

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Norman Põder

Oomega-3 rasvhapete mõju tervisele ja tähtsus treeningule

Omega-3 fatty acids: health effects and significance in training

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:

PhD V. Ööpik

Tartu, 2017

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID.....	3
SISSEJUHATUS.....	5
1. MAKROTOITAINETE OPTIMAALNE VAHEKORD INIMESE TOIDUS.....	6
1.1 Valgud.....	6
1.2 Süsivesikud.....	6
1.3 Rasvad.....	6
2. RASVHAPPED.....	8
2.1 Küllastunud ja küllastumata rasvhapped.....	8
2.2 Oomega rasvhapped.....	8
2.3 Asendamatud ja asendatavad rasvhapped.....	10
2.4 Rasvhapete peamised funktsioonid inimese organismis.....	10
3. ω -3 RASVHAPETE ALLIKAD NATURAALSES TOIDUS.....	12
3.1 Taimsed allikad.....	12
3.2 Loomsed allikad.....	12
4. ω -3 RASVHAPPED JA TERVIS.....	14
4.1 Mõju südame- veresoonekonnale.....	14
4.2 Rasedus ja lapse areng.....	15
4.2.1 Enneaegne sünnitus.....	15
4.2.2 Loote ja imiku areng.....	15
4.2.3 Elavhõbe.....	16
4.3 Depressioon.....	17

4.4 Diabeet.....	18
4.5 Reumatoidartriit.....	19
4.6 Alzheimeri tõbi.....	20
5. ω -3 RASVHAPPED JA TREENING.....	21
5.1 Lihasvalkude metabolism.....	21
5.2 <i>Delayed onset muscle soreness</i> (DOMS).....	21
5.3 Keha koostis.....	22
5.4 Vastupidavus.....	22
5.5 Neuromuskulaarne funktsioon ja lihasjõud.....	22
6. TOIDULISANDID.....	24
6.1 Liigse kalaõli manustamise ohud.....	26
KOKKUVÕTE.....	27
KASUTATUD KIRJANDUS.....	28
SUMMARY.....	32

KASUTATUD LÜHENDID

AA – arahhidoonhape

ALA - α -linoolhape

DHA – dokosaheksaeenhape

EPA – eikosapentaeeenhape

LA - linoolhape

SISSEJUHATUS

Inimeste menüü ja toidulaud on olnud läbi aegade pidevas muutuses ja seega toimuvad muutused ka inimorganismi siseselt. Kuigi tänu meditsiini kiirele ja tõhusale arengule on keskmine eluiga aastate jooksul tõusnud, siis sellest mõneti isegi tähtsamaks näitajaks on tervena elatud aastate arv, mille puhul võib lääne maailmas märgata langustendentsi. Seda seostatakse üha suurema nõ elustiilihaigustesse haigestumise sagedusega. Sellisteks haigusteks on näiteks II tüüpi diabeet ja krooniline isheemiline südamehaigus. Lähtudes ütlusest „oled see, mida sööd“, võib jõuda järelduseni, et üha suurem haigestumine elustiilihaigustesse on seotud peamiselt muutustega toidulaual. Veel on üheks tähtsaks faktoriks inimeste üldise kehalise aktiivsuse vähenemine. Tavainimestest veelgi rohkem peavad oma toidule ja toitumisele tähelepanu pöörama aga sportlased, kelle sooritusvõime on mõjutatud väga paljude erinevate faktorite poolt.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on teaduskirjanduse põhjal analüüsida oomega-3 rasvhapete mõju inimese tervisele ja püüda vastata küsimusele kas kõnealuste rasvhapete tarbimine optimaalses koguses aitab oluliselt elukvaliteeti parandada ning tervena elatud aastate arvu suurendada. Samuti on töö eesmärgiks analüüsida oomega-3 rasvhapete võimalikku mõju kehalisele töövõimele ja treeningu efektiivsusele. Teema valik tugines autori murele rahvatervise pärast ning huvile toitumisteaduste vastu.

Bakalaureusetöö jaguneb kuueks peatükiks. Esimene peatükk käsitleb inimese toitumist kõige laiemas plaanis ja toob välja optimaalse makrotoitainete vahekorra toidus. Teine peatükk loob ettekujutuse rasvhapetest üldiselt ja nende peamistest funktsioonidest inimorganismis ning selgitab oomega rasvhapete olemust. Kolmandas peatükis käsitletakse oomega-3 rasvhapete peamisi allikaid naturaalses toidus ja soovitatavat kogust. Neljas peatükk selgitab oomega-3 rasvhapete mõju inimese tervisele. Viiendas peatükis käsitletakse oomega-3 rasvhapete mõju skeletilihase funktsioonile, kehalisele töövõimele ja treeningu efektiivsusele. Kuuendas peatükis antakse ülevaade oomega-3 rasvhappeid sisaldavatest toidulisanditest ja nende manustamisega kaasneva võivatest kõrvaltoimetest.

Antud bakalaureusetöö võiks huvi pakkuda laiemale üldsusele, sest elukvaliteet, tervis ja töövõime on olulised igale inimesele.

Võtmesõnad: rasvhapped, tervis, toitumine, treening. Keywords: fatty acids, health, nutrition, training.

1. Makrotoitainete optimaalne vahekord inimese toidus

1.1 Valgud

Valgud, mis on molekulaarsel tasandil üles ehitatud 20-st põhiainohappest, kuuluvad ehitusliku komponendina kõigi inimorganismi struktuuride koostisse. Toiduvalkude esmane ülesanne seisneb inimorganismile vajalike aminohapete ja seeläbi ka lämmastiku kättesaadavuse tagamises. Nende põhiülesanne inimese organismis on selle kasvamise, ehituse ja arengu tagamine. Valkude energeetiline roll on makrotoitainete seas väikseim ning need peaksid täiskasvanud inimestel moodustama kogu saadavast toiduenergiast 10-20%. Soovituslikult peaksid loomsed valgud moodustama kogu tarbitavast valgukogusest 60% (TAI, 2016).

1.2 Süsivesikud

Kolm peamist süsivesikute gruppi ehitusliku klassifikatsiooni alusel on suhkrud, oligosahhariidid ja polüsahhariidid. Tähtsaimateks toidust saadavateks süsivesikuteks on glükoos, fruktoos, galaktoos, sahharoos, laktoos, oligosahhariidid ning tärklis (TAI,2016).

Süsivesikuid jaotatakse eri rühmadesse ka toiteväärtuse alusel – seeditavad- ja seedimatud toidusüsivesikud. Seeditavad on glükeemilised süsivesikud, mis varustavad keharakke süsivesikutega ja seedimatud on kiudained, mis on toidu tähtsad komponendid tagamaks jämesoole mikrofloora normaalset talitlust (TAI, 2016).

Kogu saadavast toiduenergiast peaksid süsivesikud moodustama täiskasvanud inimesel 50-60% (TAI, 2016)

1.3 Rasvad

Rasvad on lipiidide alla kuuluvad triglütseriidid, mis koosnevad kolmest rasvhappe- ja ühest glütseroolijäägist. Kuna igapäevases toidus moodustavad rasvad kõigist lipiididest 95-98%, siis kasutatakse toiduenergia mõttes sõna „rasvad“. Lipiidide alla kuuluvad veel ka liitlipiidid ja kolesteriidid. Rasvade peamine ülesanne on organismis energia andmine ja energiavaru säilitamine (TAI, 2016). Ära tasub märkida, et kui ühe grammi valkude või süsivesikute energeetiline väärtus on 4 kcal, siis rasvadel on sama näitaja 9 kcal (FAO, 2008). Samuti on rasvad kaasatud kasvuprotsesside ja muu elutegevuse regulatsiooni. Toidurasvad on asendamatu polüküllastumata

rasvhapete ja rasvlahustuvate vitamiinide allikaks ning ühtlasi vajalikud nende imendumiseks. Täiskasvanutel peaksid rasvad andma 25-35% kogu toidust saadavast energiast. Sealjuures on soovitatav, et rasvadest omakorda 60% tuleks taimsetest allikatest (TAI, 2016).

