

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Mattias Meinart

**Ketogeense dieedi tõhusus kehakaalu vähendamisel ja mõju
metaboolse sündroomi komponentidele**

**The effect of the ketogenic diet on weight loss and on the components of
metabolic syndrome**

Bakalaureusetöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:
prof, biol knd V. Ööpik

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID.....	3
SISSEJUHATUS	4
1. ÜLEKAALULISUSE LEVIMUS MAAILMAS JA EESTIS	5
2. KEHAKAAL JA TERVIS	6
3. PEAMISED KEHAKAALU MÕJUTAVAD ELUSTIILI KOMPONENDID	8
4. ÜLDISED TOITUMISSOOVITUSED JA KETOGEENNE DIEET	9
4.1. Mis on ketogeenne dieet?.....	10
4.1.1. Erinevused ketogeense dieedi ja traditsiooniliste toitumissoovituste vahel.....	13
5. KETOGEENSE DIEEDI MÕJU AINEVAHETUSELE	14
6. KETOGENNE DIEET JA KEHAKAALU VÄHENDAMINE	16
6.1. Ketogeense dieedi mõju teist tüüpi diabeedile	16
6.2. Ketogeenne dieet ja madala rasvasisaldusega dieet	17
6.3. Kõrge valgusisaldusega ketogeenne dieet ja kõrge valgusisaldusega mitte-ketogeenne dieet	18
6.4. Ketogeenne dieet ja mitte-ketogeenne dieet keha rasvamassi vähendamiseks ja lihasjõu suurendamiseks	19
6.5. Madala toiduenergia sisaldusega ketogeenne dieet ja madala toiduenergia sisaldusega mitte-ketogeenne dieet	19
6.6. Kehakaalu vähendamine ja näljatunne	21
6.6.1. Ketogeense dieedi mõju näljatunde hormonaalsele regulatsioonile	21
6.6.2. Ketogeense dieedi mõju täiskõhutundele	22
7. KETOGEENSE DIEEDI MÕJU METABOOLSE SÜNDROOMI KOMPONENTIDELE JA TEIST TÜÜPI DIABEEDILE.....	23
8. KETOGEENSE DIEEDI JÄRGIMISEGA KAASNEVAD RISKID	25
8.1. Ketogeenne dieet ja ketoatsidoos.....	25
8.2. Ebatüüpilise makrotoitanete jaotusega kaasnevad ohud.....	25
8.3. Ketogeense dieediga kaasnevad kõrvalnähud	26
KOKKUVÕTE	27
KASUTATUD KIRJANDUS.....	28
SUMMARY	32
AUTORI LIHTLITSENTS	33

KASUTATUD LÜHENDID

KMI – kehamassiindeks

MetS – (*metabolic syndrome*) – metaboolne sündroom ehk ainevahetussündroom

HDL – (*high-density lipoprotein*) – kõrge tihedusega lipoproteiin

LDL – (*low-density lipoprotein*) – madala tihedusega lipoproteiin

KD – ketogeenne dieet

KNS – kesknärvisüsteem

KAT-dieet – kõrge keskmise ahela triglütseriidide sisaldusega dieet

MAD – modifitseeritud Atkinsi dieet

MGID – madala glükeemilise indeksi dieet

β OHB – (*β -Hydroxybutyric acid*) – beetahüdroksüvõihape

MSD – madala süsivesikusisaldusega dieet

MRD – madala ravasisaldusega dieet

MSV – kõrge valgusisalduse, madala süsivesikusisaldusega dieet

KSV – kõrge valgu- ja keskmise süsivesikusisaldusega dieet

MKKD – madala kaloraažiga ketogeenne dieet

MKD – madala kaloraažiga mitte-ketogeenne dieet

HgA1c – glükohemoglobiin

SISSEJUHATUS

Ülekaalulisus on saanud epideemiaks üle terve maailma, kaasa arvatud arengumaades. Lisaks täiskasvanud inimestele on näha ülekaalulisuse tõusu ka laste seas. Isegi loomadel, kes elavad inimeste läheduses, on märgatud keskmise kehakaalu tõusu trendi. Ülekaalulisusega kaasnevad tihti ka sellised metaboolsed häired nagu insuliini resistentsus, rasvunud maks ja kõrge vererõhk, mis kõik soodustavad metaboolse sündroomi ning diabeedi teket (Chamorro-García & Blumberg 2014).

Ülekaalulisusele otsitakse lahendusi ning esimene aspekt, mida võiks vaadata on toitumine. Soovitusi õige toitumise kohta on palju, näiteks aastal 2015 kogus populaarsust gluteenivaba dieet ja järsku tekkisid poodi „Gluteenivaba“ sildiga tooted. Ajalehest ja internetist võib lugeda Atkinsi dieedist, vahemere dieedist ja taimetoitlusest. Arvamusi „õige“ dieedi kohta on palju ja nad muutuvad pidevalt. Huvi uute dieetide vastu on kasvamas, näiteks vähese süsivesikusisaldusega ketogeenne dieet (Westman et al., 2003).

Oluline on mõista, et kuna iga inimese keha on ainukordne, mõjuvad toitained igale kehale erinevalt. Inimesed võivad tarbida gluteenivabu tooteid, aga enamasti pole see vajalik, kuna tsöliaakia ehk gluteenitalumatuse all kannatab vaid hinnanguliselt 1% maailma elanikkonnast. Sellegipoolest on sellele haigusele leitud lahendus, milleks on tarbida gluteenivabu tooteid (Jnawali et al., 2016). Ühtset dieeti, mis sobiks kõikidele inimestele ei ole olemas ja kindla dieedi järgimisega võivad tekkida negatiivsed kõrvalnähud.

Läänemaailmas on sageli probleemiks liigne toiduenergia tarbimine. Suur osa liigsest toiduenergiast tuleb toitudest, mis sisaldavad palju süsivesikuid, näiteks teraviljad, sai, pasta, ja kõiksugused magusad joogid/söögid. Halbade toitumisharjumuste tagajärjel suureneb sageli kehakaal, mis omakorda suurendab ka metaboolse sündroomi väljakujunemise riski. Kuigi kõrge süsivesikute hulga tarbimine ei pruugi otseselt ülekaalulisust tekitada, võib ta olla soodustav faktor. Ilmselt sellepärast on hakanud koguma populaarsust madala süsivesikusisaldusega dieetid nagu ketogeenne dieet. Kas aga selline dieet aitab efektiivselt kehakaalu vähendada ja metaboolse sündroomi väljakujunemist ära hoida, pole veel kindlalt välja selgitatud.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on analüüsida ketogeense dieedi tõhusust kehakaalu vähendamisele ja mõju metaboolse sündroomi komponentidele.

Märksõnad: *Ketogenic diet, ketosis, ketogenic diet ja weight loss*

1. ÜLEKAALULISUSE LEVIMUS MAAILMAS JA EESTIS

Ülekaalulisus on krooniline seisund, mille tõttu suureneb tõenäosus haigestuda vähki, südame-veresoonkonna haigustesse, diabeeti, kõrgvererõhutõppe ja saada insult.

Ülekaalulisus on tingitud energiabilansi häirest, kus tarbitakse rohkem energiat kui kulutatakse. Juurde võetud kaalu hulk sõltub mitmetest tingimustest, näiteks geneetilised faktorid, elustiil, ümbruskond ja majanduslik seisund. Maailmas on 2,1 miljardit ülekaalulist inimest ning näiteks USA-s on 35% täiskasvanutest ja kolmandik lastest ülekaalulised.

Ülekaalulisus põhjustab terves maailmas hinnanguliselt 3,4 miljonit surma aastas ning on seega viies peamine surma põhjus (Smith & Smith, 2016).

Ülekaalulisust defineeritakse kehamassiindeksi (KMI) kaudu. KMI on näitaja, mis saadakse keha massi (kg) jagamisel pikkuse (m) ruuduga. Vastavalt WHO definitsioonile on normaalne KMI täiskasvanutel vahemikus 18,5–24,9 kg/m². Ülekaaluliseks loetakse inimest siis, kui KMI on kergelt normist suurem (25,0–29,9 kg/m²), kui aga KMI on üle 30, kasutatakse terminit „rasvunud“. Erinevused kehamassiindeksis võivad olla tingitud keharasva sisaldusest, mis omakorda sõltuvad vanusest, soost, rahvusest, treenitusest ning rassist. Näiteks võivad suure lihasmassiga sportlased selle klassifikatsiooni järgi osutada ülekaalulisteks.

Vananemisega kaasneb pikkuse ja kaalu ning KMI vähenemine, üle 65 aasta vanuste inimeste soovitatav kehamassiindeks on 23–29,9 kg/m² (Pitsi et al., 2015).

Eestis on praktiliselt pooled 16–64-aastastest ülekaalulised ja kasvav probleem on ka rasvumine (KMI>30 kg/m²). Ülekaalulisi mehi on kogu elanikkonnast 55% ja naisi 45%, sealhulgas rasvunuid keskmiselt ligikaudu 19% kogu elanikkonnast. Aasta-aastalt on kasvanud ülekaaluliste kooliõpilaste osakaal. Kui 2006. aastal oli kooliõdede poolt tehtava tervisekontrolli andmetel ülekaalulisi lapsi 7%, siis 2014. aastaks oli see tõusnud 11%-ni. Kooliõpilaste tervisekäitumise uuringute järgi on see veelgi levinum: 15% kõigist Eesti koolilastest on ülekaalulised (12% tüdrukuid ja 18% poisse) (Pitsi et al., 2015).

