluaastani leiti sojapõhist asenduspiima tarbivate imikute vere-, uriini- ja süljeproovis palju kõrgemad isoflavoone kontsentratsioonid, võrreldes lehmapiima- ja rinnapiimagrupiga. Sojapõhist asenduspiima jooivate laste analüüsides oli peaaegu 500 korda rohkem isoflavoone. Hoolimata kõrgetest kontsentratsioonidest ei ole selge, kas fütoöstrogeenid sojaasenduspiimas on imikutes bioloogiliselt aktiivsed. Juhul kui on, võivad need suuremates kogustes olla toksilised (Cao et al. 2009).

Üldiselt ollakse seisukohal, et vastündinud imikute soolestiku mikrofloora ei ole veel nii arenenud, et daidzeiinist *equol*'i sünteesida (Setchell & Clerici 2010). Teadaolev informatsioon viitab ka sellele, et toidus sisalduvad isoflavooneid ei mõjuta oluliselt laste kasvu, arengut ega

reproduktiivvõimet (Gaya et al. 2017). Lisaks peaks väikelaps vähemalt kolm päeva enne testimist iga päev sojatooteid sööma, et oleks võimalik mõõta *equol*'i taset vereplasmas. Madal *equol*'i sünteesivõime võib tulla ka sellest, et soolestikus on küll õiged bakterid olemas, aga inaktiivsed. Mis viitab sellele, et lääneinimesed ei söö suurtes kogustes sojat, aga mitte sellele, et nad ei ole võimelised *equol*'i tootma (Setchell & Clerici 2010). Uuringutes adekvaatsema tulemuse saamiseks peaks isoflavoonide üldise mõõtmise asemel mõõtma eraldi genisteiini ja daidzeiini tasemeid. Samuti võib sojaasenduspiima koostises olla aineid, mis blokeerivad või taandavad isoflaviinide efekti (Chen & Rogan 2004).

Uuringus, mille eesmärgiks oli teha kindlaks, millises vanuses hakkavad lapsed tootma daidzeiinist *equol*'i, leiti, et üksikud 3 kuni 7 aastased lapsed sünteesisid daidzeiinist *equol*'i ning sellest järeldati, et väiksemad lapsed ei ole võimelised *equol*'i sünteesima. Siiski oli igas grupis väga vähe lapsi: 4-6 kuu vanuseid oli 7 sojagrupis ja 7 kontrollgrupis, 7-12 kuu vanuseid oli 7 sojagrupis ja 7 kontrollgrupis, 1-3 aastat vanuseid oli 6 sojagrupis ja 8 kontrollgrupis, 3-7 aasta vanuseid oli 7 sojagrupis ja 6 kontrollgrupis. Leiti veel, et sojaasenduspiim muutis imikute soole mikrofloorat ning et neil oli üldiselt vähem soolebakteri liike ja baktereid (Hoey 2004).

Ka teine väikese valimiga alla kolmeaastaste laste fekaale uuriv uuring leidis *equol*'i tootmisvõime ainult ühel lapsel ning sellest järeldati, et alla kolme aastastel lastel puudub *equol*'i tootmiseks vajalik soolefloora. Uuringus osales 24 last vanuses 6 kuni 31 kuud (Gaya et al. 2017).

Kuigi ühelt poolt on väidetud, et teadaoleva informatsiooni raames ei mõjuta isoflavoonid laste arengut (Gaya et al. 2017), siis teiselt poolt on leitud, et juhul, kui taimetoitlased söövad raseduse ajal suures koguses sojaproteiini, on neil suurem oht sünnitada hüpospaadiaga laps. Hüpospaadiat iseloomustavad poiste kusetee sulgumisdefektid ja genitaalide deformatsioon (Akre et al. 2008). Veel arvatakse, et kõrge isoflavoonide tase võib mõjutada kesknärvisüsteemiarengut esimesel eluaastal (Andres et al. 2012). Ajus on östrogeeniretseptorid hüpotalamuses ja ajuripatsis, nendega on ka fütoöstrogeenid võimelised seostuma. *Equol*'i seostumisvõime on veel oluliselt kõrgem (Jefferson 2010).

Sünnijärgne periood on aeg, millal hormoonid võivad mõjutada pikaajalisi soolistest iseärasustest tulenevaid erinevusi poiste ja tüdrukute vahel. Poistel toimub sellel ajal testosterooni taseme tõus. Tüdrukute östrogeeni tase samas tõuseb sel ajal vähem, aga kõrgemale, kui poiste östrogeenitase. Mõlemad hormoonid mängivad aju arengus olulist rolli ning on seotud varajase keelearenguga (Quast et al. 2016).

Autismispektrihäired on meeste seas rohkem levinud: umbes iga viie mehe kohta on tuleb üks naine. Poistel ja tüdrukutel on aju arengu ajal erinev suguhormoonide tase. Sellest tulenevalt võivad erineda poiste ja tüdrukute ajustruktuur ja funktsioonid, käitumine ning kognitiivsed võimed. Autismispektrihäirega poistel ja tüdrukutel on kahjustada saanud erinevad ajupiirkonnad. Sellest võiks järeldada, et suurem autismileviku sagedus meeste seas on seotud hormonaalse keskkonnaga varajase aju arengu ajal (Wang et al. 2017).