2. RASVHAPPED

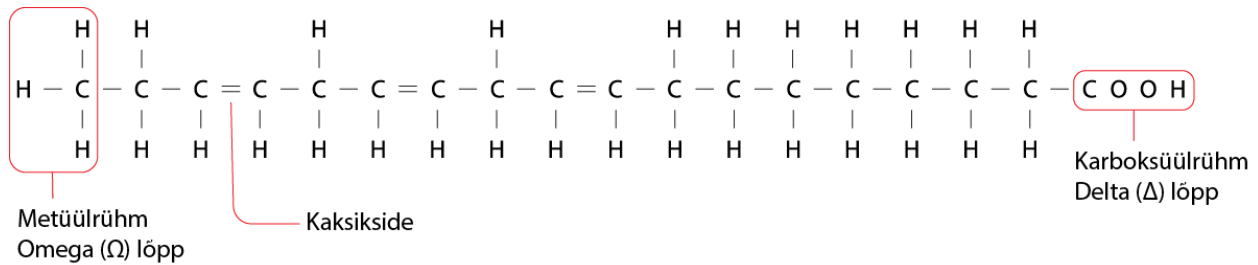
2.1 Küllastunud ja küllastumata rasvhapped

Rasvhapped jaotatakse vastavalt nende küllastatuse astmele kolme klassi: küllastunud, monoküllastumata ja polüküllastumata rasvhapped. Küllastunud molekulaarse struktuuri põhikomponendiks on omavahel kovalentsete sidemetega ühendatud süsiniku aatomitest moodustunud ahel. Küllastunud rasvhapete molekulides ei leidu süsiniku aatomite vahel kaksiksidemeid (Jeromson et al., 2015). Neid võib omakorda liigitada ahela pikkuse järgi: lühikese-, keskmise-, pika- ja ülipika ahelaga küllastunud rasvhapped. Süsiniku aatomite arv vastavalt siis 3-7, 8-13, 14-20 ja 21 või enam (FAO, 2008). Monoküllastumata rasvhapete süsinikahelas on üks- ning polüküllastumata rasvhapete süsinikahelas kaks või rohkem kaksiksidet (Jeromson et al., 2015). Ka küllastumata rasvhappeid võib liigitada ahela pikkuse järgi: lühikese-, pika- ja ülipika ahelaga küllastumata rasvhapped. Süsiniku aatomite arv ahelas vastavalt alla 19, 20-24 ja 25 või enam. Küllastumata rasvhappeid võib nende struktuuri iseärasuste alusel jaotada veel ka cis- ja trans-rasvhapeteks. Cis-rasvhapete molekulis paiknevad kaksiksideme juures lähestikku asetsevad vesiniku aatomid samal pool kaksiksideme tasapinda, trans-rasvhapete molekulides aga jäävad need vesiniku aatomid kaksiksideme tasapinna suhtes eri pooltele (FAO, 2016). Erinevused keemilistes struktuurides tähendavad seda, et eri klassidesse kuuluvad rasvhapped mõjutavad inimese organismi väga erinevalt. Näiteks seostatakse küllastunud rasvhappeid ainevahetuse häirumisega ning küllastumata rasvhappeid, vastupidiselt, positiivsete mõjudega ainevahetusele (Jeromson et al., 2015).

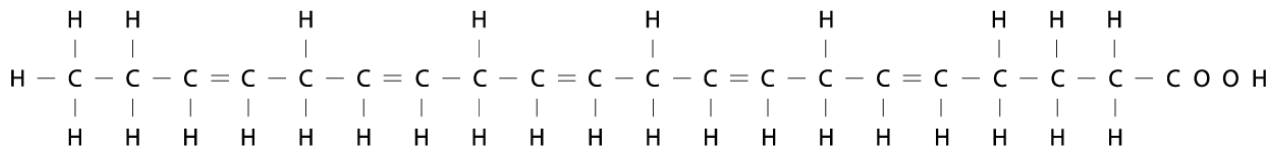
2.2 Oomega rasvhapped

Nimetused „omega-3“, „omega-6“ või „omega 9“ rasvhapped viitavad kaksiksideme asukohale rasvhappe molekulis. Eesliide „omega“ koos numbriga näitab metüülrühmale kõige lähemal asuva kaksiksideme asukohta rasvhappe molekulis (Asif, 2011). Inimese tervise ja toitumise seisukohalt on olulisimad ω -3 ja ω -6 rasvhapped. ω -3 rasvhapete rühma alusrasvhappeks on α -linoolhape (ALA). Selle ahelas on 18 süsiniku aatomit ja 3 kaksiksidet, sealjuures esimene kaksikside asub metüülrühma süsinikust lugedes kolmanda süsiniku aatomi juures- sellest ka ω -3 rühma kuuluvus. Tähtsaimad ω -3 rasvhapped inimese toitumise seisukohalt on aga eikosapentaenhape (EPA) and dokosaheksaenhape (DHA). ω -6 rühma alusrasvhappeks on linoolhape (LA). Sel on 18 süsiniku aatomit ja 2 kaksiksidet ning esimene asub metüülrühma süsinikust lugedes kuuenda süsiniku

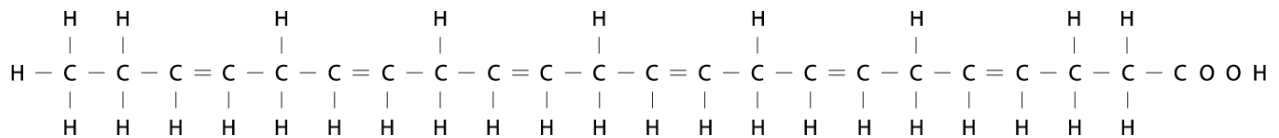
aatomi juures. Linoolhapet on võimalik inimorganismis muundada süsinikuahela pikendamise ja desatureerimise teel teisteks ω -6 rasvhapeteks. Tähtsaim ω -6 rasvhape on aga arahhidoonhape (AA), sest see on otseseks eellaseks eikosanoididele (FAO, 2008).



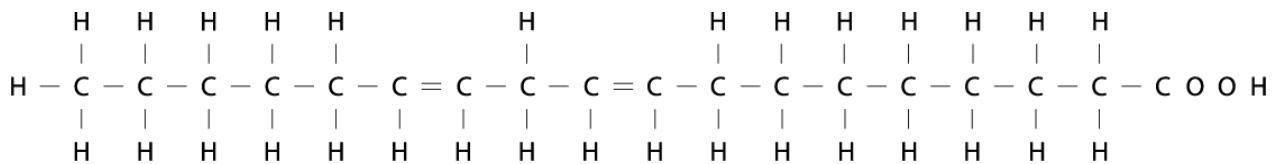
Joonis 1. Alfa-linoalhappe struktuurivalem.



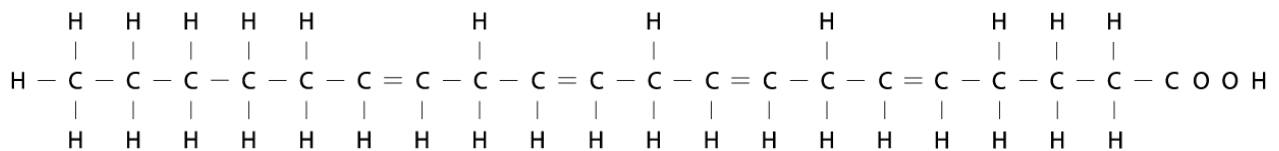
Joonis 2. Eikosapentaehappe struktuurivalem



Joonis 3. Dokosapentaehappe struktuurivalem



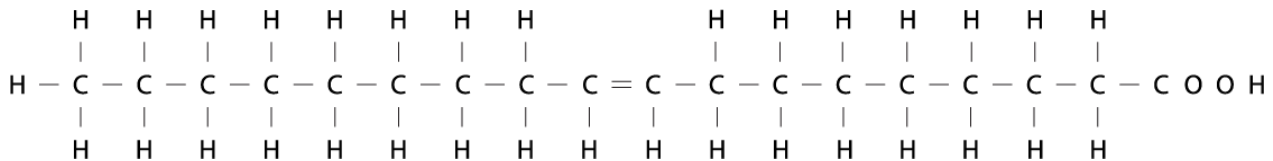
Joonis 4. Linoalhappe struktuurivalem



Joonis 5. Arahhidoonhappe struktuurivalem

2.3 Asendamatud ja asendatavad rasvhapped

Asendamatuteks nimetatakse rasvhappeid, mida meie organism ei suuda ise sünteesida. Seetõttu, selleks et keha vajadusi rahuldada, peab need kätte saama toidust või siis toidulisanditest (Asif, 2011). Asendamatud rasvhapped on linoolehape ja α -linoleenhape, sest inimese kehas puuduvad ensüümid, mis on võimelised ω -3 ja ω -6 positsioonides tekitama kaksiksidadeid (TAI, 2016). ω -9 rasvhapped ei ole asendamatud, sest teiste rasvhapete olemasolul meie toidus, on organism võimeline neid sünteesima. Samas, kui on üldine rasvhapete defitsiit, siis on vajalik ka ω -9 rasvhapete poolest rikaste toiduainete või toidulisandite tarbimine (Asif, 2011). Tähtsaimaks ω -9 rasvhappeks inimorganismis on oleiinhape, mille rolliks on vähendada madala tihedusega kolesterooli sisaldust veres ja seeläbi südamehaigustesse haigestumise riski. Samuti vähendab selle rasvhappe rohke tarbimine küllastunud rasvhapete osakaalu organismis (Huertas, 2010).



Joonis 6. Oleiinhape struktuurivalem.

2.4 Rasvhapete peamised funktsioonid inimese organismis

Rasvhapped on inimese organismi energiaallikad ning rakumembraani koostisosad (Calder, 2015). Rakutasandil on rasvhapped olulised mitte ainult struktuurse komponendina, vaid neil on ka tähtis funktsioon erinevate ainevahetuslike protsesside regulatsioonis. Näiteks reguleerivad nad kindlate ensüümide aktiivsust ja toimivad signaalmolekulidena. Muutused lihaste lipiidide vahelkorras ja sisalduses võivad oluliselt mõjutada nende ainevahetust ja funktsiooni. On laialdaselt teada, et skeletilihas on tundlik lipiidide päevaratsiooni muutuste osas. Pärast menüü korrigeerimist toimuvad muutused lihaste lipiidides koostises kõige kiiremini kahe nädala jooksul (Jeromson et al., 2015).