2. KEHAKAAL JA TERVIS

Metaboolne sündroom (MetS) on mitme omavahel seotud riskifaktori kogum, mis on seotud südame-veresoonkonna haiguste ja diabeediga. Need riskifaktorid on kõrge glükoosi kontsentratsioon plasmas, hüpertensioon, kõrge triglütseriidide tase, kõrge tihedusega lipoproteiinide madal tase (*high-density lipoprotein* – HDL) ja ülekaalulisus (eriti suurenenud vööümbermõõt) (Alberti et al., 2009). MetS-i saab määrata, kui viiest riskifaktorist, esineb vähemalt 3 (Han & Lean, 2015). Kõige sagedamini kasutatakse MetS-i diagnoosimisel Rahvusvahelise Kolesterooli Õppeprogrammi ATP III kriteeriumeid. Viimasel ajal on kasutusele võetud ka Rahvusvahelise Diabeediföderatsiooni (IDF) poolt koostatud kriteeriumid (Tabel 1).

Tabel 1. Rahvusvahelise Kolesterooli Haridusprogrammi (RKH) ja Rahvusvahelise Diabeediföderatsiooni (RDF) poolt koostatud diagnoosimise kriteeriumid metaboolse sündroomi jaoks (Han & Lean, 2015).

	RKH kriteeriumid	RDF kriteeriumid
Vööümbermõõt		
Mehed	≥102 cm	≥94 cm
Naised	≥88 cm	≥80 cm
Triglütseriidide tase veres	≥1,7 mmol/l (150 mg/dl)	≥1,7 mmol/l (150 mg/dl)
HDL kolesterooli tase veres		
Mehed	<1,03 mmol/l (40 mg/dl)	<1,03 mmol/l (40 mg/dl)
Naised	<1,29 mmol/l (50 mg/dl)	<1,29 mmol/l (50 mg/dl)
Vererõhk	≥130/≥85 mmHg	≥130/≥85 mmHg
Glükoosi tase veres	≥6,1 mmol/l (110 mg/dl)	≥5,6 mmol/l (100 mg/dl)

MetS on tihedalt seotud „lääneliku“ elustiiliga, kus füüsilist liikumist on vähe ning toitumisharjumused ei ole sageli tervislikud. Ka geneetilistel teguritel on suur mõju

rasvumisele ning veelgi suurem on nende roll MetS-i väljakujunemisel. Geneetilisi tegureid, mis on seotud suurema KMI, rasvumise või MetS-iga on leitud üle 40. Kui inimesel esineb rohkem kui 10 sellist tegurit, on tõenäosus kehakaalus juurde võtta suurem kui inimesel, kellel esineb 1-2 tegurit. Elustiili tegurid, mis suurendavad vistseraalset (organites ja organite ümber olevat) rasva, rasvumist, ja suurendavad MetS-i tõenäosust, on kõrge küllastunud rasva sisaldusega dieet, suitsetamine, alkoholi tarbimine ja vähene kehaline aktiivsus (Han & Lean, 2015).

MetS on seotud ka insuliini resistentusega ning vaid 30% MetS-iga patsientidest ei esine insuliini resistentsust. Insuliini resistentsuse korral on vereplasmas kõrge insuliini kontsentratsioon, aga insuliin ei suuda langetada vereplasmas olevat glükoosi efektiivselt. Insuliini resistentsus on tihedalt seotud häirunud glükoositaluvuse, diabeedi ja südame-veresoonkonna haiguste riskiga. Paljudel kõrge vererõhuga isikutel esineb ka glükoositaluvuse langust ja hüperinsulineemiat. Ülekaalulisus soodustab nii glükoositalumatust, kui hüperinsulineemiat. Kõrge LDL-kolesterool on põhiliselt seotud küllastunud rasvade tarbimisega, aga pole tugevalt seotud rasvumisega (Han & Lean, 2015).

MetS-iga suureneb südame-veresoonkonna haiguste ja teist tüüpi diabeedi risk kahekordselt. MetS-i kõigi sümptomite esinemist soodustab ülekaalulisus. Sümptomite tõsidus oleneb inimese vanusest ja juurde võetud kaalust, kusjuures suurenenud vööümbermõõt on ohtlikum kui suurenenud keha rasvamass kogu kehas. Kõik MetS-iga kaasnevad sümptomid on taanduvad ning raviks on kehakaalu kontrolli alla saamine. Kui parema dieedi ja ravimitega kehakaalu vähendada 5-10 kg, väheneb südame-veresoonkonna haiguste ja teist tüüpi diabeedi risk üle 50% (Han & Lean, 2015).

3. PEAMISED KEHAKAALU MÕJUTAVAD ELUSTIILI KOMPONENDID

Aastal 2013 *American Heart Association*, *American College of Cardiology* ja *The Obesity Society* poolt koostatud juhendi kohaselt on ülekaalulistele isikutele isegi keskmine (3%-5%) kaalukaotus tervisele kasulik. Kaalukaotuse tagajärjel langeb vererõhk, vere glükoosi- ja triglütseriidide tase ning paraneb vere LDL- ja HDL-kolesterooli tase. Kaalukaotuse soodustamiseks peaks vähendama toiduenergia tarbimist, sealhulgas arvesse võttes isiku eelistusi ja tervislikku seisundit. Erinevaid lähenemisviise on palju, näiteks on tulemusi näidanud dieet, kus lubatud päevane toiduenergiakogus langetatakse 1500-1800 kcal-ni meestel ning 1200-1500 kcal-ni naistel vastavalt isiku eripärale. Soovitavad on ka dieedid, kus langetatakse toiduenergia tarbimise koguhulka päevas 500 või 750 kcal võrra ja dieedid, kus eemaldatakse teatud toidud, näiteks kõrge süsivesikusisaldusega toidud või kõrge rasvasisaldusega toidud. Soovituslik on ka kehalise koormuse tõstmine. Juhul, kui KMI on üle 40 kg/m² ja kui kaalu langust ei saavutata ravimite või elustiili muutustega, soovitatakse batriaatilist kirurgiat ehk maovähendusoperatsiooni (Jensen et al., 2014).

Eesti toitumissoovituste kohaselt peaks ülekaalulisuse ravis langetama kehamassi 500 grammi võrra nädalas. Selleks peab toiduga saadav päevane energiakogus olema 500 kcal võrra väiksem kui elutegevuseks vajaminev energia. Selline vahe energiakulutuses on suurim soovituslik negatiivne nihe tervisliku kaalukaotuse jaoks. Edukaks kehamassi langetamiseks ja languse säilitamiseks tuleks liikuda keskmise intensiivsusega vähemalt 60 minutit päevas, teha jõutreeninguid 2–3 korral nädalas, viibida võimalikult palju värskes õhus, viia miinimumini igapäevane istumis- ja ekraaniaeg. Ülekaalulisuse ja rasvumise korral seostatakse edukat kaalulangetamist pigem toidust saadava energiahulga vähendamise kui makrotoitainete proportsiooni muutmisega dieedis. Samas on madal süsivesiku- ja kõrge valgusisaldusega dieedid näidanud teatud efektiivsust siis, kui neid peetakse kuue kuu kuni aasta jooksul. Ülekaalulistel ja rasvunudel kaalu langetamiseks teostatud sekkumisuuringute tulemused näitavad, et võrreldes dieetidega, kus on vähendatud rasvade tarbimise hulka, viib madala süsivesiku- ja suure valgusisaldusega dieet kuni kuue kuu jooksul samasuguse või madalama kehamassini. Soovitatakse kasutada glükeemilise indeksi põhist toitude järjestust ja vähendada üleliigset suhkrutarbimist (Pitsi et al., 2015).

4. ÜLDISED TOITUMISSOOVITUSED JA KETOGEENNE DIEET

Arenenud maades on välja töötatud toitumissoovitused, mida vastavalt uue tõendus põhise info laekumisele perioodiliselt uuendatakse. Poodi minnes võib iga söödava toote pakendilt lugeda, kui palju see sisaldab süsivesikuid, rasva ja valku. Neid kutsutakse makrotoitaineteks. 1g kohta saame valkudest ja süsivesikutest 4 kcal ja rasvadest 9 kcal energiat (Nakamura & Kuranuki, 2018). *Institutes of Medicine* (nüüd *National Academy of Medicine*) USA-s soovib jaotada makrotoitainete osakaalu täiskasvanud inimese dieedis järgmiselt: süsivesikutest 45%-65%, valkudest 10%-35% ja rasvadest 20%-35% energiast (piirates küllastunud rasvhappeid ja transrasvu) (Manore, 2005).

Eesti toitumis- ja liikumissoovituste kohaselt peaksime saama 50-60% energiast süsivesikutest, 25-35% rasvadest ja 10-20% valkudest (Tabel 2) (Pitsi et al., 2015) Kuigi soovitused erinevad vähesel määral, on siiski mõlemal juhul näha, et soovituslik on saada enamus energiast süsivesikutest.

Tabel 2. Makrotoitainete ja rasvhapete osatähtsuste soovitused soovituslikust energiast täiskasvanutele ja üle 2 aasta vanustele lastele. (Pitsi et al., 2015).

Toitained, rasvhapped	Keskmine soovitus
Valgud²	10-20 %E
Rasvad²	25-35 %E
Sealhulgas:	
küllastunud rasvhapped	max 10 %E
monoküllastumata rasvhapped	10-20 %E
polüküllastumata rasvhapped, sh	5-10 %E
oomega-3-rasvhapped	min 1 %E
transrasvhapped	võimalikult vähe ⁴
Süsivesikud³	50-60 %E

Makrotoitainete tarbimine oleneb suuresti kultuurist, näiteks Tsimane kultuuris Boliivias saadakse hinnanguliselt 14% energiast valkudest, 14% rasvadest ja 72% süsivesikutest. Tsimane rahval on ka kõige madalam ateroskleroosi tekke oht maailmas, kaasa arvatud eakatel inimestel. Oluline on siinkohal välja tuua, et Tsimane inimesed saavad oma süsivesikud töötlemata toitudest nagu ise kasvatatud juur- ja teraviljad, ise korjatud puuviljad ning marjad (Kaplan et al., 2017). Westman (2002) toob välja et, vastupidiselt Tsimane kultuurile koosneb traditsiooniline inuitide (eskimode) dieet põhiliselt rasvadest ja valkudest, sisaldades vähesel määral süsivesikuid, ning püstitab küsimuse, kas süsivesikuid on dieedis üldse vaja? Toitained, mida peame saama dieedist on aminohapped (mida saab valkudest),

rasvhapped, vitamiinid, mineraalid ja elektrolüüdid, aga pole täheldatud, et süsivesikuid oleks vaja dieedist kindlasti saada. Dewailly et al., (2001) leidsid, et ka traditsiooniline inuiitide dieet on südame-veresoonkonna tervisele kasulik.