Testosterooni roll aju soolises diferentseerumises on seotud testosterooni konverteerimisega östrogeeniks. Kõige enam toimub see hüpotalamuses ja mandeltoomades. Vahetult enne ja pärast sündi mõjutab östrogeen neuroloogilist arengut, eriti neis ajuosades, mis on seotud sotsiaalse ja seksuaalkäitumisega. Võimalik, et kahjustused neis piirkondades on seotud autismispektrihäiretega inimeste teistsuguse käitumisega (Wang et al. 2017).

Mitmed autismispektri häire sümptomid on levinud rohkem sojapõhist asenduspiima saanud laste seas. Võimalik, et need lapsed, kellel olid söötmis- ja seedimisprobleemid ning kes said selle raviks sojaasenduspiima, võis see soodustada raskemakujulise autismispektri häire tekkimist. On leitud, et autismihäirega poistel, kes on saanud varases eas sojapõhist asenduspiima, esines rohkem ärrituvusega seotud problemaatilist käitumist (Westmark 2013).

Autismihäirega tüdrukutel, kes olid saanud varases eas sojapõhist asenduspiima, esines rohkem aeglustunud keelearenguprobleeme ja antisotsiaalset käitumist. Nii poisid kui tüdrukud nutsid rohkem väiksemate vigastuste pärast, võrreldes lastega, kes ei saanud sojapõhist asenduspiima varajases lapsepõlves. Sellest võiks järeldada, et sojapõhise asenduspiima joomine soodustab normist erineva käitumise tekkimist või võimendab juba olemasolevat käitumist. Poistel ja tüdrukutel esineb raskemat tüüpi käitumishäireid erinevates valdkondades (Westmark 2013).

8 Kala Eesti laste menüüs

Rasedad naised söövad soovituslikust kogusest vähem kala (Perrin et al. 2019, Martins et al. 2020) ning tulevaste lapsevanematena mõjutavad nende toitumisvalikud ka laste toitumisvalikuid (Scaglioni et al. 2008). Võimalik, et ka Eesti lapsed söövad soovituslikust kogusest vähem kala ja kalatooteid.

Eestis soovitatakse lasteaialastel süüa päevas keskmiselt 1 kuni 2 portsjonit kala- ja kalatooteid, 1 portsjon liha- ja lihatooteid, pool portsjonit munatooteid ja 2 portsjonit piima (Pitsi et al. 2017).

2014. aasta Eesti rahvastiku toitumise uuringus leiti, et 2 kuni 5 aastased lapsed söövad nädalas keskmiselt 65 grammi kalatooteid, 41 grammi meresaaduseid, värsket linnuliha 80 grammi, värsket liha 206 grammi, muna 120 grammi ja 2002 grammi piimatooteid ehk keskmiselt 9,3 grammi kalatooteid, 5,9 grammi meresaaduseid, 11,4 grammi linnuliha, 29,4 grammi liha, 17,14 grammi muna ja 286 grammi piima päevas (Tabel RTU031 22.04.2020).

Konkreetsete toidugruppide portsjonite suurused on Eesti toitumissoovitustes väga erinevad: kalaportsjon 30-75 (keskmiselt 52,5) grammi, kalatooted 30-80 (keskmiselt 55) grammi, linnuliha portsjon 50-60 (keskmiselt 55) grammi, liha portsjon 20-50 (keskmiselt 35) grammi, muna portsjon 55 grammi ja piimatooted 200-250 (keskmiselt 225) grammi (Pitsi, et al. 2017).

Kuna portsjonite suurus on toidugrupi piires väga erinev ja oleneb toidu koostisest, saab antud andmete põhjal näha vaid üldpilti ning teha ligikaudseid järeldusi. Siiski tundub, et 2- kuni 5-aastased eesti lapsed söövad umbkaudu sellise koguse kala- ja meretooteid nädalas, mis oleks soovituslik süüa iga päev.

Kuna soovituslikud keskmised portsjonid lähtuvad päevasest energiavajadusest ja mitte mikrotoitainetest, võib vähene kalasöömine eelkooliealiste laste seas viia selleni, et neil võib tekkida selliste toitainete puudus, mida kalas on rohkem ja teistes loomsetest toitudes vähem, nagu näiteks D-vitamiin ja omega-3-rasvhapped. Tundub, et teisi loomseid toite süüakse normipärasemas koguses.

9 Arutelu

See, et inimene on oma olemuselt kõigesööja, ei tähenda, et tal ei võiks tekkida läbimõeldumatu toitumise tagajärjel toitainete puudust. Näiteks oli naistel nii dokosaheksaeenhape (Perrin et al. 2019) kui ka B₁₂-vitamiini sisaldus rinnapiimas madal (Pawlak et al. 2018), sõltumata sellest, et kas nad olid taimetoitlased või kõigesööjad. Taimetoitluse harrastamine tähendab, et tuleb tähelepanelikumalt jälgida, et toit sisaldaks piisaval hulgal vajalikke aineid ja võimalikult vähe kahjulikke aineid (Pitsi 2017; NNR 2012). Selle kohta, kui palju on Eestis taimetoitlasi, uuringud puuduvad.