Arvatakse, et hominiidide toit Paleoliitilisel ajastul sisaldas palju mereande ning vähe seemneid ja köögiviljaõlisid. See tähendas, tõenäoliselt oli ω -3 ja ω -6 vahekord 1:1. Kuna suure tõenäosusega oli inimeste eelkäijate dieet rikas ω -3 rasvhapete poolest, siis võime iseseisvalt sünteesida ω -3 polüküllastumata rasvhappeid ei olnud niivõrd vajalik kui see oleks tänapäeval. See võib olla üheks põhjuseks, miks evolutsiooniliselt inimesel sellist võimet ei ole. Põllumajandusliku revolutsiooni ajal hilisel kiviajal toimusid toidulaua aga muutused ning ω -3 ja ω -6 rasvhapete omavaheline

tasakaal inimeste toidus hakkas muutuma. Praeguseks oleme jõudnud olukorrani, kus tüüpilises lääne dieedis on vahekord 20:1 ω -6 rasvhapete kasuks. Sealjuures suurem osa ω -3 rasvhapetest tarbitakse ALA-na. ω -3 ja ω -6 rasvhapete vahekorra muutus korreleerub südamehaiguste ja kroonilise põletiku esinemissageduse tõusuga. Üldiselt seostatakse ω -6 rasvhappeid põletikku soosiva toimega ning ω -3 rasvhappeid põletiku alandamisega, mis tähendab, et nende vahekorra manipulatsioon võib tervisele olla positiivse mõjuga (Jeromson et al., 2015).

3. ω -3 RASVHAPETE ALLIKAD NATURAALSES TOIDUS

Keskmine mees, kelle päevane kaloraaž on 2500kcal, peaks kokku tarbima päevas kokku vähemalt 0,5g EPA-t ja DHA-d. Need peaks moodustama 0,5-1% kõikidest manustatud rasvadest. Kui dieet või miski muu piirab päevast kaloraaži, siis peab EPA ja DHA suhteline sisaldus manustatud lipiidide seas olema suurem. Näiteks tarbijatel, kel on määratud madala rasvasisaldusega dieet, võivad EPA ja DHA kogu tarbitavatest lipiididest moodustada 3-10%. ALA soovitatav päevanorm, mis peaks tagama positiivse efekti tervisele, on 1% kogu tarbitavast energiast ehk 2-3g, kui päevane kaloraaž on 1800-2700kcal (EFSA, 2009).

3.1 Taimsed allikad

Taimsetest allikatest ei ole võimalik saada DHA-d ega EPA-t. Küll aga on neist laialdaselt kättesaadav ALA. Kõrgeimaid ω -3 rasvhapete osakaale omavad taimed, millel on suured lehed. Lehtede lipiidide hulgas on ω -3 rasvhapetel suur osatähtsus, sest need on kloroplastide membraanide olulisteks struktuurseteks komponentideks. Sellistest taimedest kõige ω -3 rasvhapete rikkamad on portulak ehk mururoos ning spinat, mille ω -3 rasvhapete sisaldus on vastavalt 0,4g ja 0,09g 100 grammi tooraine kohta (Simopoulos, 2002).

ALA-t leidub ka teraviljades. Kõige kõrgema ω -3 sisaldusega on kaer, mille ω -3 rasvhapete sisaldus on 1,4g 100 grammi tooraine kohta. Riisi, odra ja maisi sama näitaja on võrreldes kaeraga suhteliselt marginaalne, jäädes 0,2-0,3g juurde 100 grammi kohta (Simopoulos, 2002).

Kaunviljadest on parimaks allikaks sojauba, mille ω -3 rasvhapete sisaldus on 1,6g 100grammi tooraine kohta. Harilikel aedubadel on sama näitaja 0,6g ning aedhernestel 0,2g (Simopoulos, 2002).

Erinevad pähklid ja seemned sisaldavad rohkelt ω -3 rasvhappeid. Kõige suurema ω -3 sisaldusega on linaseemned, milles leidub 18,1g ω -3 rasvhappeid 100 grammi kohta (Asif, 2011). Veel on suurepäraseks allikateks kreeka pähklid ja chia seemned, millel on sama näitaja vastavalt 6,8 ja 3,9g (Simopoulos, 2002).

3.2 Loomsed allikad

Parimaks naturaalseks asendamatute ω -3 rasvhapete allikaks on kala ja teised mereannid. Esile kerkivad eriti külmas soolases vees elavad kalad. Merekalade kudedes on ω -3, ω -6 rasvhapete vahekord 5:1-10:1, magevee kaladel on sama näitaja 1:1-4:1.(Abedi & Sahari, 2014) ω -3 rasvhapete

sisaldus kõigub märkimisväärselt seoses püügi aastaaja ning –kohaga. (Eherton et al., 2000). 100 grammi kohta küpsetatud kalas on ω -3 rasvhapete sisaldus lõhefarmis kasvatatud atlandi lõhes näiteks 2147mg, vabas veel elanud lõhel 1840mg, heeringal 2014mg, makrellil 1203mg ja magevee kalal sägal 237mg(FAO, 2008).

Munakollane on heaks ω -3 rasvhapete, eriti DHA, allikaks. See sisaldab 0,1% EPA-t, 0,7% DHA-d ja 0,8% ALA-d. On üritatud luua ka mune, mille EPA ja DHA sisaldus on eriti kõrge – seda siis inimeste jaoks, kes mereande ei söö. Sisaldust saab tõsta, kui kanade dieeti lisada kalaõli, kuid see mõjub negatiivselt muna maitse- ja lõhnaomadustele. Teine võimalus EPA ja DHA sisalduse tõstmiseks on kanadele rakendada kõrge ALA sisaldusega dieeti (Abedi & Sahari, 2014).

ω -3 rasvhappeid on võimalik saada ka looma- ja linnulihast. Veiste, kes on olnud peamiselt rohusööjad, liha ω -3, ω -6 vahekord on 2:1 ω -6 kasuks. Samal ajal on teraviljatoidu peal olevate veiste lihal sama näitaja 4:1. Sama tendents kehtib näiteks ka lambalihale. Vabas looduses kasvanud loomade lihal on ω -3 ja ω -6 vahekord enamasti parem kui vangistuses elavatel loomadel. Kanaliha ω -3 sisaldus sõltub samuti nende söödast. Näiteks saab sisaldust tõsta, söötes kanadele ohtralt lina- ja chia seemneid (Asif, 2011).

Tabel 1. Valiku eestimaalastele kättesaadavate toiduainete EPA, DHA ja ALA sisaldus 100 grammi tooraine kohta (FAO, 2008; Simopoulos, 2002).

TOORAIN	EPA	DHA	ALA
Spinat	-	-	0,089
Kaer	-	-	1,4
Mais	-	-	0,3
Sojauba	-	-	1,6
Aeduba	-	-	0,6
Kreeka pähkel	-	-	6,8
Atlandi lõhe(farmist)	0,69	1,46	-
Konserveeritud anšoovis	0,76	1,29	-
Heeringas	0,91	1,1	-
Krevett	0,17	0,14	-

4. ω -3 RASVHAPPED JA TERVIS

4.1 Mõju südame-veresoonkonnale

Südamehaigused on tänapäevaste toitumisharjumuste ja elustiili tõttu ühed levinumad haigused (Asif, 2011). Uuringud näitavad, et kõrge ω -6 rasvhapete tarbimise tase viib protrombootilise seisiundini, mida iseloomustavad vasospasmid- ja konstriksioonid ning vere viskoossuse suurenemine. ω -3 rasvhapped aga omavad põletikuvastaseid, antitrombootilisi, antiarütmilisi, hüpolipideemilisi ning vasodilatoorseid omadusi, mis aitavad ära hoida sekundaarset isheemilist südamehaigust (Simopoulos, 1999)

Trombotsüüdid on vererakud, mis aitavad kaasa verehüübimisele. Trombotsüütide koostises olevad ω -6 rasvhapped muutuvad tromboksaan A-2-ks, mille mõjul vereliistakud suurema tõenäosusega lõhkevad ja vabastavad hüübimisained ning intratsellulaarseid signaalmolekule. Signaalmolekulid põhjustavad veresoonte ahenemise ja saadavad teistele trombotsüütidele signaali samuti lõhkeda, millele järgneb koagulatsiooni kaskaad. Kui selles samas rakumehhanismis on kasutusel aga ω -3 rasvhapped, siis moodustub tromboksaan A-3, mis on inaktiivne. Trombotsüüdid aktiveeruvad vigastuse korral verehüübimisel. Samas kui vigastust ei esine, võib hüübimisprotsess põhjustada verevoolu vajalikesse piirkondadesse ning see võib lõppeda müokardi infarktiga. (Asif, 2011).