4.1. Mis on ketogeenne dieet?

1920ndatel leiti, et paastumisel on positiivne mõju epilepsiahoogude leevendamisele. Vaadeldi ka muutusi veres ja ainevahetuses ning märgati, et epilepsiahood vähenesid 2-3 päevasel paastumisel, aga süsivesikuid tarbides tulid hood tagasi. Kui aga peeti rasvadest koosnevat dieeti, siis hood tagasi ei tulnud. Märgati ka, et paastumisel suurenes ketokehade tootmine maksas ning et dieet, mis sisaldas palju rasvu, aga vähe süsivesikuid, tekitas kehas sarnase metaboolse seisundi nagu paastumne. Kõrge rasvasisalduse ja madala süsivesikusisaldusega dieedile pandi nimeks ketogeenne dieet (KD) (Gano et al., 2014).

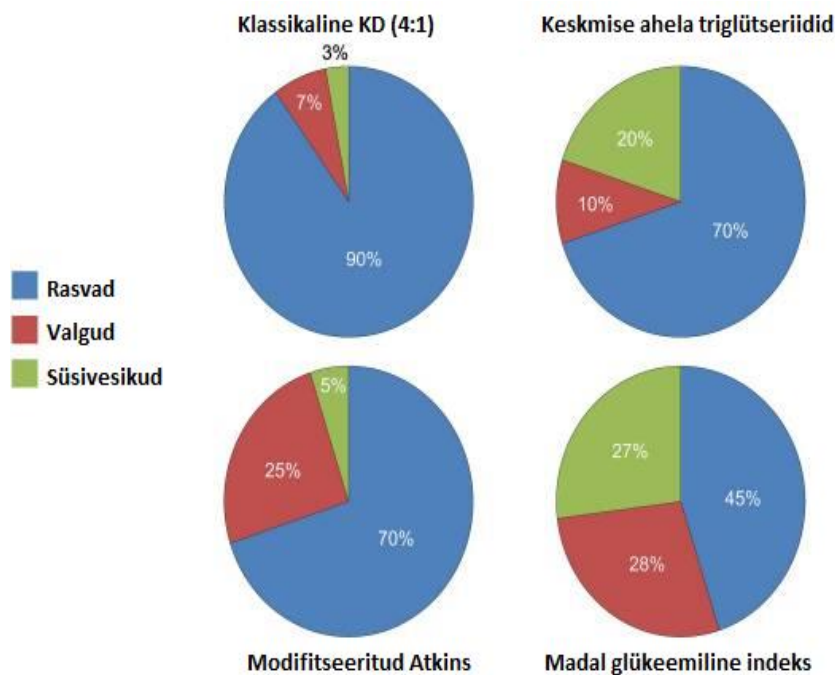
KD on kõrge rasvasisaldusega, keskmise valgusisalduse ja madala süsivesikutesisaldusega dieet. Klassikalisel KD-l saadakse ligikaudu 90% päevasest toiduenergiast rasvadest, kus rasvade suhe valkude ja süsivesikutega on 4:1 (rasvad:[valgud +süsivesikud]) Gano et al. (2014). Ketogeensel dieedil toimub ainevahetuses muutus ning keha hakkab rohkem tootma ketokehasid (Castro et al., 2018). Madala süsivesikusisaldusega dieediks saab nimetada dieeti, kus tarbitakse <200g süsivesikuid päevas, aga sellega ei kaasne metaboolseid muutuseid, mida on näha ketogeennse dieediga. Kui tarbida 50-150g süsivesikuid päevas, siis saab ka seda nimetada madala süsivesikusisaldusega dieediks, aga ka selles vahemikus ei teki enamusel inimestel ainevahetuslike muutusi. Ainevahetuse muutuste tekkimiseks on soovitatav tarbida 20g-50g süsivesikuid päevas (Westman et al., 2007).

Erinevate maade, sealhulgas Eesti, toitumissoovituste kohaselt peaks inimese päevasest toiduenergia vajadusest vähemalt 50% katma süsivesikud. Inimorganismi ainevahetuses toimiv peamine süsivesik on glükoos. Näiteks on glükoos peamiseks energiallikaks kesknärvisüsteemile (KNS), mis ei saa kasutada rasvhappeid. Ketogeensel dieedil väheneb glükoosivarude hulk inimese kehas ja seega vajab KNS lisaks alternatiivset energiaallikat. Et energiavajadus oleks rahuldatud, asendatakse vähenenud glükoos ketokehadega, mis toodetakse maksas (Gomez-Arbelaes et al., 2017). KD puhul tõuseb ketokehade sisaldus uriinis ja veres. Ketokehade normaalsest kõrgemat taset veres nimetatakse ketoosis. Ketoos erineb potentsiaalselt eluohtlikust seisundist, milleks on ketoatsidoos. Ketoatsidoosi puhul tõuseb samuti ketokehade arv uriinis ja veres, aga nende tase on märkimisväärselt kõrgem (Włodarczyk et al., 2018). Ketokehade taseme normväärtus veres on üldiselt alla 0.5 mM ning

pikemal paastumisel võib tase tõusta 6-7,5 mM. Kontrollimata alt väljunud diabeedi puhul võib tase tõusta 25 mM (Kanikarla-Marie & Jain., 2016).

Kui muuta KD makrotoitainete jaotust või koostist, saame KD mitu versiooni. Wibisono et al. (2015) kirjeldavad oma uuringus kolme tüüpi KD-d: klassikaline KD, kõrge keskmise ahela triglütseriidide sisaldusega dieet (KAT-dieet) ja modifitseeritud Atkinsi dieet. Klassikalisel ketogeensel dieedil ja KAT-dieedil peaksid uuritavad tarbima toitaineid suhtega 3:1 kuni 4:1 (rasvad:[valgud ja süsivesikud]). Toitainete omavahelise suhte määravad inimese dieeditaluvus ja optimaalne ketoosiseisundi saavutamine, mida saab mõõta uriinis olevate ketokehade määramisega. Keskmise valkude tarbimise hulk võiks olla 1.0 g iga 1 kg kehakaalu kohta (soovitatav on 1.0-1,4 g). Multiviitamiine, D-vitamiini ja kaltsiumit peaks samuti manustama, vastavalt inimese vajadusele, järgides kindlaid juhtnööre.

Gano et al. (2014) kirjeldavad 5 erinevat KD (Joonis 1). Kuna KD rakendamine võib olla raskendatud, näiteks halbade maitseomaduste või pikaajalise kasutamise kõrvalmõjude tõttu tervisele (eriti lastel), on otsitud alternatiivseid KD variante. Peale eelmainitud klassikalise KD ja KAT-dieedi on veel olemas modifitseeritud Atkinsi dieet (MAD) ja madala glükeemilise indeksi dieet (MGID). Lõpuks on veel kirjeldatud piiratud toiduenergia tarbimist (või vahelduvat paastumist), mis on viimasel ajal kogunud populaarsust pikaealisuse uuringutel, samuti neuroloogiliste haiguste ja paljude muude seisundite uurimisel.



Joonis 1. Nelja peamise KD võrdlus. Graafikud kujutavad rasvast, valgust ja süsivesikutest tulenevat suhtelist toiduenergia hulka klassikalise KD (4:1 rasva ja süsivesikute osakaal pluss valk), KAT-dieedi, MAD-i ja madala glükeemilise indeksi dieedi puhul (Gano et al., 2014).

KAT-dieedi puhul koosneb rasva osa põhiliselt triglütseriididest, mille koosseisu kuuluvad süsinuuhela keskmise pikkusega rasvhapped. Kuna keskmise süsinuuhela pikkusega triglütseriidide tarbimine soodustab ketoosiseisundit paremini kui pika süsinuuhelaga triglütseriidid, siis võib dieet sisaldada rasvu vähem ja süsivesikuid rohkem, kui klassikaline KD. Näiteks võib lugeda KAT-dieediks dieeti, mis koosneb ~15% süsivesikutest, ~10% valkudest, 30% pika süsinuuhelaga triglütseriididest ja 40–45% keskmise süsinuuhelaga triglütseriididest.

MAD koostati selleks, et inimesed peaksid dieedist rohkem kinni, eriti täiskasvanud, ning lubab seega rohkem valku, vedelikke ning toiduenergiat tarbida: süsivesikuid kuni 10g-ni päevas lastel ja 15g täiskasvanutel (mida võib vastavalt vajadusele tõsta kuni 20-30g-ni päevas).

Glükeemilise indeksiga saab mõõta süsivesikute mõju glükoositasemele veres skaalal 0-100. MGID-i puhul võib tarbida 40-60g süsivesikuid päevas, ainsaks kriteeriumiks on, et söödud toitade glükeemiline indeks oleks <50. Tulemuseks on stabiilsem vere glükoositaseme, kuigi võrreldes klassikalise KD-ga on ketokehade hulk veres madalam.