Nii taimetoitlasest kui kõigesööjast naisel võib raseduse ja imetamise ajal toitainete imendumist takistada liigne kohvi joomine. Näiteks takistab kohv tiamiini (Kloss, Eskin, & Suh 2018) ja mitteheemse raua imendumist (Gibson et al. 2014). Samas on kohvis palju magneesiumi (NNR 2012).

Toidulisandite kasutamine omab suuremat mõju alatoitunud rasedate puhul (Prado et al. 2012; Tofail et al. 2018). Rasedad taimetoitlased, kes elavad piirkondades, kus on vähem päikest, peaksid võtma D-vitamiini toidulisandina, et loote arengus ära hoida skeletiarenghäirete tekkimist (Dalgård et al. 2016). Võimalik, et piisav raseduseaegne D-vitamiini hulk on oluline lapse keelilisele arengule (Whitehouse et al. 2012). Nii D-vitamiini kui ka dokosaheksaeenhape piisav hulk toidus on oluline, et vähendada soodumust autismispektri häirele ja aktiivsuse- ja tähelepanuhäirele omaste sümptomite tekkimisele (García-Serna & Morales 2019).

Üldiselt, kui taimetoitlase toitumine raseduse ajal on läbimõeldud ning sisaldab vajalikul hulgal aineid, tundub, et laste kognitiivsed võimed sellest hilisemas elus ei kannata. Võib olla, et taimetoitlaste eluviisid on üleüldiselt tervislikumad (Crozier et al 2019) või nad toidavad oma lapsi rinnaga kauem (Pawlak et al. 2018). Rinnaga toitmine, lisaks saadavatele olulistele toitainetele, suurendab ema ja lapse vahelist usaldustunnet ning toetab lapse kognitiivset ja sotsiaalemotsionaalset arengut (Prado & Dewey 2014).

Ema toitumine imetamise ajal on rinnapiima koostise suhtes määrava tähtsusega (NNR 2012). Toitude välistamise puhul võib puudu jääda B₁₂-vitamiinist (Pawlak et al. 2018) ning see on oluline neuropsühholoogilise arengu edendamisel (Kvestad et al. 2017). Rinnapiimas võib B₁₂-vitamiini ja dokosaheksaeenhape tase olla madal hoolimata sellest, kas naine on kõigesööja või mitte (Pawlak et al. 2018; Perrin et al. 2019). Erinevate kognitiivsete võimete arengut võivad soodustada mikrotoitained üheskoos. Näiteks tundub, et esimesel eluaastal soodustavad raud ja tsink laste mootorsete võimete arengut koos, aga eraldi mitte (Black et al. 2004).

Lastele mõeldud taimetoidudieedid ei arvesta raua ja tsingi imendumist takistavate ainetega. Näiteks nii kõigesööjate kui taimetoitlastest laste seas on levinud rauaga rikastatud hommikuhelveste söömine. Kuigi kõigesööjatest lapsed söövad liha väikestes kogustes ja saavad samuti toidust ettenähtud kogusest vähem raua, vähendab lihasöömine siiski toitainepuuduse tekkimise tõenäosust (Gorczyca et al. 2013).

Inimene on mingil määral võimeline sünteesima dokosaheksaeenhapet ning tüdrukud on selles mingil põhjusel, mis ei ole täpselt teada, natuke edukamad (Smith 2020), mis võib omakorda seotud olla sellega, miks nende seas on vähem aktiivsuse- ja tähelepanuhäirega ning autismi spektri häirega lapsi (Martins et al. 2020).

Kui lapsevanemate dieet sisaldab palju sojatooteid ja kuigi nende ohutus laste toiduna ei ole päris selge, on tõenäoline, et taimetoitlaste lapsed tarbivad oluliselt palju rohkem sojatooteid kui kõigesööjad.

Kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida kirjanduse põhjal, kas laste dieedist loomse päritoluga toidu väljajätmine võib mõjutada nende aju arengut ja kognitiivsete võimete väljakujunemist. Saab öelda, et probleemid võivad tekkida raua, tsingi, B₁₂-vitamiini, D-vitamiini ja dokosaheksaeenhape (DHA) piisava kättesaamisega toidust ning sellest tulenevate tagajärgedega.

Loomsel toidul on taimetoidust erinev mikrotoitaineline koostis ning mitmed mikrotoitained omavad toitumises koosmõju. Loomsest toidust saadavad toitained võivad olla kehale paremini omastatavad. Näiteks heemne raud ehk loomset päritolu raud ja B₁₂-vitamiini on loomulikult kujul saadavad ainult loomsest toidust. Kuigi inimese keha sünteesib D-vitamiini ja mingil määral DHA-d, ei pruugi nende kogus olla piisav lapse aju normaalseks arenguks. Kuna osa vitamiinide ülesanne ei ole päris selge, võib juhtuda, et nendele ei pöörata piisavalt tähelepanu. B₁₂-vitamiini taset saab kontrollida ning taimetoitlastest emadel soovitatakse võtta B₁₂-vitamiini toidulisandina, kuid näiteks B₁-vitamiini ja D-vitamiini võimalik seos kognitiivsete võimete arenguga on võrdlemisi uus leid. Võimalik, et ka mõnel teisel toitainel on spetsiifilisem roll, mis ootab avastamist.