Leukotsüütides, mis on infektsioonivastase toimega rakud, moodustavad ω -6 rasvhapped rohkem põletikku soosivaid aineid, näiteks leukotrieen B4. Leukotrieen B4 põhjustab põletikku kogu kehas ja saadab signaale teistele leukotsüütidele. Samuti suunab see mõned valgelibled veresoonte seintele ning põhjustab oksüdeeritud madala tihedusega kolesterooli imendumise. Kui samas mehhanismis on kasutusel aga ω -3 rasvhapped, siis moodustatakse leukotriin B5, mis on põletikuvastase toimega (Asif, 2011).

2004. aastal koostati meta-analüüs uurimaks seost kala tarbimise ja isheemilise südamehaiguse vahel. Andmebaas koosnes 11-st sobivast uuringust, sisaldades 222 364 inimest keskmiselt 11,8 aastase jälgimisperioodiga. Uuringud viidi läbi ajavahemikus 1985-2003. Võrreldes indiviididega, kes ei söönud üldse kala, või tegid seda vähem kui kora kuus, oli inimestel, kelle menüü sisaldas rohkem kala, madalam suremus isheemilisse südamehaigusesse. (He et al., 2004).

2002. aastal koostatud meta-analüüsis koosnes andmebaas samuti 11-st uuringust, mis avaldati ajavahemikus 1966-1999 ja sisaldas 7951 inimest eksperimentaalgrupis ning 7855 inimest

kontrollgrupis. Riski indeks mittefataalsele müokardi infarktile inimeste seas, kes olid ω -3 rasvhapete-rikkal dieedil, oli võrreldes kontroll- või platseebogrupiga 0.8. Sama indeks surmaga lõppevale müokardi infarktile oli veelgi väiksem – 0.7. Kusjuures ei leitud erinevusi selles, kas ω -3 rasvhapete allikaks olid toiduained või toidulisandid (Bucher et al., 2002).

4.2 Rasedus ja lapse areng

4.2.1 Enneaegne sünnitus

Enneaegne sünd, mille patofüsioloogia on suuresti teadmata, on Ameerika Ühendriikides vastsündinute kõige levinumaks surmapõhjuseks. Kõrge ω -6 rasvhapete sisaldus inimese organismis ω -3 suhtes suurendab põletikku soosivate eikosanoidide produktsiooni, mida on seostatud sünnituse protsessi algatamisega. Suurendades dieedi abil saadavat EPA kogust, väheneb nende eikosanoidide produktsioon ning suureneb prostatsükliini kogus organismis. Prostatsükliin soosib müomeetrilist lõõgastust. ω -3 rasvhapped vähendavad prostaglandiinide PGE2 ja PGF2 α produktsiooni ning seetõttu võib sünnitusprotsessi algus viibida (Coletta et al., 2010).

1992. aastal läbi viidud uuringus osales 533 naist ja nad jagati 3 gruppi. Ühed tarbisid alates 30. Rasedusnädalast kuni sünnituseni toidulisandina kalaõli, teised oliiviõli ning kolmandad mitte midagi. Eksperimentaalgrupi naistel kes tarbisid kalaõli, kestis rasedus keskmiselt 4 päeva kauem kui naistel, kes tarbisid oliiviõli või üldse mitte midagi (Olsen et al., 1992).

2000. aastal viis Fish Oil Trials in Pregnancy (FOTIP) läbi uuringu Euroopas, kus osales 232 naist, kel olnud varasemas elus probleeme enneaegse sünnituse näol. Eksperimentaalgrupi naised tarbisid alates 20. Rasedusnädalast kuni sünnituseni kalaõli kapsleid ning kontrollgrupi naised oliiviõli kapsleid. Korduva enneaegse sünnituse risk langes kalaõli tarbivatel naistel 33%-lt 21%-ni. Huvitav asjaolu seisnes veel selles, et eksperimentaalgrupis esines rohkem üle aja kantud rasedusi kui kontrollgrupis (Olsen et al., 2000).

4.2.2 Loote ja imiku areng

Erinevatest uuringutest leitud andmed näitavad, et ω -3 rasvhapete tarbimine raseduse ajal, olgu siis saadud toiduainetest või toidulisandite näol, kas parandab lapse neuroloogilist arengut (Coletta et al., 2010).

DHA on vajalik inimese kesknärvisüsteemi arengus. Raseduse viimasel trimestril ja lapse esimestel elukuudel toimub aju kasvuspurt, millega kaasneb suur DHA sisalduse kasv ajus. Loode ja imik sõltuvad DHA varustatusest. (Helland et al., 2003) EPA mõjutab positiivselt mRNA avaldumist kõikides membraani valkudes ja kõrgem EPA sisaldus suurendab rasvhapete transportvalkude ekspressiooni. Nende hulka kuulub ka B-FABP (Brain-type fatty acid-binding protein), mis on tugevalt väljendunud arenevates ajurakkudes ning millel on tugev vastastikune mõju DHA-ga. (Greenberg et al., 2008).

Viidi läbi uuring, selgitamaks välja, kas ülipikkade ω -3 rasvhapetega varustus ema poolt raseduse ajal ning varajastel elukuudel on seoses lapse IQ-ga 4. Eluaastal. Uuringusse võeti naised, kel rasedus oli kestnud 18 nädalat. Eksperimentaalgrupp tarbis päevas 10ml tursa maksa õli ning kontrollgrupp 10ml maisiõli. Vaatlusalused kasutasid õli 18. Rasedusnädalast kuni lapse 3. Elukuuni. Kõik lapsed, kes IQ-testi sooritasid, olid vähemalt selle ajani rinnapiima toidul. 4. Eluaastal tehti IQ-test Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC) 84-le vaatlusalusele, kellest 48 olid eksperimentaalgrupis ja 36 kontrollgrupis. Tulemused olid eksperimentaalgrupil ja kontrollgrupil vastavalt 106,4- ja 102,3 punkti ja korreleerusid otseselt kalaõli tarbimisega. (Helland et al., 2003).

4.2.3 Elavhõbe

Elavhõbe on reaktiivne raskemetall, mida eraldub nii looduslikest kui ka tehislisest allikatest. Kõige sagedasem on selle eraldumine jäätmete tuhastamisest ja põlevkivi põlemisest. Elavhõbe satub vihmavee kaudu ookeanidesse ning järvedesse, kus see muutub orgaaniliseks metüülelavhõbedaks. Kui anorgaaniline elavhõbe on inimorganismis halvasti imenduv ja ei ületa koebarjääre, siis metüülelavhõbe on tuntud neurotoksiin, mis kuhjub merelistes söögiahelates ja sõltub ahelas olevate liikide elueast ning kiskjaliku iseloomu olemasolust. Suurematel ja pikema elueaga kiskjatel nagu mõõkkala, hai ja makrell on kõrgem elavhõbeda sisaldus kui näiteks lõhel (Coletta et al., 2010).

Kõige varem leiti otsene positiivne korrelatsioon ema poolt tarbitavate mereandide koguse ja loodete organismis esineva neurotoksilisuse vahel 1950ndatel aastatel Jaapanis, kus kala püüti industriaalselt reostunud Minimata lahest. Lähemast ajaloost leiab näite, kui 2001. aastal osales uuringus 329 rasedat naist, kes elasid World Trade Center-ist selle kokkukukkumise ajal 2 miili raadiuses. Oli teada, et toimus raskemetallide, sealhulgas elavhõbeda eraldumine ümbritsevasse keskkonda. Haiglapersonal võttis vereproovid ning elavhõbeda tase oli naiste seas, kes lisaks

ebasoodsale elukohale tarbisid rohkem merelise päritoluga toiduaineid, kõrgem. Naisi ja väikelapsi intervjueriti 6-kuuliste vahedega 4nda eluaastani. Kognitiivse ja psühhomotoorse arengu hinnang ja nabanöörist võetud vereproovi elavhõbeda tase olid negatiivses seoses lapse IQ-tasemega 36ndal ja 48ndal elukuul. Ükski laps, kel elavhõbeda tase kõrgem kui 13mikrogrammi/L ei suutnud IQ-testis skoorida üle 100 (Coletta et al., 2010).

4.3 Depressioon

Depressioon on eluohtlik seisund, mis puudutab ülemaailmselt sadu miljoneid inimesi. Seda võib esineda igas vanuses inimestel ja see on ühiskonnas tõsiseks probleemiks, kuna lööb segamini elusid, tekitab rohkelt kannatusi ning võib olla ka fataalne. Depressiooni psühhopatoloogiline seisund sisaldab sümptomite triadi, mis koosneb kehvast tujust, võimetusest tunda naudingut ning madalast energiatasemest. Teisteks sümptomiteks on unehäired, süütunne, madal enesehinnang ja kalduvus enesetapule. Veel lisanduvad sageli seede- ja autonoomsed häired (Bondy, 2002).