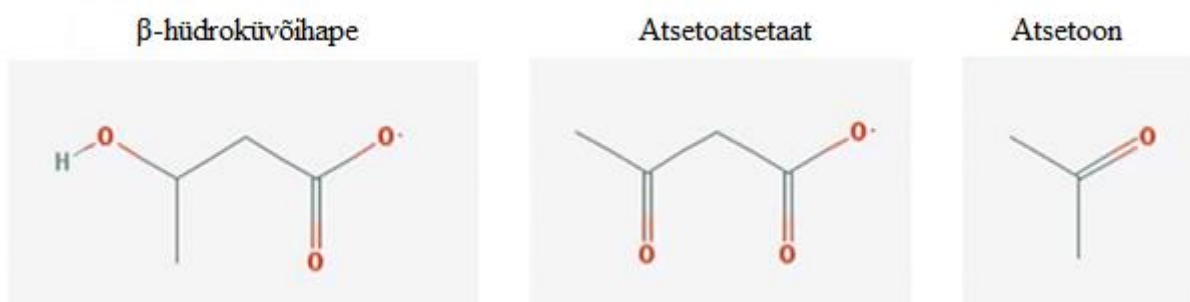
4.1.1. Erinevused ketogeense dieedi ja traditsiooniliste toitumissoovituste vahel

Kui USA-s on soovitatud jaotada makrotoitainete osakaalu täiskasvanud inimese dieedis järgmiselt: süsivesikutest 45%-65%, valkudest 10%-35% ja rasvadest 20%-35% energiast (Manore, 2005), siis Eesti toitumis- ja liikumissoovituste kohaselt peaksime saama 50-60% energiast süsivesikutest, 25-35% rasvadest ja 10-20% valkudest (Pitsi et al., 2015). Samas, kui vaatame klassikalist KD-d, siis näeme, et makrotoitainete jaotus on järgmine: süsivesikutest 3%, valkudest 7% ja rasvadest kuni 90% energiast (Gano et al., 2014)..

Teadusartiklite põhjal võime teha järelduse, milline võiks välja näha KD – näiteks Dashti et al. (2007) viisid läbi uuringu, kus uuritavad pidasid 56 nädalat KD-d, kus tarbisid <20g süsivesikuid, 80-100g valku ja lisaks anti neile vajalik kogus vitamiine ja mineraale. 12 nädala möödudes lisati dieeti veel 20g süsivesikuid. Uuritavatel soovitati koostada dieet järgnevatest toitudest: valgud - kala, kana, loomaliha, juust; juurviljad/puuviljad – spinat, baklažaan, petersell, koriander, piparmünt, artišokk, okra, kapsas, seemned, avokaado, porrulauk, porgand, redis, vesikress, seller, lillkapsas, roheline pipar, lehtsalat, kurk, tomat, 10–15 oliivi päevas, sidrun, maasikad (6 päevas), marjad (10 päevas), oliiviõli (5 supilusikatäit). Keelatud toidud - jahu, kartul, pastatooted, leib, riis, suhkur, maiustused, mesi, koogid, mahlad, karastusjoogid ja alkohol.

5. KETOGEENSE DIEEDI MÕJU AINEVAHETUSELE

Peamiselt seostatakse ketokehade tootmist nälгимisega. Kuna nälgides ei saa keha piisavalt süsivesikuid, suureneb aegamööda ketokehade produktsioon (Cahilli, 2006). Põhilisi ketokehasid on 3: atsetoatsetaat, beetahüdroksüvõihape (β OHB) ja atsetoon (Joonis 2). (Simeone et al., 2018). β OHB tase veres hakkab täiskasvanud inimesel tõusma juba 4-5 tunni möödudes ja nädala pärast on paastumise algusest juba kuni 5mM/l. Artiklis kirjeldatud nälgimise uuringus oli pärast 5-6 nädalast kontrollitud paastumist kolme uuritava β OHB tase stabiilne ja kattis nende aju energiavajadusest koos atsetoatsetaadiga 2/3. Lisaks sellele on artiklis mainitud, et aju funktsioneerib vähemalt sama hästi kui tema põhienergiaallikaks on glükoosi asemel β OHB ja atsetoatsetaat (Cahilli, 2006).



Joonis 2. Ketokehad: atsetoatsetaat, beetahüdroksüvõihape (β OHB) ja atsetoon (McDonald & Cervenka, 2018).

Huvitav on, et vastsündinud inimlapse ainevahetus on enamjaolt ketootiline. Vastsündinul võib β OHB hulk veres võib tõusta tasemeni 2-3 mM. Samuti tarbib vastsündinu aju 70%-60% kogu toodetud energiast ja poole sellest tänu β OHBle. Samasse mustrisse läheb ka fakt, et ternespiim sisaldab palju triglütseriide ja valku, kuid vähe laktoosi, mis tähendab, et vastsündinute dieet esimestel päevadel sisaldab vähe süsivesikuid. Laktoositase rinnapiimas suureneb järk-järgult esimese 2-3 päeva jooksul ja ketootiline seisund kaob. Kirjeldatud on ka juhtumeid, kus rinnapiimaga kasvanud lapsed on taibukamad kui need, kes rinnapiima saanud ei ole (Cahill, 2006).

Tänu maksas olevatele glükogeenivarudele hoitakse toidukordade vahelisel ajal glükoosi tase veres stabiilsena. Glükoosi taset veres reguleerivad insuliin ja glükagoon. Glükoos on inimese keha põhilisi energiaallikaid. Pärast süsivesikuid sisaldava toidu söömist glükoosi tase veres tõuseb, millele terve inimese kõhunääre reageerib insuliini sekretsiooni suurendamisega. Insuliin stimuleerib glükoosi transporti verest skeletilihastesse ning glükogeeni sünteesi nii skeletilihastes kui ka maksas. Seega toidu mõjul, mis sisaldab rohkelt süsivesikuid, suurenevad glükogeenivarud nii skeletilihastes kui ka maksas. Kui aga tarbida vähe (<50g) süsivesikuid, siis keha glükogeenivarud, sealhulgas maksas, vähenevad (Brouns, 2018).

Glükoneogenees, on protsess, mis seisneb glükoosi sünteesimises mittesüsivesikulistest eellastest, põhiliselt glütseroolist, laktaadist ja aminohapetest, eelkõigealaniinist ja glutamiinist. Glükoneogenees võimaldab toidusüsivesikute vähesuse korral leevendada glükoosi defitsiiti organismis, kuid keha energiavajaduse täielikuks rahuldamiseks sellest ei piisa. Arvestatavaks alternatiiviks glükoosile kui energiallikale on ketokehad, mille produktsioon organismis glükoosi taseme languse korral veres suureneb. Ketokehasid võib vaadata kui tagavarakütust hädaolukorras. Ketokehasid saavad kasutada nii aju kui ka lihased alternatiivse kütusena glükoosi asemel. Aju jaoks on see eriti oluline, kuna rasvhapped ei saa minna läbi aju ja vere vahelise barjääri, aga glükoos ja ketokehad saavad (Brouns, 2018).

6. KETOGENNE DIEET JA KEHAKAALU VÄHENDAMINE

6.1. Ketogeense dieedi mõju teist tüüpi diabeedile

Ülekaalulisus suurendab kroonilistesse haigustesse suremuse ohtu. Ülekaalulisusega võib kaasneda rasvade ladestumine lihastes, maksas ja isegi südamelihaskoes, mistõttu tõuseb insuliiniresistentsus ning oht teist tüüpi diabeedi tekkeks (Dashti et al., 2006). Dashti et al. (2007) kirjeldavad, kuidas nad uurisid 64 ülekaalulist patsienti, kelle KMI > 30 kg/m². Uuritavad jagati kahte gruppi, esimesel grupil (Grupp I, n=31) oli vere glükoositase kõrge (>6,1 mmol/l) ja teisel grupil (Grupp II, n=33) oli vere glükoositase normis. Peale ülekaalulisuse ja kõrge glükoositaseme veres ei esinenud uuritavatel muid tervisehädasid. Mõlemad grupid pidasid 56 nädalat KD-d, kus tarbisid <20g süsivesikuid, 80-100g valku ja lisaks anti neile vajalik kogus vitamiine ja mineraale. 12 nädala möödudes lisati dieeti veel 20g süsivesikuid. Peale dieedi, ei muutnud uuritavad oma elus midagi. Lisaks kehakaalu alanemisele olid uuritavatel uuringu lõpuks paranenud ka vere HDL- ja LDL-kolesterooli, triglütseriidide ning glükoosi tase (Tabel 3) (Dashti et al., 2006).

Kuna uuringus pole välja toodud kogu päevast toiduenergia tarbimise hulka, siis võib kaalulangus olla tingitud ka vähendatud toiduenergia tarbimisest. Samuti ei olnud uuringus võrdluseks toodud alternatiivset dieeti, mistõttu on raske öelda, kas KD oleks kehakaalu vähendamiseks efektiivsem, kui mõni teine dieet. Kuna kõrge vere glükoositasemega vaatealustel oli uuringu lõpuks glükoositase normaalne, võib väita, et KD-l on positiivne mõju teist tüüpi diabeedi raviks.

Tabel 3. Uuritud näitajate muutused 1. ja 56. nädala võrdluses grupis I (kõrge glükoosi tase veres) ja grupis II (normaalne glükoosi tase veres).