Rikastatud toitide tarvitamisel on oluline osa tootja usaldamisel. B₁-vitamiini mitte lisamine sojabaasil valmistatud asenduspiima segusse oli küll kohutav õnnetus (Fattal et al. 2011), kuid kui taimetoitlastest lapsed sõltuvad suures osas mikrotoitainete kättesaamises rikastatud toidust, siis selliseid juhtumeid võib nende seas tihedamini esineda. Lisaks sellele ei ole sojatoodete ohutus laste dieedis päris selge.

Kuna dokosaheksaeenhape vähene tarvitamine on seotud erinevate käitumishäirete tekkimisega, peaks laste toitumises sellele pöörama rohkem tähelepanu. Käesoleva töö autori seisukoht on, et taimsed DHA allikad nagu näiteks vetikad, ei sobi väikeste laste toiduks võimaliku joodimürgituse tekkimise tõttu. Kala kasutamisest DHA allikana võib halba valgusesse seada võimalik elavhõbedamürgitus, mille eest võib lapsi kaitsta seleen, eeldusel, et nende menüü seda muidugi sisaldab.

Lisaks sellele on autoritel, kes viivad läbi taimetoiduteemalisi uuringuid, on oma arusaam sellest, mis täpsemalt on taimetoitlus. Sellest tulenevalt valivad nad uuringuid läbi viies erinevaid meetodeid toitumisestaatuse määramiseks. Erinevad meetodid võivad anda omavahel mittevõrreldavaid tulemusi. Sellepärast oleks vajalik luua taimetoiduteemaliste uuringute standard, et uurimuste tulemusi saaks omavahel võrrelda. Kindlasti on vaja rohkem läbi viia läbimõeldud valimiga ning juhuvalikuga gruppidesse määratud osalejatega uuringuid.

Summary

The aim of this thesis was to research literature, whether the exclusion of animal source foods from children's diet would affect their brain development and maturation of cognitive abilities. Problems can arise with the consequences of inadequate dietary intake of iron, zinc, vitamin B₁₂, vitamin D and docosahexaenoic acid (DHA).

Animal source foods have a unique micronutrient composition and several micronutrients interact with each other. Nutrients from animal foods absorb more efficiently. Heme iron and vitamin B₁₂ can naturally be obtained only from animal foods. Although the human body synthesizes vitamin D and DHA, to some extent, these amounts may not be adequate for the normal development of the child's brain.

As the function of some vitamins is not very clear, they may not receive as much attention. Vitamin B₁₂ deficiency is controlled and vegetarian mothers are advised to take it as a dietary supplement, but the possible link between vitamin B₁ and vitamin D and the development of cognitive abilities, for example, is a relatively new finding. It is possible that another micronutrient has a more specific role that is awaiting to be discovered.

In consuming fortified foods, there is an important part of trusting the producer. Not adding the vitamin B₁ to a soy-based substitute milk was a terrible accident (Fattal et al. 2011), but if vegetarians are heavily dependent on nutrient-fortified foods, these mistakes might happen more often. In addition, the safety of soy products in children's diets is not entirely clear.

As the insufficient consumption of docosahexaenoic acid is associated with the development of various mental disorders, more attention should be paid to it in the diet of children. The opinion of the author of the present work is that plant sources of DHA, such as algae, are not suitable for young children due to the possible development of iodine poisoning. Possible mercury poisoning can put the use of fish as a source of DHA in a bad light, but selenium could protect children from this, provided their menu includes it.

In addition, authors who conduct research on vegetarian food have their own understanding of what exactly is vegetarianism. As a result, they choose to use different methods to determine the nutritional status of participants. Different methods can give incomparable results. Therefore, a clear standard for research in plant-based diets would be needed to allow for comparability of research results. There is certainly a need for more research with a well-thought-out samples and randomized controlled trials.

Tänuavaldus

Soovin tänada oma juhendajat Markus Valget, kes väga lühikese etteteatamise peale oli nõus mind juhendama ning oli väga toetav kogu protsessi vältel.

Veel tänan oma pereliikmeid, kes hoidsid töö kirjutamise ajal last ning aitasid keeleabiga.