Kortisooli hüpersekretsiooni ja selle kõrget taset organismis on pikka arvatud depressiooni bioloogiliste riskifaktorite hulka. Juba 1962. aastal täheldati, et depressiooniga patsientidel toimus kortisooli hüpersekretsioon. Krooniline stress viib kortisooli taseme tõusuni ja see põhjustab pikemas perspektiivis depressiooni. ω -3 rasvhapped piiravad transportvalgu P-glükoproteiini aktiivsust, mille toimel kortisooli transport läbi aju ja vere barjääri depressiivsetel vaatlusalustel intensiivistub (Grosso et al., 2014).

Beer Sheva Mental Health Center-is viidi läbi 3 uuringut, mille eesmärgiks oli leida seoseid ω -3 rasvhapete ja depressiooni vahel. Esimeses uuringus oli 20 korduva raske depressiooni all kannatavat vaatlusalust. Eksperimentaalgrupp sai päevas 1g EPA-t ning kontrollgrupp 1g platseeboainet lisaks tavapärastele antidepressantidele. Tulemused olid märkimisväärsed, keskmine HRSD-i punktide langus eksperimentaalgrupis oli 12,4 ja kontrollrühmas 1,6. HRSD skaala (*Hamilton Rating Scale for Depression*) on erivaldkondade küsimustele esitatud vastuseid arvesse võttev depressiooni ja võimalikku paranemist hindav skaala, mille originaalversioonis on küsimusi 17 (HRSD-17). Eksperimentaalgrupist saavutasid 50%-se HRSD-i vähenemise 6 inimest ning kontrollgrupis vaid 1. Teises uuringus oli vaatlusaluseks 28 last vanuses 6-12 kes kõik kannatasid raske depressiooni all. Võrreldi ω -3 rasvhapete või platseebo mõju monoteerapiana. Teraapia kestis 16 nädalat ja tulemused mõõdeti kolme eri skaalaga : *Childhood Depression Rating Scale* (CDRS), *Childhood Depression Inventory* (CDI), *Clinical Global Impression* (CGI). Andmete

analüüsimisel võeti arvesse 20 lapse andmed, kes jagunesid võrdselt kahte rühma. Kõigi kolme skaala järgi olid tulemused taaskord märkimisväärsed. Näiteks oli 7-1 lapsel eksperimentaalgrupist CDRS-i vähenemine üle 50%, samas kui kontrollgrupis ei ületanud sama näitaja kellelgi 50%. Kolmandas uuringus keskenduti ω -3 rasvhapete mõjule bipolaarse depressiooni all kannatavatele patsientidele. Vaatlusalusteks oli 12 inimest ning nad kõik said 6-kuulise perioodi jooksul toidulisandite näol päevas 2g EPA-t. Depressiooni hindamiseks mõõdeti see HRSD-24 skaalal uuringu alguses ja iga kuu kuni 6-kuulise perioodi lõpuni. 10st patsiendist 8, kes osalesid mõõtmistel vähenes Ham-D skoor juba peale 1. kuud, mille jooksul tarbiti EPA-t, üle 50%. Mitte ühegi uuringu puhul ei tekkinud vaatlusalustel kõrvalnähtusid (Osher & Belmaker, 2009).

4.4 Diabeet

Diabeet on ainevahetuslike haiguste grupp, mida iseloomustab insuliini sekretsiooni häirest, insuliini häirunud tegevusest organismis või nende mõlema tõttu tekkinud hüperglükeemia (ADA, 2010). Diabeet on WHO poolt tunnistatud ülemaailmseks epideemiaks. Järgmise veerandsajandiga prognoositakse, et see tõuseb üheks kõige levinumaks surma ja invaliidsuse põhjuseks. 1985. Aastal oli diabeet diagnoositud 30 miljonil inimesel ja 1995. Aastaks oli see arv kasvanud juba 135 miljonini. Kui tendents jätkub, siis 2025. Aastaks on diabeedihageid maailmas 300 miljonit (Pandey et al., 2011). Kroonilist hüperglükeemiat seostatakse näiteks silmade, neerude, närvide ja kardiovaskulaarse süsteemi düsfunktsiooniga (ADA, 2010).

90-95% inimestest, kel on diabeet, põevad II tüüpi ehk insuliinisõltumatut diabeeti. See diabeedi vorm hõlmab inimesi, kel on insuliini resistentsus, tundlikkuse langus ja ka suhteline puudus (ADA, 2010). Insuliini resistentsus on insuliinitundlike kudede nagu maks, skeletilihase ja rasvkude, ebaadekvaatne reaktsioon normaalsele insuliinitasemele veres. Füsioloogiliselt pidurdab insulini maksa glükoosiproduksiooni, samal ajal elavdades skeletilihase glükoosikasutust. Insuliini resistentsuse korral on need mehhanismid häiritud ning tekib suhteline hüperglükeemia ja vabade rasvhapete taseme tõus vereplasmas. Kompensatoorne vastus suhtelisele hüperglükeemiale tuleb pankrease beeta-rakkudelt, mis hakkavad tootma rohkem insuliini. Insuliini hüpertootlikkus suurendab skeletilihase glükoosikasutust ja vähendab maksa glükoosiproduksiooni, säilitades see läbi glükoosi normaalse veresuhkru taseme. Pikaajaline insuliini resistentsus ja hüpersekreatsioon viib lõpuks aga pankrease beeta-rakkude tõrkeni ja tulemuseks on esmaselt prediabeet ja glükoositalumatus ning hiljem hüperglükeemia ja II-astme diabeet (Claycombe et al., 2011).

Insuliini resistentsuse üks põhjuseid on liigne rasvade kuhjumine maksas. Samuti vähendab see insuliini inhibeerivat mõju maksa glükoosiproduksioonile. EPA vähendab lipogeneesi ning suurendab rasvhapete oksüdatsiooni, mis hoiab ära lipiidide kuhjumise maksas ja seega on abiks maksa insuliini resistentsuse vähendamisel (Claycombe et al., 2011).

Soomes viidi läbi uuring, mis keskendus II-tüüpi diabeeti haigestumise ja vere ω -3 rasvhapete taseme seosele. Uuringusse kaasati 2212 meest vanuses 42-60, kes olid uurimise alguses, aastatel 1984-1989, diabeedist vabad. Biomarkeriteks olid PUFA kontsentratsioon ja juuste elavhõbeda sisaldus. Veresuhkru taset mõõdeti 4, 11 ja 20. Aastal peale uuringu algust. Jätku-uuring kestis keskmiselt 19,3 aastat ja 422 ehk 19,2% meestel oli välja kujunenud diabeet. Meestel, kes asusid PUFA kontsentratsioonilt ülemises kvartiilis, oli diabeeti haigestumise tõenäosus 33% väiksem, kui alumises kvartiilis asuvatel meestel. Elavhõbeda sisaldus juustes ei olnud korrelatsioonis PUFA kontsentratsiooniga veres (Virtanen et al., 2014).

4.5 Reumatoidartriit

Reumatoidartriit on levinud autoimmuunne, progresseeruv ja põletikuline liigeshaigus, mis mõjutab 1% kogu maailma populatsioonist (Gibofsky, 2012). Seda iseloomustab T-lümfotsüütide, makrofaagide ja plasmarakkude sünooviumisse sisenemine ja krooniline põletikuline seisund, mille raames toimub põletikku soodustavate tsütokiinide üleproduksioon. AA-st lähtudes sünteesitud eikosanoidid ja tsütokiinid põhjustavad kõhre ja luu progressiivset hävimist. EPA aga vähendab AA-st lähtudes loodud eikosanoidide, põletikku soodustavate tsütokiinide, reaktiivsete hapnikuühendite produktsiooni ja ka lümfotsüütide reaktiivsust (Calder & Zurier, 2001).

Viidi läbi uuring, milles osales 66 reumatoidartriiti põdevat inimest. Eksperimentaalgrupile anti päevas 3 kapslit kalaõli ning kontrollgrupile sama palju maisiõli. Paralleelselt jätkati Diclofenaci manustamist, kuid 18. või 22. nädalast alates asendati see platseeboga. Katse koguperiood oli 30 nädalat. Eksperimentaalgrupi puhul täheldati märkimisväärset hellade liigete arvu vähenemist, hommikuse kanguse perioodi lühenemist ning raviarsti ja patsiendi hinnangul artriidi üldise aktiivsuse vähenemist. Ka peale Diclofenaci mittemanustamist oli hellade liigete arv võrreldes algusega eksperimentaalgrupis olnud inimestel väiksem. Maisiõli tarvitanutel ei olnud reumatoidartriidi kulus mitte mingeid muutusi (Kremer et al., 1995).

4.6 Alzheimeri tõbi

Alzheimer on laastav haigus, millel on piiratud ravivõimalused ning puudub paranemisvõimalus. Varajane haiguse indikaator on mälukaotus, mis on progresseeruv ja mille tõttu ei saa haige lõpuks endaga hakkama. Hetkel on Alzheimeri tõbi põdevaid inimesi maailmas 25,6 miljonit, kuid aastaks 2050 prognoositakse haigete arvuks 106,2 miljonit. Närvirakkude membraanide struktuuris leidub suurel hulgal DHA-d, kus selle rolliks on tagada normipärane närvisüsteemi talitus. Seetõttu on alust arvata, et sel võib olla roll Alzheimeri tõve progresseerumises. On läbi viidud palju uuringuid, leidmaks seoseid ω -3 rasvhapete manustamise ja Alzheimeri tõve vahel (Swanson et al., 2012).