	I grupp (n = 31; kõrge GLÜ)		II grupp (n = 33; normaalne GLÜ)	
	1. nädal	56. nädal	1. nädal	56. Nädal
Kaal (kg)	108.1 ± 21.245	83.536 ± 18.03	105.273 ± 15.4	74.923 ± 11.384
Üldkolesterool (mmol/l)	6.755 ± 1.086	4.878 ± 0.533	5.479 ± 1.293	4.650 ± 0.495
HDL (mmol/l)	1.033 ± 0.264	1.586 ± 0.211	1.237 ± 0.270	1.621 ± 0.177
LDL (mmol/l)	5.160 ± 0.892	3.379 ± 0.608	4.030 ± 1.148	2.807 ± 0.496
TG (mmol/l)	4.681 ± 2.468	1.006 ± 0.205	1.827 ± 0.981	0.861 ± 0.179

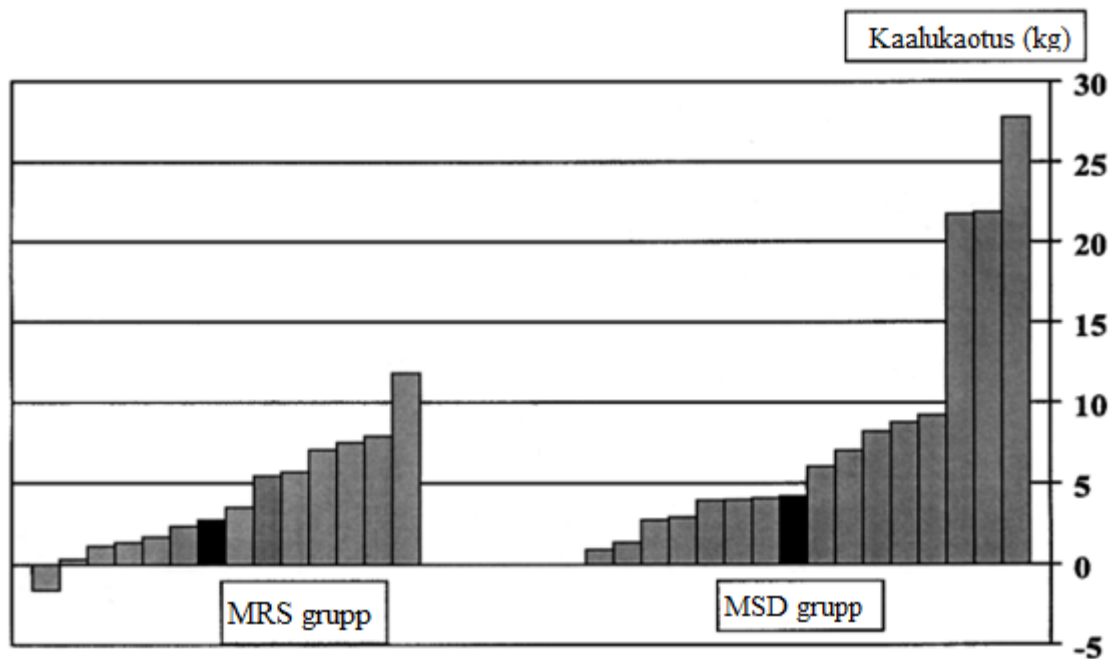
Glükoos(mmol/l)	10.481 ± 3.026	4.874 ± 0.556	5.127 ± 0.440	4.726 ± 0.529
Uurea (µmol/l)	5.778 ± 0.905	4.972 ± 1.050	5.563 ± 1.299	4.419 ± 0.743

GLÜ = glükoosi tase veres; HDL = kõrge tihedusega lipoproteiin; LDL = madala tihedusega lipoproteiin; TG = Triglütseriidid

6.2. Ketogeenne dieet ja madala rasvasisaldusega dieet

Sondike et al., (2003) viisid läbi uuringu, kus jälgiti ülekaalulisi (KMI >95 protsentiil) noorukiealisi (12-18a) 12 nädalat, eesmärgiga võrrelda madala süsivesikusisaldusega dieedi (MSD) mõju madala rasvasisaldusega dieedi (MRD) mõjuga südame-veresoonkonnale. MSDd pidasid 16 ja MRDd 14 noorukit. MSDd pidavad noorukid võisid esimesel kahel nädalal tarbida <20g süsivesikuid päevas ja <40g järgmised 10 nädalat, kusjuures rasvade, valkude ja toiduenergiapiirangud puudusid (keskmiselt 1830 ± 615 kcal/päevas). MRD puhul pidid uuritavad tarbima <30% energiast rasvadest (keskmiselt 1100 ± 297 kcal/päevas). Kõigile uuritavatele soovitati ka teha 30 min aeroobset trenni 3 korda nädalas, omal vastutusel. Kõigil MSD uuritavatel esines ketonuuria enamusel päevadel (enamikul hakkas ketonuuria tekkima kolmandal dieedipäeval) ja ühelgi MRD-uuritavatel seda ei esinenud. Vaatamata MSD-uuritavate kõrgemale keskmisele toiduenergia tarbimisele olid kõik uuritavad kaotanud vähemalt mingil määral kaalu ning keskmine kaalukaotus võrreldes MRDga oli märgatavalt suurem (Joonis 3). MRD-uuritavatel noorukitel langes vere LDL-kolesterooli tase, aga MSD-uuritavatel noorukitel mitte. MSD-l langes vere triglütseriidide tase rohkem kui MRD-l. Ühtegi märkimisväärselt halba kõrvalmõju ei täheldatud ning ükski uuritav ei jätnud uuringuid kõrvalmõjude pärast pooleli. 12 nädala lõppedes oli uuritavatel võimalus veel 12 nädalat uuringut jätkata ja 8 uuritavat MSDst ning 1 MRDst otsustasid seda teha. Ühelgi nendest 9st pole kehakaal uuesti tõusnud ning fakt, et 8/9 dieeti jätkavast uuritavast olid MSD-grupist võib vihjata sellele, et MSDd on kas lihtsam järgida või on see meeldivam.

Kuigi tulemused südame-veresoonkonna tervisele olid lühiajalisel jälgimisel head, on siiski vaja pikaajalisemaid uuringuid. Kuna uuritavatel soovitati ka teha aeroobset trenni, siis võib osa kaalulangusest olla tingitud treeningutest. Kuigi uuritavatel ei olnud piiranguid toiduenergia tarbimise hulgas, oleks võinud uuringus välja tuua mis oli keskmine toiduenergia tarbimise hulk enne uuringu algust, kuna osa kaalulangusest võib olla tingitud madalama toiduenergia tarbimise hulgast.



Joonis 3. Iga uuritava kaalukaotus uuringu vältel. Iga tulp esindab üht uuritavat, must tulp on keskmine näit (Sondike et al., 2003).

6.3. Kõrge valgusisaldusega ketogeenne dieet ja kõrge valgusisaldusega mitte-ketogeenne dieet

Makrotoitainete jaotus dieedis mõjutab oluliselt näljatunnet. On leitud, et kõrgema valgusisaldusega dieetid tekitavad rohkem täiskõhutunnet ja vähendavad näljatunnet, kui kõrge süsivesikute- või rasvasisaldusega dieetid (Johnstone et al., 2008). Vähemalt esialgu kaotavad ülekaalulised KD-d pidavad inimesed kaalu kiiremini kui normaalkaalus inimesed. Kaalukaotuse jaoks võib oluline faktor olla ka süsivesikute vähenenud tarbimise tagajärjel toimuv glükogeenivarude vähenemine, mis omakorda alandab vee hulka meie kehas. Oma uuringus võrdlesid nad kõrge valgusisalduse, madala süsivesikusisaldusega (ketogeense) dieedi (MSV) ning kõrge valgu- ja keskmise süsivesikusisaldusega (mitte-ketogeense) dieedi (KSV) mõju kehakaalu vähendamise tõhususele, 4 nädala jooksul. Mõlema dieedi energiasisaldus oli sarnane. MSV dieedis saadi energiast 38,8g valkudest, 39,2g rasvadest ja 5,5g süsivesikutest. MSV dieedis saadi energiast 38,8g valkudest, 20,8g rasvadest ja 48g süsivesikutes. Uuringu lõpuks langes MSV dieedil olevate uuritavate näljatunne rohkem kui KSV dieedil. Väiksema näljatunde tõttu langesid ka toiduenergia tarbimise hulk ja kehakaal rohkem MSV grupil võrreldes KSV grupiga (-6,34kg vs -4,35kg). Kuigi vee hulk kehas langes MSV dieedi puhul rohkem kui KSV dieedil (-0,95kg vs -0,25kg), ei olnud see

vähendatud kehakaalust siiski suurim osa. MSV-dieet langetas insuliinitaset veres ja vähendas insuliiniresistentsust rohkem kui KSV-dieet. Samuti osutus MSV-dieet efektiivsemaks vistseraalse rasva vähendajaks, mis võib olla eriti kasulik MetS-iga patsientidele. Mõlemad dieedid uuringus on normaalkaalus täiskasvanud inimese jaoks madala toiduenergia sisaldusega, millest võib järeldada, et mõlemad dieedid soodustavad kehakaalu vähendamist. Oluline vahe dieetidel tuleneb näljatunde erinevusest, kus MSV grupil oli näljatunne madalam, kui KSV grupil. Madalam näljatunne soodustab ka madalamat toiduenergia tarbimist, mis omakorda soodustab kehakaalu vähendamist ning seega on madalama süsivesikutesisaldusega dieet tõenäoliselt kehakaalu vähendamisele efektiivsem, kui kõrgema süsivesikutesisaldusega dieet (Johnstone et al., 2008).