Kasutatud kirjandus

Viitamisel ja kirjanduse loetelu vormistamisel on juhitud ajakirja „Human Ecology“ stiilist.
<https://www.springer.com/journal/10745>

- Aboud, F. E., Bougma, K., Lemma, T., & Marquis, G. S. (2017). Evaluation of the effects of iodized salt on the mental development of preschool-aged children: a cluster randomized trial in northern Ethiopia. *Maternal and Child Nutrition*. <https://doi.org/10.1111/mcn.12322>
- Akre, O., Boyd, H. A., Ahlgren, M., Wilbrand, K., Westergaard, T., Hjalgrim, H., Nordenskjöld, A., Ekblom, A., & Melbye, M. (2008). Maternal and gestational risk factors for hypospadias. *Environmental Health Perspectives*. <https://doi.org/10.1289/ehp.10791>
- Andres, A., Cleves, M. A., Bellando, J. B., Pivik, R. T., Casey, P. H., & Badger, T. M. (2012). Developmental status of 1-year-old infants fed breast milk, cow's milk formula, or soy formula. *Pediatrics*. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-3121>
- Baardman, M. E., Kerstjens-Frederikse, W. S., Berger, R. M. F., Bakker, M. K., Hofstra, R. M. W., & Plösch, T. (2013). The Role of Maternal-Fetal Cholesterol Transport in Early Fetal Life: Current Insights. *Biology of Reproduction*. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.112.1024421>
- Baker, R. D., Greer, F. R., Bhatia, J. J. S., Abrams, S. A., Daniels, S. R., Schneider, M. B., Silverstein, J., Stettler, N., Thomas, D. W., Grummer-Strawn, L., Hubbard, V. S., Marchand, V., Silverman, B. M., Soto, V., & Burrowes, D. L. (2010). Clinical report - Diagnosis and prevention of iron deficiency and iron-deficiency anemia in infants and young children (0-3 years of age). *Pediatrics*. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-2576>
- Benton, D. (2010). The influence of dietary status on the cognitive performance of children. In *Molecular Nutrition and Food Research*. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900158>
- Bhargava, A. (2000). Modeling the effects of maternal nutritional status and socioeconomic variables on the anthropometric and psychological indicators of Kenyan infants from age 0-6 months. *American Journal of Physical Anthropology*. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(200001\)111:1<89::AID-AJPA6>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(200001)111:1<89::AID-AJPA6>3.0.CO;2-X)
- Black, M. M., Baqui, A. H., Zaman, K., Persson, L. A., El Arifeen, S. E., Le, K., McNary, S. W., Parveen, M., Hamadani, J. D., & Black, R. E. (2004). Iron and zinc supplementation promote motor development and exploratory behavior among Bangladeshi infants. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.4.903>
- Black, M. M. (2008). Effects of vitamin B12 and folate deficiency on brain development in children. *Food and Nutrition Bulletin*. <https://doi.org/10.1177/15648265080292S117>
- Cao, Y., Calafat, A. M., Doerge, D. R., Umbach, D. M., Bernbaum, J. C., Twaddle, N. C., Ye, X., & Rogan, W. J. (2009). Isoflavones in urine, saliva, and blood of infants: Data from a pilot study on the estrogenic activity of soy formula. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. <https://doi.org/10.1038/jes.2008.44>

- Craig, W. J., & Mangels, A. R. (2009). Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *Journal of the American Dietetic Association*.
<https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.05.027>
- Crozier, S. R., Godfrey, K. M., Calder, P. C., Robinson, S. M., Inskip, H. M., Baird, J., Gale, C. R., Cooper, C., Sibbons, C. M., Fisk, H. L., & Burdge, G. C. (2019). Vegetarian diet during pregnancy is not associated with poorer cognitive performance in children at age 6–7 years. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11123029>
- Dagnelie, P. C., & Van Staveren, W. A. (1994). Macrobiotic nutrition and child health: Results of a population-based, mixed-longitudinal cohort study in The Netherlands. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/59.5.1187S>
- Dalgård, C., Petersen, M. S., Steuerwald, U., Weihe, P., & Grandjean, P. (2016). Umbilical Cord Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations and Relation to Birthweight, Head Circumference and Infant Length at Age 14 Days. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*.
<https://doi.org/10.1111/ppe.12288>
- Eesti rahvastiku toitumise uuring 2014. Keskmise toitumise tarbimine nädalas soo ja vanuse järgi. Tervise Arengu Instituut. Tervisestatistika ja terviseuuringute andmebaas, tabel RTU031, 22.04.2020 seisuga
https://pxweb.tai.ee/PXWeb2015/pxweb/et/05Uuringud/05Uuringud__09RTU__c_Toidud_nadal_sagedus/RTU031.px/
- Fattal, I., Friedmann, N., & Fattal-Valevski, A. (2011). The crucial role of thiamine in the development of syntax and lexical retrieval: A study of infantile thiamine deficiency. *Brain*.
<https://doi.org/10.1093/brain/awr068>
- Fasihpour, B., Moayeri, H., Shariat, M., Keihanidou, Z., Effatpanah, M., & Khedmat, L. (2020). Vitamin D deficiency in school-age Iranian children with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms: A critical comparison with healthy controls. *Child Neuropsychology*. <https://doi.org/10.1080/09297049.2019.1665638>
- Franz, A. R., Pohlandt, F., Bode, H., Mihatsch, W. A., Sander, S., Kron, M., & Steinmacher, J. (2009). Intrauterine, early neonatal, and postdischarge growth and neurodevelopmental outcome at 5.4 years in extremely preterm infants after intensive neonatal nutritional support. *Pediatrics*. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-1352>
- Gaya, P., Sánchez-Jiménez, A., Peiroten, Á., Medina, M., & Landete, J. M. (2018). Incomplete metabolism of phytoestrogens by gut microbiota from children under the age of three. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*.
<https://doi.org/10.1080/09637486.2017.1353955>
- Georgieff, M. K. (2007). Nutrition and the developing brain: Nutrient priorities and measurement. *American Journal of Clinical Nutrition*.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/85.2.614S>
- García-Serna, A. M., & Morales, E. (2019). Neurodevelopmental effects of prenatal vitamin D in humans: systematic review and meta-analysis. *Molecular Psychiatry*.
<https://doi.org/10.1038/s41380-019-0357-9>