2010. aastal viidi läbi uuring, kus osales 2148 üle 65-aastast inimest, kellel ei esinenud uuringu alguses dementsust. Eesmärgiks oli välja selgitada, kas Alzheimeri tõvesse haigestumise risk on mõjutatud inimeste dieedi poolt. Jälgimisperiood kestis keskmiselt 3,9 aastat ja selle aja jooksul haigestus 253 inimest kõigist jälgitavatest. Isikutel, kelle dieet oli ω -3 rasvhapete rikas – sisaldas rohkelt näiteks kala ja pähkleid – oli oht haigestumiseks oluliselt väiksem, kui neil, kes tarbisid näiteks rohkem võid ja kõrge rasvasisaldusega piimatooteid (Gu et al., 2010).

5. ω -3 RASVHAPPED JA TREENING

5.1 Lihasvalkude metabolismism

Lihasvalkude bilans sõltub valkude sünteesi ja –lagundamise tasakaalu muutustest. Valgusünteesi intensiivsuse suurenemine võrreldes lagundamisprotsessidega viib positiivse bilansini ning lihashüpertroofiani. On teada, et parem aminohapete kättesaadavus suurendab valgusünteesi intensiivsust (Jeromson et al., 2015).

2011. aastal viidi läbi uuring, et välja selgitada ω -3 rasvhapete võimalik mõju lihasvalkude ainevahetusele. Vaatlusalusteks oli 9 tervet inimest vanuses 25-45 ning neile manustati 8 nädala jooksul 1,5g DHA-d ja 1,86g EPA-t päevas. Mõõdeti lihase valgu, DNA ja RNA kontsentratsiooni ning valgusünteesi intensiivsust. Pärast rasvhapete manustamist ilmnas uuritavatel võrreldes algtasemega insuliini ja aminohapete infusioonile tugevam anaboolne reaktsioon, mis väljendus valgusünteesi ulatuslikumas intensiivistumises. Veel oli võrreldes algtasemega suurem valgu kontsentratsioon lihases ning valgu osakaal DNA suhtes (Smith et al., 2011).

5.2 *Delayed onset muscle soreness (DOMS)*

DOMS ehk hilinenud algusega lihasvalulikkus on tuttav nähtus igale vähegi sporti harrastanud inimesele. Sümptomid varieeruvad kergest lihashellusest kuni tõsise kurnava valuni, mis segab treeninguid ja elu üldiselt. Need tugevnevad 24 tunni jooksul peale treeningu lõppu ning eskaleeruvad 24-72 tunni jooksul peale treeningut. Sümptomid kaovad kui treeningust on möödunud 5-7 päeva. Kõige sagedasemalt haarab DOMS inimese siis, kui sportlased naasevad treeningpuhkuselt või sooritavad mõnd harjutust, mis on nende jaoks uus. Peamiselt seostatakse DOMS-i treeningutega, kus on ülekaalus ekstsentriline lihastöö. Tavainimesel võib DOMS tekkida lihtsalt ebatavaliselt suuremahulise treeningu tagajärjel. Tegemist on ühe kõige sagedasema ja korduvama spordivigastuse vormiga, mis pärsib sportlaste sooritusvõimet ja segab normaalset treenimist (Cheung et al., 2003).

Üheks DOMS-i tunnuseks on lokaalne põletik mille sümptomiteks on valu, paistetus ja tõusnud temperatuur. 2011. aastal läbiviidud uuringus püstitati hüpotees, et ω -3 rasvhapete manustamine vähendab lihasvalulikkust, käe ümbermõõtu ja naha temperatuuri 48 tunni jooksul pärast ekstsentrilise küünarliigese fleksiooni harjutuse sooritamist, mis mõjutab m. *Biceps brachii*-d. Vaatlusalusteks oli 11 inimest vanuses 35 +/- 10 aastat, sealhulgas 8 naist ja 3 meest. Harjutust

sooritati kahel korral: esmalt pärast 14 päeva, kus ω -3 annus oli piiratud ning seejärel 14-päevase ω -3 manustamise järgselt. Harjutust sooritati 2 seeriat 60 sekundilise puhkeajaga nende vahel. Lihavalulikkuse, käe ümbermõõdu ja naha temperatuuri mõõtmised teostati enne harjutuse sooritamist ning 48 tundi pärast sooritust. Lihavalulikkus suurenes harjutuse sooritamise tagajärjel ning pärast ω -3 manustamist oli valulikkuse suurenemise määr 15% väiksem kui ilma ω -3 manustamiseta. Ilma ω -3 manustamiseta oli 48 tunni järgselt pärast harjutuste sooritamist õlavarre ümbermõõt suurenenud, kuid pärast rasvhapete manustamise perioodi sellist nähtust ei esinenud. Nahatemperatuuri tõusu treeningujärgselt ei täheldatud (Jouris et al., 2011).

5.3 Keha koostis

EPA ja DHA on väga efektiivsed lipogeneesi pidurdamisel ja seeläbi pidurdava mõjuga lipiidide sünteesile. Samuti on leitud, et EPA ja DHA suurendavad üldist lipiidide oksüdatsiooni, sest suurendavad karnitiin atsetüültransferaasi (CAT 1) aktiivsust. Veel inhibeerib EPA atsetüülkoensüümi karboksüüli, mille tulemusena suureneb mitokondrisine lipiidide oksüdatsioon. EPA ja DHA vähendavad ka CAT 1 tundlikkust malonüülkoensüümi vastu, mis jällegi loob võimaluse suuremahulisemaks lipiidide oksüdatsiooniks. Nimetatud mehhanismid annavad alust arvata, et ω -3 rasvhapetel võib olla keha koostist muutev efekt (Noreen et al., 2010).

2010. aastal viidi läbi uuring, mille üheks eesmärgiks oli kindlaks teha võimalik kalaõli manustamise efekt keha kompositsioonile. Vaatlusalusteks oli 44 tervet inimest, kellest moodustati 2 gruppi. Eksperimentaalgrupile manustati 6 nädala pikkuse perioodi jooksul 4 grammi kalaõli näol 1600mg EPA-t ja 800mg DHA-d päevas, platseebogrupile manustati päevas 4g saflooriõli. Keha kompositsiooni hinnati uuringu algul ning peale 6 nädalat. Võrreldes kontrollgrupiga toimus eksperimentaalgrupi vaatlusalustel oluline rasvavaba kehamassi tõus, rasvamassi langus ning kalduvus rasvaprotsendi langusele. (Noreen et al., 2010).

5.4 Vastupidavus

Ka juba väga treenitud vastupidavusalade sportlased, kel kõrge aeroobne võimekus, on suutelised treeningsooritust parandama. Areng põhineb skeletilihase adapteerumisel, mis omakorda tähendab oksüdatiivsete lihaskiudude osakaalu suurenemist ja paremat võimet kasutada hapnikku lihastöök vajamineva energia genereerimisel. Intensiivse treeningu paratamatuks tagajärjeks on perifeerne vasokonstriksioon, mis on põhjustatud arteriaalse barorefleksi aktiveerumise poolt. See toob kaasa ka kõrgeenenud vererõhu. Mehhanismiks, mis seda nähtust vähendab, on endoteelist sõltuva

dilatatiivse kapatsiteedi tõus. On teada, et selle tõusu juures mängib olulist rolli lämmastikoksiidi sisaldus vereplasmas (Żebrowska et al., 2014).

2014. aastal avaldatud uuringu eesmärgiks oli leida, kas ω -3 rasvhapete manustamine parandab endoteeli funktsiooni ehk lämmastikoksiidi kättesaadavust ning kas sel on mõju maksimaalsele hapnikutarbimisvõimele vastupidavussportlaste seas. Vaatlusalusteks oli 13 meesratturit, kellele kõigile rakendati kindel dieet ning kes jaotati kahte gruppi. Samuti olid treeningkoormused ettemääratud. Eksperimentaalgrupile manustati kapslite näol kalaõli ning kontrollgrupile platseebot, milleks oli laktoosmonohüdraat. Leiti, et ω -3 rasvhapete manustamisel on positiivne mõju lämmastikoksiidi tasemele plasmas ning ilmnes ka positiivne korrelatsioon lämmastikoksiidi taseme ja maksimaalse hapnikutarbimisvõime vahel, mis tähendab parandab vastupidavustreeningu efektiivsust. Samuti alanes puhkeolekus eksperimentaalgrupis olnud vaatlusaluste südamelöögisagedus ning maksimaalne südamelöögisagedus treeninguaegselt (Żebrowska et al., 2014).