6.4. Ketogeenne dieet ja mitte-ketogeenne dieet keha rasvamassi vähendamiseks ja lihasjõu suurendamiseks

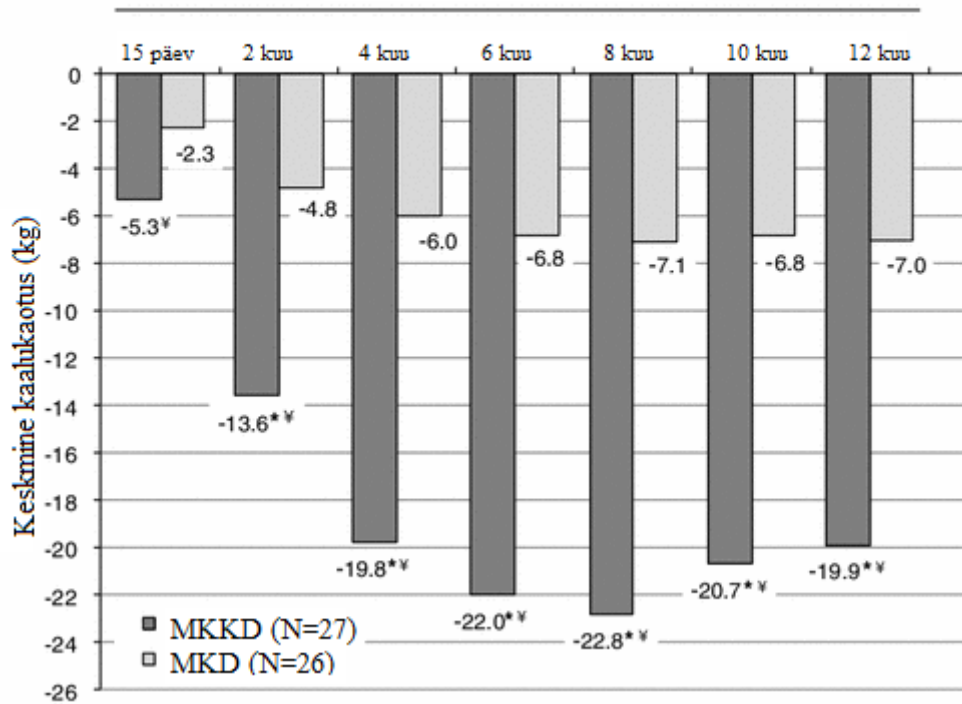
Normaalkaalus mehed, kes peavad KD-d kaotavad juba 6 nädala jooksul keha rasvamassi, mistõttu ka keha rasvavaba mass suureneb (Volek et al., 2002). Vargas et al., (2018) kirjeldavad, kuidas mõjub 8-nädalane KD pidamine juba treenitud meestele, kes teevad dieedi pidamise ajal ka jõutrenni. Uuringus jagati uuritavad kolme gruppi: I grupp pidas KD-d (makrotoitainete jaotus dieedis oli <10% süsivesikuid, 20% valgud ja 70% rasvad), II grupp pidas mitte ketogeenset dieeti (makrotoitainete jaotus dieedis oli 55% süsivesikuid, 20% valgud ja 25% rasvad) ja III grupp oli kontrollgrupiks. Kõigile uuringus osalejatele määrati hinnanguliselt kõrgema energia sisaldusega dieedid, kui nad päevas kulutavad. Uuringu lõpuks kaotasid I grupi uuritavad rasvamassi kehas ja vistseraalset rasvamassi, aga samal ajal säilitasid keha rasvavaba massi, kusjuures II ja III grupi uuritavatel keha rasvamassis ega vistseraalses rasvamassis muutusi ei olnud. II grupi uuritavatel oli suurenenud kehakaal ja lihasmass, I ja III grupil ei olnud nende näitajate osas muutusi. Seega, kui kombineerida KD-d jõutreeninguga, saab kaotada kogu rasvamassi kehas ja vistseraalset rasvamassi, hoides keha rasvavaba massi muutumatuna, aga lihasmassi oluliselt suurendada ei saa. Lihasmassi ja jõu suurendamiseks ei ole mõistlik KD-d pidada.

6.5. Madala toiduenergia sisaldusega ketogeenne dieet ja madala toiduenergia sisaldusega mitte-ketogeenne dieet

Moreno et al., (2014) võrdlesid oma uuringus 12 kuu jooksul kehakaalu vähendamise efektiivsust madala kaloraaziga ketogeense dieedi (MKKD) ja madala kaloraaziga mitte-ketogeense dieedi (MKD) vahel. Uuritavateks olid ülekaalulised, kuid muidu terved inimesed. MKD puhul oli eesmärgiks tekitada 27 vaatlusalusel energiadefitsiit 10% ulatuses. Nende päevane toiduenergia tarbimine oli 1400-1800 kcal/päevas (55% süsivesikud, 15-25% valgud,

25-35% rasvad). MKKD oli keerulisem ja sisaldas endas mitut faasi. Algses faasis pidid 26 uuritavat kokku 30-45 päeva jooksul tarbima 600-800 kcal/päevas, olenevalt uuritavast, ja pidid saavutama 80% neile määratud kaalulanguse eesmärgist. Pärast algset faasi võisid uuritavad tarbida 800-1500 kcal/päevas, eesmärgiga kaotada viimane 20% määratud kaalulangusest ning peale seda võisid nad tarbida 1500-2250 kcal/päevas, toitudes tervislikult. Kuigi MKKD- uuritavad pidid algselt tarbima vähem toiduenergiat kui MKD-uuritavad, siis hiljemalt 4 kuu pärast oli toiduenergia hulk mõlemal grupil sarnane. Uuringu lõpuks oli MKKD kehakaalu vähendamiseks märgatavalt efektiivsem kui traditsiooniline MKD. Juba esimese 15 päeva jooksul olid uuritavad MKKD-grupis keskmiselt kaotanud 2 korda rohkem kaalu kui MKD grupp (-5,3 kg vs -2,3 kg). 2 kuu pärast olid uuritavad MKKD grupis keskmiselt kehakaalu vähendanud 13,6 kg ja MKD grupis 4,8 kg. 12nda kuu lõpuks olid MKKD grupi näitajad -19,9 kg ja MKD grupi näitajad -7,0 kg (Joonis 4). Terve uuringu vältel ei muutunud keha rasvavaba mass oluliselt MKKD grupi. Sellest uuringust võib välja lugeda, et MKKD on efektiivne ja kiire viis kehakaalu vähendamiseks, kuid kuna uuringu alguses oli MKKD toiduenergia hulk madalam, kui MKD grupp, ei saa kindlalt väita, et kiirem kaalulangus ei tulenenud ainult madalamast toiduenergia hulgast. Uuringus on välja toodud, et MKKD-grupis uuritavad jätkasid meeeldi dieediga, aga kas põhjus oli enesetundes, dieedi meeldivuses või pigem märgatavates tulemustes, on raske öelda. Ülekaalulistel inimestel on peale edukat kehakaalu vähendamist sageli probleemiks uuesti kaalust juurde võtmine ning selle uuringu kohaselt esineb KD-I positiivne mõju kaalu languse säilitamisele ka aasta pärast dieedi pidamise algust. Esimese kahe kuu vältel ilmnes MKKD-I olnud uuritavatel ketoos ning statistiliselt olulisel määral paranesid nende vere paastu-glükoosi, HgA1c, HDL kolesterooli ja trigütseriidide tasemed. MKD-I olnud vaatlusel ketoosi ei esinenud ning vere biokeemilistes näitajates olulisi muutusi ei ilmnenu.

Kaalukaotus



Joonis 4. Kehakaalu muutused alates uuringu algusest 12 kuu jooksul. (Moreno et al., 2014)

6.6. Kehakaalu vähendamine ja näljatunne

6.6.1. Ketogeense dieedi mõju näljatunde hormonaalsele reguleerimisele

Tihti tuleneb kaalutõus ülesöömisest. Ülesöömine omakorda tuleneb näljatundest, mistõttu on kehakaalu vähendamisel oluline osa näljatunde kontrolli alla saamine. Juba eelnevalt välja toodud uuringus leidsid Johnstone et al., (2008), et madala süsivesikusisaldusega KD-uuritavatel vähenes näljatunne palju rohkem kui keskmise süsivesikusisaldusega mitteketogeensel dieedil olevatel uuritavatel. KD-uuritavatel oli keskmine β OHB tase vereplasmas 1.52 mmol/L. Gibson et al., (2014) leidsid, et inimesed, kes pidasid KD-d olid vähem näljased ning neil oli väiksem tung süüa, isegi kui nad tarbisid vähem toiduenergiat kui varem, kuigi tavalisest väiksem toiduenergiatarbimine üldjuhul suurendab ülekaalulistel inimestel isu. Siit võib järeldada, et ketoosiseisund aitab leevendada näljatunnet. Sumithran et al., (2010) leidsid, et kui 39 ülekaalulist uuritavat pidasid 8 nädalat madala toiduenergia sisaldusega dieeti ja olid ketoosis, siis kuigi tarbiti tavalisest vähem toiduenergiat, hormoon greliini (tuntakse ka kui näljahormoon) tase ei muutunud. Kui aga peale 8 nädalat hakkasid uuritavad uuesti rohkem toiduenergiat tarbima (süsivesikute hulk dieedis suurenes) ning ketoosiseisundist väljuma, siis greliini tase tõusis märgatavalt. Siit võib järeldada, et KD aitab greliinitaset hoida madalana, mille tõttu on ka näljatunne nõrgem.

6.6.2. Ketogeense dieedi mõju täiskõhutundele

Mohorko et al., (2018) uurisid, kuidas mõjub 12-nädalane KD 35 rasvunud (KMI $36,1 \pm 5.6$ kg/m²) uuritavale. Esimesel kahel nädalal pidid uuritavad järgima madala toiduenergia hulga (1200-1500 kcal päevas) dieeti, pärast teist nädalat toiduenergia piirangud puudusid, kuid dieet pidi jääma ketogeenseks. Keskmiselt koosnes uuritavate dieet 74% rasvadest, 20% valkudest ja 8% süsivesikutest. Alandmetega võrreldes oli 12 nädala lõpuks näha langust statistiliselt olulisel määral kehakaalus, näljatundes ja emotsionaalses söömisel. Tänu kaalulangusele tõusis ka kehaline suutlikkus ja kognitiivne funktsioon. Paastu-insuliinitase langes olulisel määral, paremad näitajad olid ka vere LDL kolesterooli tasemes ja leptiinitasemes, millega kaasnes ka täiskõhutunne. Uuringu esimese kahe nädala jooksul oli näha negatiivseid muutusi vere glükoosi LDL-kolesterooli, ning C-reaktiivse valgu tasemes, kuid kõik näitajad olid 8. nädalaks naasnud algsete näituste tasemele ning 8. nädalast oli näha positiivseid muutusi. KD-l on positiivne mõju täiskõhutundele, kuid uuringus puudub võrdlus alternatiivse dieediga ja ei ole ka kirjeldatud, millest koosnes uuritavate dieet enne uuringu algust, mistõttu on raske öelda, kas KD mõju täiskõhutundele on parem kui mõne teise dieedi puhul.