- Gibson, R. S., Heath, A. L. M., & Szymlek-Gay, E. A. (2014). Is iron and zinc nutrition a concern for vegetarian infants and young children in industrialized countries? *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071241>
- Gorczyca, D., Prescha, A., Szeremeta, K., & Jankowski, A. (2013). Iron status and dietary iron intake of vegetarian children from Poland. *Annals of Nutrition and Metabolism*. <https://doi.org/10.1159/000348437>
- Hack, M., Aram, D., Borawski, E., Breslau, N., Breslau, N., Weissman, B., & Klein, N. (1991). Effect of very low birth weight and subnormal head size on cognitive abilities at school age. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJM199107253250403>
- Hazlett, H. C., Poe, M., Gerig, G., Smith, R. G., Provenzale, J., Ross, A., Gilmore, J., & Piven, J. (2005). Magnetic resonance imaging and head circumference study of brain size in autism: Birth through age 2 years. *Archives of General Psychiatry*. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.12.1366>
- Heinonen, K., Räikkönen, K., Pesonen, A. K., Andersson, S., Kajantie, E., Eriksson, J. G., Vartia, T., Wolke, D., & Lano, A. (2011). Trajectories of growth and symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder in children: A longitudinal study. *BMC Pediatrics*. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-11-84>
- Hetherington, J. B., Wiethoelter, A. K., Negin, J., & Mor, S. M. (2017). Livestock ownership, animal source foods and child nutritional outcomes in seven rural village clusters in Sub-Saharan Africa. *Agriculture and Food Security*. <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0079-z>
- Hoey, L., Rowland, I. R., Lloyd, A. S., Clarke, D. B., & Wiseman, H. (2004). Influence of soya-based infant formula consumption on isoflavone and gut microflora metabolite concentrations in urine and on faecal microflora composition and metabolic activity in infants and children. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1079/bjn20031083>
- Hunt, J. R. (2003). Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.633s>
- Iannotti, L. L., Lutter, C. K., Waters, W. F., Riofrío, C. A. G., Malo, C., Reinhart, G., Palacios, A., Karp, C., Chapnick, M., Cox, K., Aguirre, S., Narvaez, L., López, F., Sidhu, R., Kell, P., Jiang, X., Fujiwara, H., Ory, D. S., Young, R., & Stewart, C. P. (2017). Eggs early in complementary feeding increase choline pathway biomarkers and DHA: A randomized controlled trial in Ecuador. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.160515>
- Isaacs, E. B., Fischl, B. R., Quinn, B. T., Chong, W. K., Gadian, D. G., & Lucas, A. (2010). Impact of breast milk on intelligence quotient, brain size, and white matter development. *Pediatric Research*. <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181d026da>
- Ivanovic, D. M., Leiva, B. P., Pérez, H. T., Olivares, M. G., Díaz, N. S., Urrutia, M. S. C., Almagià, A. F., Toro, T. D., Miller, P. T., Bosch, E. O., & Larraín, C. G. (2004). Head size and intelligence, learning, nutritional status and brain development: Head, IQ, learning, nutrition and brain. *Neuropsychologia*. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.11.022>