5.5 Neuromuskulaarne funktsioon ja lihasjõud

Skeletilihase võime tekitada jõudu ja võidelda vastu väsimusele, on sportliku saavutuse vaatevinklist ülimalt oluline. Treeningutega kohanemine neuromuskulaarse süsteemi siseselt mõjutab lihasjõu genereerimise piirmäära ning vastupidavust. Närvid sisaldavad rasvhappeid, millest enamik on polüküllastumata. ω -3 rasvhapped on neuronite, närvilõpmete ja müeliini lahutamatuks osadeks. (Lewis et al., 2015)

2015. aastal viidi läbi uuring, mille eesmärgiks oli leida lühiajalise ω -3 rasvhapete manustamise mõju neuromuskulaarsele funktsioonile ja sooritusvõimele hästi treenitud sportlaste seas. Vaatlusalusteks oli 30 regulaarse treeninguga tegelevat noort meest. Alguses võeti neilt vereproov, mõõdeti maksimaalne tahteline isomeetriline lihaskontraktsioon (MVC) *m. quadriceps femoris*-es koos elektromüograafia (EMG) salvestusega *m. vastus lateralis*-elt. Lisaks läbisid vaatlusalused mitmeid kehalist võimekust näitavaid teste, millele järgnesid EMG ja MVC mõõtmised. Pooled vaatlusalustest moodustasid eksperimentaalgrupi, ning pooled kontrollgrupi. Eksperimentaalgrupile manustati 21-päevase perioodi jooksul iga päev 5ml hülgeõli, mis sisaldas 375mg EPA-t, 230mg DPA-d ning 510mg DHA-d. Kontrollgrupp sai iga päev 5ml oliiviõli. Pärast manustamisperioodi näitasid eksperimentaalgrupis osalenud märkimisväärselt kõrgemat EMG aktiivsust kui kontrollgrupi vaatlusalused. MVC tulemused küll olulist erinevust ei toonud, kuid saadud

resultaadid näitavad ω -3 rasvhapete positiivset mõju perifeersele neuromuskulaarsele funktsioonile ning jõuvastupidavusele (Lewis et al., 2015)

6. TOIDULISANDID

Kõige lihtsam viis saada kätte soovitatav päevane kogus ω -3 rasvhappeid, on toidulisandite manustamine. Seeläbi on inimesel ka selge ettekujutus sellest, kui palju ta neid päevas tarbib. Kõige varajasemalt teadaolev ning kõige laialdasemalt kasutusel olevaks ω -3 toidulisandiks on kalaõli, mis sisaldab ohtralt EPA-t ja DHA-d ning mida on võimalik manustada ka näiteks kapslite näol. ω -3 rasvhappeid on võimalik kätte saada ka taimsetest õlidest, millest mõned on ka söögitegemise juures laialdaselt kasutusel. Taimsetes õlides leidub rikkalikult ALA-t, kuid laialdasemalt levinud taimsed õlid ka ω -6 rasvhappeid. (Balasubramanian et al., 2014).

2006. aastal tarbisid inimesed kogu toodetud kalaõlist 13%. Ülejäänud kasutati akvakultuuri tööstuses suures osas lõhefarmide tarbeks. Inimeste poolt tarbiti kalaõli peamiselt kapslite näol (WHO, 2013). Kalaõli toodetakse enamasti merekaladest nagu näiteks tursk, sardiin, anšoovis, makrell, lõhe ja forell. Kalaõli ω -3 rasvhapete sisaldus sõltub vastava kala samast näitajast (Balasubramanian et al., 2014). Näiteks on tursamaksaõlis 18,5g, heeringaõlis 11,4g ja lõheõlis 19,9g ω -3 rasvhappeid 100g kohta (Connor et al., 1993). Paljude inimeste jaoks seostub kalaõli tugeva ja ebameeldiva kalamaitsega, mistõttu selle manustamisest hoidutakse (Balasubramanian et al., 2014).

Taimsed õlid, mis on laialdaselt toidutegemisel kasutusel, sisaldavad suuremalt jaolt küll ALA-t, kuid ω -6 rasvhapete osakaal on neis siiski suurem. Küll on aga leitud mitmeid erinevaid taimseid õlisid, peamiselt lähtudes erinevatest seemnetest, mille rasvhapete kompositsioonis on ALA osakaal oluliselt suurem või isegi domineeriv. Unikaalseks taimeks on ussikeel, mille õlis on ω -3 ja ω -6 rasvhapete vahekord 2:1 ω -3 kasuks. Veel on heaks ALA allikaks nii punase- kui ka musta vaarika seemneõli, mille ALA osakaal kõikidest rasvhapetest on 30% juures ning ω -6 ja ω -3 vahekord 1,6:1 juures ω -6 kasuks (Abedi & Sahari, 2014)

Tabel 2. Valiku erinevate õlide oomega-3 rasvhapete sisaldused grammides 100g õli kohta (Connor et al., 1993; Simopoulos, 2002; Abedi & Sahari, 2014).

ÕLI	ALA	EPA+DHA
Tursamaksaõli	-	18,5
Heeringaõli	-	11,4
Lõheõli	-	19,9
Kreekapähkliõli	10,4	-
Linaseemneõli	53,3	-
Kanepiseemneõli	15,1-19,4	-
Mustikaseemneõli	25,1	-
Jõhvikaseemneõli	22,3-35	-
Chia seemne õli	63	-

6.1 Liigse kalaõli manustamise ohud

Üldiselt on inimese organism kalaõli ja selles sisalduvate ω -3 rasvhapete suhtes vastuvõtlik, kuid võib esineda ka mõningaid kõrvalmõjusid. Kõrvalmõjud on enamjaolt nõrgalt väljendunud ning piirduvad kala järelmaitsega suus või kergete soolestikuprobleemidega. Teisteks, vähemlevinud, sümptomiteks on iiveldus, südame kõrvetised, seedehäired ja kõhulahtisus. Need sümptomid on peamiselt tingitud valesti doseeritud ω -3 rasvhapete manustamisest. Kindluse mõttes võiks vältida kalaõli tarvitamist paralleelselt antitrombootiliste teraapiatega ning üle 3g kalaõli tarbimine päevas võib vähendada söögiisu. DHA on allub kergesti oksüdatsiooniprotsessile, mis tekitab peroksiide. See protsess on peroksüdatsioon, mis on kontrollitud määral vajalik, kuid mille liigne määr tekitab koekahjustusi ja mitmeid haiguseid. DHA peroksüdatsiooni produktid muudavad rakumembraani läbilaskvust ja seeläbi reguleerivad ionikanalite aktiivsust. On teada, et pikaajaline kalaõli manustamine on plasma triglütseriidide taseme alandaja, kuid samas on suurem oht vabade radikaalide rünnakule plasma lipiidide vastu (Alabdulkarim et al., 2012).

KOKKUVÕTE

ω -3 ja ω -6 rasvhapete vahetamine on toitumisharjumuste muutumisega lääne ühiskonna inimeste toidus kaldunud selgelt ω -6 kasuks ning see on mitmete elustiilihaiguste üheks põhjuseks. Peamiseks mehhanismiks, mis haiguseid põhjustab, on ebaõigest rasvhapete tasakaalust inimese organismis põhjustatud krooniline põletik.

ω -3 rasvhapete adekvaatne päevane annus mõjub inimesele kasulikult juba enne tema sündi, sest see aitab ära hoida enneaegset sünnitust ja soodustab väikelapse kognitiivset arengut. ω -3 rasvhapetel on positiivne efekt ka mitmete kroonilise kuluga haiguste ennetamises. On tõestatud, et optimaalne ω -3 rasvhapete tasakaal kehas vähendab südamehaigustesse, Alzheimeri tõvesse ja II tüüpi diabeeti haigestumise riski. Veel mõjub ω -3 rasvhapete küllaldane tarbimine positiivselt reumatoidartriidi kulule ning aitab kaasa ka depressiooni leevendamisele ja ärahoidmisele.

ω -3 rasvhapetel on mõju ka inimese treeningule ja sooritusvõimele. Nimelt muudavad need tõhusamaks lihasvalkude metabolismi, proteiinisüntees intensiivistub. Samuti vähendab adekvaatne annus hilinenud algusega lihasvalulikkust nii sportlastel kui tavainimestel. Vähendades keha rasvaprotsenti ja tõstes rasvavaba kehamassi, on ω -3 rasvhapetel abistav efekt ka inimese keha optimaalse koostise saavutamisele. ω -3 rasvhapetel võib olla positiivne mõju sportlaste vastupidavuslikule võimekusele ning neuromuskulaarsele funktsioonile.

ω -3 rasvhapped on kergesti kättesaadavad ning parimaks allikaks on merekalad ja neist valmistatud õlid. Samas on erinevate taimede, köögiviljade ja seemnete ning nende õlide kaudu piisav ω -3 rasvhapete kogus kätte saada ka taimetoitlastel. Nende manustamine on suhteliselt ohutu, tähelepanu tuleks vaid pöörata toiduaine päritolule ja toidulisandite manustamise korral ka kogusele.