7. KETOGEENSE DIEEDI MÕJU METABOOLSE SÜNDROOMI KOMPONENTIDELE JA TEIST TÜÜPI DIABEEDILE

Gibas & Gibas viisid läbi uuringu, kus 10 nädala jooksul jälgiti 30 metaboolse sündroomiga täiskasvanut. Uuritavad jagati 3 gruppi, I grupp pidas KD-d ilma lisatreeninguteta, II grupp pidas standardset ameerika dieeti ilma lisatreeninguteta ning III grupis pidid uuritavad treenima 3-5 korda nädalas vähemalt 30 min, pidades standardset ameerika dieeti. Mõõdeti gruppidevahelisi erinevusi kehakaalu, keha rasvaprotsendi, KMI, HgA1c, vere triglütseriidide ja ketokehade tasemes ning puhkeoleku ainevahetuse määras. 10 nädala jooksul olid toimunud olulised muutused I grupis kehakaalu, keha rasvaprotsendi, puhkeoleku ainevahetuse määra, KMI, HgA1c ja ketokehade osas ning kõigil mõõdetavatel muutujatel olid paremad näitajad võrreldes II ja III grupi uuritavatega. Uuringu tulemused viitavad paremale insuliini- ja vere glükoositaseme regulatsioonile, mistõttu on näha märkimisväärset langust HgA1c, keha rasvamassi, kehakaalu, triglütseriidide ja KMI osas. Kuna positiivsed muutused esinesid vere triglütseriidide ja HgA1c tasemes ning kehakaalus, siis võib järeldada, et KD-l on positiivne mõju MetS-i teguritele. Kahjuks pole uuringus välja toodud ühegi grupi keskmine toiduenergia tarbimise hulk ja mainitud pole ka, kas toiduenergia hulk on sarnane kõikide gruppide vahel.

Eelmainitud uuringutes, mille koostasid Dashti et al., 2006 ja Moreno et al., (2014) pidasid uuritavad vähemalt 12 nädalat KD-d ning uuringu lõpuks oli paranenud ka vere HDL-kolesterooli, triglütseriidide ning glükoosi tase (Tabel 3). Nendest uuringutest või järeldada, et KD-l on positiivne mõju MetS-i komponentidele.

Westman et al., (2008) viisid läbi uuringu, kus 49 teist tüüpi diabeediga uuritavad jagati kahte gruppi. Mõlemad grupid pidid 24 nädala jooksul järgima toitumisjuhuseid. I grupp pidas KD-d (<20g süsivesikuid päevas, aga toiduenergia tarbimise piirangud puudusid) ja II grupp pidas madala glükeemilise indeksiga dieeti (MGID). Uuringu eesmärk oli teada saada, kas KD parandab teist tüüpi diabeeti põdevate ülekaaluliste inimeste glükeemilist tasakaalu. Uuringu lõpuks olid mõlemal grupil paremad HgA1c, kehakaalu, paastu-glükoosi ja paastu-insuliini näitajad, aga KD-l olevatel uuritavatel olid MGID-st paremad hemoglobiin A1c, kehakaalu languse ja HDL kolesterooli näitajad. Mõlemal grupil olid paremad ka nii süstoolse kui diastoolse vererõhu näitajad. KD-grupil olid paranenud 5 metaboolse sündroomi sümptomite (vööümbermõõt, triglütseriidid, HDL-kolesterool, vere glükoosi, vererõhk) näitajad, mis tõestab, et KD-l on MetS-i sümptomitele positiivne mõju. Mõlemal grupil lõpetati diabeedi

ravimid või vähendati nende annuseid, 20/21 (95,2%) KD uuritavatest võrreldes 18/29 (62,1%) uuritavatega MGIDl.

Enne eksogeense insuliiniteraapia ilmumist oli 1920ndatel diabeedi põhiliseks ravimeetodiks toidusedeli muutmine. Näiteks koosnes soovituslik dieet järgmistest toitudest: kana, loomaliha, kala, munad, või, želatiin, oliiviõli, kohv, tee, millega inimene sai ligikaudu 5% energiast süsivesikutest, 20% valkudest ja 75% rasvadest (Yancy et al., 2005). Yancy et al., (2005) läbi viidud uuringus osales 28 teist tüüpi diabeediga uuritavat, kes pidasid KD-d 16 nädalat. Uuritavad õpetati järgima KD-d (nad võisid tarbida maksimaalselt 20g süsivesikuid päevas) ning samal ajal pidid nad vähendama diabeediga seotud ravimeid kohe uuringu alguses ja vastavalt tulemustele igal järgneval nädalal. 21 vaatlusalust 28-st lõpetasid uuringu. Diabeedi ravimid jäeti ära seitsmel uuritaval, kümnel vähendati ravimeid ja neljal uuritaval ei muudetud midagi. Keskmiselt vähenes uuritavatel kehakaal 6,6% (131.4 ± 18.3 kg-st 122.7 ± 18.9 kg-ni). Samuti vähenesid statistiliselt olulisel määral seerumi triglütseriid 42% ja HgA1c langes 16%. Uuringust võib järeldada, et KD mõjus teist tüüpi diabeediga uuritavatele hästi, kuna enamusel vähendati ravimeid. Kuna KD vähendab efektiivselt glükoosi taset veres, siis peaksid sellel dieedil olevad ja diabeediravimeid võtvad patsiendid olema meditsiinilise järelevalve all. Ühtegi tõsist kõrvalmõju uuringu jooksul ei täheldatud ning ükski uuritav ei jätnud uuringut pooleli halbade kõrvalmõjude pärast.

8. KETOGEENSE DIEEDI JÄRGIMISEGA KAASNEVAD RISKID

8.1. Ketogeenne dieet ja ketoatsidoos

KD-l esineva ketoosiseisundi võib segi ajada patoloogilise ja eluohtliku ketoatsidoosi seisundiga. Ketoatsidoos võib tekkida diabeetikutel ja alkohoolikutel, kuna nende keha pH-tasakaal on äärmiselt häirunud. Ühes 4 kuud kestvas uuringus mõõdeti ketoosiseisundi taset, mõõtes ketokeha β OHB kontsentratsiooni veres. Uuringus pidasid uuritavad esimesel kolmel kuul KD-d, tarbides 600-800 kcal/päevas ning olid ketoosiseisundis 60-90 päeva. Uuritavaid oli 20, nende hulgas kõige kõrgem β OHB kontsentratsioon veres tõusis tasemeni 1,6 mmol/l. Terve uuringu vältel oli uuritavatel vere pH-tase stabiilne, olles vahemikus 7,34-7,40, kusjuures diabeetilise ketoatsidoosi jaoks peab vere pH-tase langema alla 7,30. Uuringus tuuakse veel välja, et ketoatsidoosis olevatel inimestel on keskmine vere pH-tase 7,16 ning keskmine glükoositase plasmas ja β OHB-tase veres on oluliselt kõrgemad kui KD pidavatel tervetel inimestel. Uuringu lõpuks oli keskmine kehakaalu langus -20,7 kg ja keskmine KMI langes 35,5-lt 27,8 kg/m² peale. Uuringust võib järeldada, et KD-d pidades on ebatõenäoline ketoatsidoosi seisundisse sattumine (Gomez-Arbelaes et al., 2017).

von Geijer & Ekelund (2015), kirjeldavad ühte juhtumit, kus ketoatsidoosi tõttu hospitaliseeriti 32-aastane naine, kes oli alustanud madala süsivesiku- (<20g päevas) ja kõrge rasvasisaldusega dieeti. Tal oli 10-kuune poeg, keda ta rinnapiimaga toitis, ja peale hüpertüreooosi ei esinenud tal ühtegi terviseprobleemi. 10 päeva enne haiglasse sattumist oli ta kaotanud 4 kg ja tundis ennast halvasti. Haiglasse sattudes oli tema ketokehade tase veres 7,1 mmol/l (norm väärtused jäävad 0-0,5 mmol/l). Peale glükoosi ja väikeste dooside insuliini saamist atsidoos taandus ning naine sai 3 päeva pärast haiglast välja. Kuigi see on esimene juhtum, kus KD-d saab seostada ketoatsidoosiga, võib siit järeldada, et imetavatele emadele pole KD soovitatav.

8.2. Ebatüüpilise makrotoitanete jaotusega kaasnevad ohud

Seidemann et al., (2018) uurisid seost süsivesikute tarbimise ja suremuse vahel 25 aasta jooksul USA-s ning leidsid, et suremus suureneb, kui süsivesikute tarbimine on äärmuslik (<40% energiast või >70% energiast) ning kõige tervemad inimesed saavad keskmiselt 50-55% energiast süsivesikutest. Uuringus toodi välja, et need, kes tarbisid kõige vähem süsivesikuid (<38% energiast), tarbisid ka vähe juurvilju, puuvilju, teravilju, olid keskmisest kõrgema tõenäosusega suitsetajad ning neil oli ka keskmiselt kõige suurem KMI võrreldes nendega, kes tarbisid rohkem süsivesikuid. Samuti leiti uuringus, et kui toidusedelis asendada osa süsivesikutest loomsete (lamba-, sea-, looma- ja kanaliha) valkude ja rasvadega, siis

suremus tõuseb, aga kui asendada taimsete valkude ja rasvadega, siis suremuse olulist tõusu märgata ei ole. Madala süsivesikusisaldusega dieet, kus on ka vähe taimseid rasvu ja valke võib pika aja peale tekitada kehas üldist põletikku, kiirendada vananemist ning suurendada oksüdatiivset stressi. Kuna ketogeene dieet on oma olemuselt madala süsivesikusisaldusega dieet, siis peab ettevaatlik olema ja tagama, et dieedis oleks piisavalt taimseid valke ja rasvu.