- Jefferson, W. N. (2010). Adult Ovarian Function Can Be Affected by High Levels of Soy. *The Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/jn.110.123802>
- Kloss, O., Eskin, N. A. M., & Suh, M. (2018). Thiamin deficiency on fetal brain development with and without prenatal alcohol exposure. In *Biochemistry and Cell Biology*. <https://doi.org/10.1139/bcb-2017-0082>
- Knickmeyer, R. C., Gouttard, S., Kang, C., Evans, D., Wilber, K., Smith, J. K., Hamer, R. M., Lin, W., Gerig, G., & Gilmore, J. H. (2008). A structural MRI study of human brain development from birth to 2 years. *Journal of Neuroscience*. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3479-08.2008>
- Kvestad, I., Hysing, M., Shrestha, M., Ulak, M., Thorne-Lyman, A. L., Henjum, S., Ueland, P. M., Midttun, O., Fawzi, W., Chandyo, R. K., Shrestha, P. S., & Strand, T. A. (2017). Vitamin B-12 status in infancy is positively associated with development and cognitive functioning 5 y later in Nepalese children. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.144931>
- Lauritzen, L., Hoppe, C., Straarup, E. M., & Michaelsen, K. F. (2005). Maternal fish oil supplementation in lactation and growth during the first 2.5 years of life. *Pediatric Research*. <https://doi.org/10.1203/01.PDR.0000169978.92437.58>
- Leitzmann, C. (2014). Vegetarian nutrition: Past, present, future. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071365>
- Locks, L. M., Manji, K. P., McDonald, C. M., Kupka, R., Kisenge, R., Aboud, S., Wang, M., Bellinger, D. C., Fawzi, W. W., & Duggan, C. P. (2017). The effect of daily zinc and/or multivitamin supplements on early childhood development in Tanzania: results from a randomized controlled trial. *Maternal and Child Nutrition*. <https://doi.org/10.1111/mcn.12306>
- Lozoff, B. (2007). Iron deficiency and child development. *Food and Nutrition Bulletin*. <https://doi.org/10.1177/15648265070284s409>
- Mangels, R., & Driggers, J. (2012). The Youngest Vegetarians: Vegetarian Infants and Toddlers. *ICAN: Infant, Child, & Adolescent Nutrition*. <https://doi.org/10.1177/1941406411428962>
- Martins, B. P., Bandarra, N. M., & Figueiredo-Braga, M. (2020). The role of marine omega-3 in human neurodevelopment, including Autism Spectrum Disorders and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder—a review. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1573800>
- McCann, J. C., & Ames, B. N. (2007). An overview of evidence for a causal relation between iron deficiency during development and deficits in cognitive or behavioral function. In *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.4.931>
- Mensink, G.B.M., Lage Barbosa, C. and Brettschneider, A. K. (2016). Prevalence of Persons Following A Vegetarian Diet in Germany. *Journal of Health Monitoring*. <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2016-039>

- Murphy, S. P., & Allen, L. H. (2003). Nutritional Importance of Animal Source Foods. *The Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3932s>
- Neubauer, V., Fuchs, T., Griesmaier, E., Kager, K., Pupp-Peglow, U., & Kiechl-Kohlendorfer, U. (2016). Poor postdischarge head growth is related to a 10% lower intelligence quotient in very preterm infants at the chronological age of five years. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*. <https://doi.org/10.1111/apa.13336>
- Nordic Nutrition Recommendations 2012 (NNR 2012). Integrating nutrition and physical activity. Nordic Council of Ministers 2014 <http://dx.doi.org/10.6027/Nord2014-002>
- Neumann, C. G., Murphy, S. P., Gewa, C., Grillenberger, M., & Bwibo, N. O. (2007). Meat Supplementation Improves Growth, Cognitive, and Behavioral Outcomes in Kenyan Children. *The Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/jn/137.4.1119>
- Nyaradi, A., Li, J., Hickling, S., Foster, J., & Oddy, W. H. (2013). The role of nutrition in children's neurocognitive development, from pregnancy through childhood. In *Frontiers in Human Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00097>
- Oken, E., Wright, R. O., Kleinman, K. P., Bellinger, D., Amarasiriwardena, C. J., Hu, H., Rich-Edwards, J. W., & Gillman, M. W. (2005). Maternal fish consumption, hair mercury, and infant cognition in a U.S. cohort. *Environmental Health Perspectives*. <https://doi.org/10.1289/ehp.8041>
- Olsen, S. F., Halldorsson, T. I., Willett, W. C., Knudsen, V. K., Gillman, M. W., Mikkelsen, T. B., Olsen, J., Remacle, C., Bréant, B., Hales, C. N., Ozanne, S., Rees, W. D., & Reusens, B. (2007). Milk consumption during pregnancy is associated with increased infant size at birth: Prospective cohort study. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/86.4.1104>
- Pawlak, R., & Bell, K. (2017). Iron Status of Vegetarian Children: A Review of Literature. In *Annals of Nutrition and Metabolism*. <https://doi.org/10.1159/000466706>
- Pawlak, R., Vos, P., Shahab-Ferdows, S., Hampel, D., Allen, L. H., & Perrin, M. T. (2018). Vitamin B-12 content in breast milk of vegan, vegetarian, and nonvegetarian lactating women in the United States. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy104>
- Perrin, M. T., Pawlak, R., Dean, L. L., Christis, A., & Friend, L. (2019). A cross-sectional study of fatty acids and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in human milk from lactating women following vegan, vegetarian, and omnivore diets. *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1793-z>
- Petrov, A. M., Kasimov, M. R., & Zefirov, A. L. (2016). Brain cholesterol metabolism and its defects: Linkage to neurodegenerative diseases and synaptic dysfunction. In *Acta Naturae*. <https://doi.org/10.32607/20758251-2016-8-1-58-73>
- Pitsi, et al. (2017). Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. Tervise Arengu Instituut. Tallinn, 2017 https://intra.tai.ee/images/prints/documents/149019033869_eesti%20toitumis-%20ja%20liikumissoovitused.pdf