Rasvhapete optimaalse tasakaalu tagamine on elustiilihaigusi ära hoidva tegurina tee inimeste elukvaliteedi parandamisele ja tervelt elatud aastate arvu tõstmisele. Lisaks on piisava päevanormi tarbimine ka lihtne ja küllaltki ohutu ning sel võib olla positiivne mõju kehalisele töövõimele ja treeningu efektiivsusele.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Abedi E, Sahari MA. Long-chain polyunsaturated fatty acid sources and evaluation of their nutritional and functional properties. *Food Science & Nutrition* 2014; 2; 443-463.
2. ADA(American Diabetes Association). Diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 2010; 33; 62-69.
3. Alabdulkarim B, Bakeet ZAN, Arzoo S. Role of some functional lipids in preventing diseases and promoting health. *Journal of King Saud University – Science* 2012; 24; 319-329.
4. Asif M. Health effects of omega-3,6,9 fatty acids: *Perilla frutescens* is a good example of plant oils. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine* 2011; 11; 51-59.
5. Balasubramanian G, Brothersen C, McMahon DJ. Fortification of foods with omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Clinical Reviews of Food Science and Nutrition* 2014; 54; 98-114.
6. Bondy B. Pathophysiology of depression and mechanisms of treatment. *Dialogues in Clinical Neuroscience* 2002; 4; 7-20.
7. Bucher HC, Hengstler P, Schindler C, Meier G. N-3 polyunsaturated fatty acids in coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Medicine* 2002; 112; 298-304.
8. Calder PC. Functional roles of fatty acids and their effects on human health. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2015; 39; 18-32.
9. Calder PC, Zurier RB. Polyunsaturated fatty acids and rheumatoid arthritis. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2001; 4; 115-121.
10. Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine* 2003; 33; 145-164.
11. Coletta JM, Bell SJ, Roman AS. Omega-3 Fatty acids and pregnancy. *Reviews in Obstetrics & Gynaecology* 2010; 3; 163-171.
12. Connor WE, DeFrancesco CA, Connor SL. N-3 fatty acids from fish oil : effects on plasma lipoproteins and hypertriglyceridemic patients. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1993; 683; 16-34.
13. EFSA (European Food Safety Authority). *The EFSA Journal* 2009; 1176; 1-11.
14. FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. Genf, 2008.

15. Gibofsky A. Overview of epidemiology, pathophysiology, and diagnosis of rheumatoid arthritis. *The American Journal of Managed Care* 2012; 18; 295-302.
16. Greenberg JA, Bell SJ, Ausdal WV. *Reviews in Obstetrics & Gynaecology* 2008; 1; 162-169.
17. Grosso G, Galvano F, Marventano S, Malaguarnera M, Bucolo C, Drago F, Caraci F. Omega-3 fatty acids and depression: Scientific Evidence and Biological Mechanisms. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2014; 2014.
18. Gu Y, Nieves JW, Stern Y, Luchsinger JA, Scarmeas N. Food combination and Alzheimer Disease Risk. *American Medical Association* 2010; 67; 699-706.
19. He K, Song Y, Daviglius ML, Liu K, Van Horn L, Dyer AR, Greenland P. Accumulated evidence on fish consumption and coronary heart disease mortality: a meta-analysis of cohort studies. *Circulation* 2004; 109; 2705-2711.
20. Helland IB, Smith L, Saarem K, Saugstad OD, Drevon CA. Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics* 2003; 111; 39-44.
21. Huertas EL. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research* 2010; 61; 200-207.
22. Jeromson S, Gallagher LJ, Galloway SDR, Hamilton DL. Omega-3 fatty acids and skeletal muscle health. *Marine Drugs* 2015; 13; 6977-7004.
23. Jouris KB, McDaniel JL, Weiss EP. The effect of omega-3 fatty Acid Supplementation on the inflammatory response to eccentric strength exercise. *Journal of Sports Science & Medicine* 2011; 10; 432-438.
24. Kalupahana NS, Claycombe KJ, Moustaid-Moussa N. (n-3) Fatty acids alleviate adipose tissue inflammation and insulin resistance: Mechanistic Insights. *Advances in Nutrition*, 2011; 2; 304-316.
25. Kremer JM, Lawrence DA, Petrillo GF, Litts LL, Mullaly PM, Rynes RI, Stocker RP, Parhami N, Greenstein NS, Fuchs BR. Effects of high-dose fish oil on rheumatoid arthritis after stopping nonsteroidal antiinflammatory drugs. Clinical and immune correlates. *Arthritis and Rheumatism* 1995; 38; 1107-1114.
26. Kris-Etherton PM, Taylor DS, Yu-Poth S, Huth P, Moriarty K, Fishell V, Hargrove VL, Zhao G, Etherton TD. Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71; 1795-1885.

27. Lewis EJH, Radonic PW, Wolever TMS, Wells GD. 21 days of mammalian omega-3 fatty acid supplementation improves aspects of neuromuscular function and performance in male athletes compared to olive oil placebo. *Journal of International Sports Nutrition* 2015; 12.
28. Noreen EE, Sass MJ, Crowe ML, Pabon VA, Brandauer J, Averill LK. Effects of supplemental fish oil on resting metabolic rate, body composition, and salivary cortisol in healthy adults. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2010; 7.
29. Olsen SF, Secher NJ, Tabor A, Weber T, Walker JJ, Gluud C. Randomised clinical trials of fish oil supplementation in high risk pregnancies. *BJOG, An International Journal of Obstetrics and Gynaecology* 2000; 107; 382-395.
30. Olsen SF, Sørensen JD, Secher NJ, Hedegaard M, Henriksen TB, Hansen HS, Grant A. Randomised controlled trial of effect of fish-oil supplementation on pregnancy duration. *The Lancet* 1992; 339; 1003-1007.
31. Osher Y, Belmaker RH. Omega-3 fatty acids in depression: a review of three studies. *CNS Neuroscience & Therapeutics* 2009; 15; 128-133.
32. Pandey A, Tripathi P, Pandey R, Srivatava R, Goswami S. Alternative therapies useful in the management of diabetes: A systematic review. *Journal of Pharmacy and Bio Allied Sciences* 2011; 3; 504-512.
33. Qin DD, Rizak J, Feng XL, Yang SC, Lü LB, Pan L, Yin Y, Hu XT. Prolonged secretion of cortisol as a possible mechanism underlying stress and depressive behaviour. *Scientific Reports* 2016; 6.
34. Simopoulos AP. Essential fatty acids in health and chronic disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1999; 70; 560-569.
35. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 2002; 11; 163-173.
36. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, Rennie MJ, Mittendorfer B. Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperaminoacidemia-hyperinsulinemia in healthy young and middle aged men and women. *Clinical Science* 2011; 121; 267-278.
37. Swanson D, Block R, Mousa SA. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in Nutrition. An International Review Journal* 2012; 3; 1-7.

38. Źebrowska A, Mizia-Stec K, Mizia M, Gasior Z, Poprzecki S. Omega-3 fatty acids supplementation improves endothelial function and maximal oxygen uptake in endurance-trained athletes. *European Journal of Sport Science* 2014; 14; 305-314.
39. TAI(Tervise Arengu Instituut). Eesti Toitumis- ja Liikumissoovitused 2016. Tallinn, 2016.
40. Virtanen JK, Mursu J, Voutilainen S, Uusitupa M, Tuomainen TP. Serum omega-3 polyunsaturated fatty acids and risk of incident type 2 diabetes in men: The Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study *Diabetes Care* 2014; 37: 189-196.

SUMMARY

Omega-3 fatty acids: health effects and significance in training

Western diet has been changing a lot in recent centuries, which means that the balance of fatty acids in human organism is also changing. Although there has been a growth in life expectancy due to the improvement of medicine, there is a falling rate of healthy life years. That is on account higher frequency of different lifestyle diseases such as II type diabetes and chronic ischaemic heart disease. Based on the saying „you are what you eat“, the author of this study is on opinion that development of those diseases is affected by changes in our menu. The other main reason is unquestionably lack of physical exercise. Getting all the right nutrients is even more important for athletes, whose performance is affected by all the smallest factors. Choice of the subject is based on authors concern on public health and interest of food science.

Current study brings out the beneficial effects of omega-3 fatty acids on different highly occurring diseases that seriously affect the quality of life. Omega-3 fatty acids play important role on our health from the very beginning when a human is still in womb as they are crucial in the early development of cognitive function. Adequate ration of omega-3 and omega-6 fatty acids decrease the risk of heart diseases, Alzheimer`s and II type diabetes. They also ease the course of rheumatoid arthritis and help on reducing and preventing depression.

Omega-3 fatty acids also have a possible positive effect on training and performance level. Namely, they improve muscle protein metabolism, intensifying protein synthesis as well as reducing delayed onset muscle soreness in athletes as well as in pedestrians. Omega-3 fatty acids also affect body composition as they reduce fat percentage and increase fat free bodymass. Possible beneficial effects also appeared on athletes endurance and neuromuscular function.

The best source of omega-3 fatty acids are fish and fish oil but they are also reachable for vegans as they are also found in a variety of different vegetables, vegetable oils, nuts and seeds. As they are quite easy and relatively safe to consume, the author of this study is on opinion that omega-3 fatty acids is a way for potentially healthier and better quality of life.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Norman Pöder, sündinud 5. septembril, 1994. aastal:

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Omega-3 rasvhapete mõju tervisele ja tähtsus treeningule“, mille juhendaja on PhD Vahur Ööpik:
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi, ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 2.05.2017