- Petrova, D., Bernabeu Litrán, M. A., García-Mármol, E., Rodríguez-Rodríguez, M., Cueto-Martín, B., López-Huertas, E., Catena, A., & Fonollá, J. (2019). Effects of fortified milk on cognitive abilities in school-aged children: results from a randomized-controlled trial. *European Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1734-x>
- Prado, E. L., Alcock, K. J., Muadz, H., Ullman, M. T., & Shankar, A. H. (2012). Maternal multiple micronutrient supplements and child cognition: A randomized trial in Indonesia. *Pediatrics*. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-0412>
- Prado, E. L., & Dewey, K. G. (2014). Nutrition and brain development in early life. *Nutrition Reviews*. <https://doi.org/10.1111/nure.12102>
- Ralston, N. V. C., Kaneko, J. J., & Raymond, L. J. (2019). Selenium health benefit values provide a reliable index of seafood benefits vs. risks. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2019.05.009>
- Ruby, M. B., Heine, S. J., Kamble, S., Cheng, T. K., & Waddar, M. (2013). Compassion and contamination. Cultural differences in vegetarianism. *Appetite*. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.09.004>
- Quast, A., Hesse, V., Hain, J., Wermke, P., & Wermke, K. (2016). Baby babbling at five months linked to sex hormone levels in early infancy. *Infant Behavior and Development*. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2016.04.002>
- Sebastiani, G., Barbero, A. H., Borrás-Novet, C., Casanova, M. A., Aldecoa-Bilbao, V., Andreu-Fernández, V., Tutusaus, M. P., Martínez, S. F., Roig, M. D. G., & García-Algar, O. (2019). The effects of vegetarian and vegan diet during pregnancy on the health of mothers and offspring. *Nutrients*. <https://doi.org/10.3390/nu11030557>
- Setchell, K. D. R., & Clerici, C. (2010). Equol: History, Chemistry, and Formation. *The Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.3945/jn.109.119776>
- Scaglioni, S., Salvioni, M., & Galimberti, C. (2008). Influence of parental attitudes in the development of children eating behaviour. In *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1017/S0007114508892471>
- Smith, K. N. (2020) What's the Best Source of Omega-3s? Can a vegetarian source of omega-3 compare with fish oil? *Environmental Nutrition*. 43(4). <http://search.ebscohost.com.ezproxy.utlib.ut.ee/login.aspx?direct=true&db=hxh&AN=142385206&site=ehost-live>
- Stiles, J., & Jernigan, T. L. (2010). The basics of brain development. In *Neuropsychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s11065-010-9148-4>
- Stiles, J., Brown, T. T., Haist, F., & Jernigan, T. L. (2015). Brain and Cognitive Development. In *Handbook of Child Psychology and Developmental Science*. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy202>
- Tiwari, K., Goyal, S., Malvia, S., Sanadhya, A., Suman, R. L., & Jain, R. (2017). Impact of malnutrition on head size and development quotient. *International Journal of Research in Medical Sciences*. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20172977>

- Tofail, F., Persson, L. Å., Arifeen, S. El, Hamadani, J. D., Mehrin, F., Ridout, D., Ekström, E. C., Huda, S. N., & Grantham-McGregor, S. M. (2008). Effects of prenatal food and micronutrient supplementation on infant development: A randomized trial from the Maternal and Infant Nutrition Interventions, Matlab (MINIMat) study. *American Journal of Clinical Nutrition*. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.3.704>
- Veena, S. R., Gale, C. R., Krishnaveni, G. V., Kehoe, S. H., Srinivasan, K., & Fall, C. H. D. (2016). Association between maternal nutritional status in pregnancy and offspring cognitive function during childhood and adolescence; a systematic review. *BMC Pregnancy and Childbirth*. <https://doi.org/10.1186/s12884-016-1011-z>
- Wang, X., Liang, S., Sun, Y., Li, H., Endo, F., Nakao, M., Saitoh, N., & Wu, L. (2017). Analysis of estrogen receptor β gene methylation in autistic males in a Chinese Han population. *Metabolic Brain Disease*. <https://doi.org/10.1007/s11011-017-9990-7>
- Westmark, C. J. (2013). Soy Infant Formula may be Associated with Autistic Behaviors. *Autism-Open Access*. <https://doi.org/10.4172/2165-7890.1000120>
- Wirmitzer, K. C. (2018). Vegan Nutrition: Latest Boom in Health and Exercise. In *Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814625-5.00020-0>
- Whitehouse, A. J. O., Holt, B. J., Serralha, M., Holt, P. G., Kusel, M. M. H., & Hart, P. H. (2012). Maternal serum vitamin D levels during pregnancy and offspring neurocognitive development. *Pediatrics*. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-2644>
- World Health Organization. (2007). WHO Child Growth Standards: Head Circumference-for-Age, Arm Circumference-for-Age, Triceps Skinfold-for-Age and Subscapular Skinfold-for-Age: Methods and Development. In *American Journal of Clinical Nutrition*. https://www.who.int/childgrowth/standards/velocity/tr3_velocity_report.pdf?ua=1

Mina, Kristiina Hovi

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Loomsele toidule iseloomulikud mikrotoiaineid ja rasvhapped lapse aju arengu kontekstis looteeast koolieani, mille juhendaja on Markus Valge, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Kristiina Hovi

25.05.2020