8.3. Ketogeense dieediga kaasnevad kõrvalnähud

Yannakoulia et al., (2019) kirjeldavad, et väga madala süsivesikusisaldusega dieeti pidades võivad esineda kõrvalnähud kuni 12 kuud, näiteks peavalud, iiveldus, väsimus, kõhukinnisus ja isegi juuste väljalangemine. Kuna pikaajalisi uuringuid on vähe, siis pole dieedi ohutus veel kinnitatud. Kuigi KD võib kehakaalu vähendamise eesmärgil olla hea lühiajaliselt, ei pruugi ta olla kõige parem dieet, mida pidada pikaajaliselt.

KOKKUVÕTE

Ülekaalulisus ja rasvumine on tänapäeval levinud probleem. Ülekaalulisus soodustab ka metaboolse sündroomi väljakujunemise riski. Kehakaalu vähendamiseks ja metaboolse sündroomi vältimiseks on olulisel kohal toitumine ning välja on kujundatud teatud toitumissoovitused optimaalse kehakaalu saavutamiseks. Ketogeenne dieet erineb tavapärastest toitumissoovitustest makrotoitanete jaotuse poolest (madal süsivesikutesisaldus, kõrge rasvasisaldus), aga sellegipoolest on tal positiivne mõju kehakaalu vähendamisele ja metaboolse sündroomi sümptomitele. Teaduskirjanduse analüüs näitab, et:

1. KD on kehakaalu vähendamiseks efektiivne. Madala süsivesikutesisaldusega ketogeenne dieet on kehakaalu vähendamiseks efektiivsem kui madala rasvasisaldusega mitte-ketogeenne dieet. Kõrge valgusisaldusega KD on efektiivsem kui kõrge valgusisaldusega mitte-KD. Vähese toiduenergia sisaldusega KD on kehakaalu vähendamiseks efektiivsem kui vähese toiduenergia sisaldusega mitte KD.
2. Kui kombineerida KD-d jõutreeninguga, siis on tulemuseks rasvamassi vähenemine, samuti vistseraalse rasvamassi vähenemine, kuid keha rasvavaba mass jääb muutumatuks. KD ei ole lihasmassi ja jõu suurendamiseks sobiv.
3. KD-l on positiivne mõju teist tüüpi diabeedi ravis. Arstliku järelvalve all olevad patsiendid võivad KD-d pidades sageli vähendada diabeediravimite manustamist.
4. KD-l on positiivne mõju metaboolse sündroomi komponentidele: paranevad vere HDL-kolesterooli, triglütseriidide ja glükoosi tasemed, vererõhu näitajaid ning väheneb vööümberõõt.
5. Seoses hormonaalsete muutustega vähendab KD näljatunnet ja suurendab täiskõhutunnet.
6. KD-ga kaasnevad ka mõned riskid, näiteks peavalud, iiveldus, väsimus, kõhukinnisus juuste väljalangemine ja oht ketoatsidoosi tekkeks. Seoses nende riskidega ei ole KD soovitatav imetavatele emadele.

Käesolevas bakalaureusetöös analüüsitud teaduskirjanduse artiklite kohaselt võib väita, et KD on hea alternatiiv kehakaalu vähendamiseks ning tal on positiivne mõju metaboolse sündroomi komponentidele.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Alberti K.G.M.M., Eckel Robert H., Grundy Scott M., Zimmet Paul Z., Cleeman James I., Donato Karen A., Fruchart Jean-Charles, et al. (2009). Harmonizing the Metabolic Syndrome. *Circulation*, *120*(16), 1640–1645.
2. Brouns, F. (2018). Overweight and diabetes prevention: is a low-carbohydrate–high-fat diet recommendable? *European Journal of Nutrition*, *57*(4), 1301–1312.
3. Cahill, G. F. (2006). Fuel Metabolism in Starvation. *Annual Review of Nutrition*, *26*(1), 1–22.
4. Castro, A. I., Gomez-Arbelaez, D., Crujeiras, A. B., Granero, R., Aguera, Z., Jimenez-Murcia, S., Sajoux, I., et al. (2018). Effect of A Very Low-Calorie Ketogenic Diet on Food and Alcohol Cravings, Physical and Sexual Activity, Sleep Disturbances, and Quality of Life in Obese Patients. *Nutrients*, *10*(10).
5. Chamorro-García, R., & Blumberg, B. (2014). Transgenerational effects of obesogens and the obesity epidemic. *Current Opinion in Pharmacology, Gastrointestinal • Endocrine and metabolic diseases*, *19*, 153–158.
6. Dashti, H. M., Al-Zaid, N. S., Mathew, T. C., Al-Mousawi, M., Talib, H., Asfar, S. K., & Behbahani, A. I. (2006). Long Term Effects of Ketogenic Diet in Obese Subjects with High Cholesterol Level. *Molecular and Cellular Biochemistry*, *286*(1), 1.
7. Dashti, H. M., Mathew, T. C., Khadada, M., Al-Mousawi, M., Talib, H., Asfar, S. K., Behbahani, A. I., et al. (2007). Beneficial effects of ketogenic diet in obese diabetic subjects. *Molecular and Cellular Biochemistry*, *302*(1), 249–256.
8. Dewailly, E., Blanchet, C., Lemieux, S., Sauvé, L., Gingras, S., Ayotte, P., & Holub, B. J. (2001). n–3 Fatty acids and cardiovascular disease risk factors among the Inuit of Nunavik. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *74*(4), 464–473.
9. Gano, L. B., Patel, M., & Rho, J. M. (2014). Ketogenic diets, mitochondria, and neurological diseases. *Journal of Lipid Research*, *55*(11), 2211–2228.
10. Gibas, M. K., & Gibas, K. J. (2017). Induced and controlled dietary ketosis as a regulator of obesity and metabolic syndrome pathologies. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, SI: Online Supplement - 1, *11*, S385–S390.
11. Gibson, A. A., Seimon, R. V., Lee, C. M. Y., Ayre, J., Franklin, J., Markovic, T., Caterson, I., et al. (2014). Do ketogenic diets really suppress appetite? A systematic review and meta-analysis. *Obesity Research & Clinical Practice*, *8*, 36.
12. Gomez-Arbelaez, D., Crujeiras, A. B., Castro, A. I., Goday, A., Mas-Lorenzo, A., Bellon, A., Tejera, C., et al. (2017). Acid–base safety during the course of a very low-

- calorie-ketogenic diet. *Endocrine*, 58(1), 81–90.
13. Han, T. S., & Lean, M. E. J. (2015). Metabolic syndrome. *Medicine*, 43(2), 80–87.
 14. Jensen, M. D., Ryan, D. H., Apovian, C. M., Ard, J. D., Comuzzie, A. G., Donato, K. A., Hu, F. B., et al. (2014). 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults. *Circulation*, 129(25 Suppl 2), S102–S138.
 15. Jnawali, P., Kumar, V., & Tanwar, B. (2016). Celiac disease: Overview and considerations for development of gluten-free foods. *Food Science and Human Wellness*, 5(4), 169–176.
 16. Johnstone, A. M., Horgan, G. W., Murison, S. D., Bremner, D. M., & Lobley, G. E. (2008). Effects of a high-protein ketogenic diet on hunger, appetite, and weight loss in obese men feeding ad libitum. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 44–55.
 17. Kanikarla-Marie, P., & Jain, S. K. (2016). Hyperketonemia and ketosis increase the risk of complications in type 1 diabetes. *Free radical biology & medicine*, 95, 268–277.
 18. Kaplan, H., Thompson, P. R. C., Trumble, B. C., Wann, L. S., Allam, A. H., Beheim, B., Frohlich, P. B., et al. (2017). Coronary atherosclerosis in indigenous South American Tsimane: a cross-sectional cohort study. *Lancet (London, England)*, 389(10080), 1730–1739.
 19. Manore, M. M. (2005). Exercise and the Institute of Medicine recommendations for nutrition. *Current Sports Medicine Reports*, 4(4), 193–198.
 20. McDonald, T. J. W., & Cervenka, M. C. (2018). Ketogenic Diets for Adult Neurological Disorders. *Neurotherapeutics*.
 21. Moreno, B., Bellido, D., Sajoux, I., Goday, A., Saavedra, D., Crujeiras, A. B., & Casanueva, F. F. (2014). Comparison of a very low-calorie-ketogenic diet with a standard low-calorie diet in the treatment of obesity. *Endocrine*, 47(3), 793–805.
 22. Nakamura, T., & Kuranuki, S. (2018). Nutrition—Macronutrients. R. S. Vasan & D. B. Sawyer (Toim), *Encyclopedia of Cardiovascular Research and Medicine* (1k 531–537). Oxford: Elsevier.
 23. Pitsi, et al. Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. Tervise Arengu Instituut. Tallinn, 2017
 24. Seidemann, S. B., Claggett, B., Cheng, S., Henglin, M., Shah, A., Steffen, L. M., Folsom, A. R., et al. (2018). Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *The Lancet Public Health*, 3(9), e419–e428.
 25. Simeone, T. A., Simeone, K. A., Stafstrom, C. E., & Rho, J. M. (2018). Do ketone

- bodies mediate the anti-seizure effects of the ketogenic diet? *Neuropharmacology*, 133, 233–241.
26. Smith, K. B., & Smith, M. S. (2016). Obesity Statistics. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 43(1), 121–135.
 27. Sondike, S. B., Copperman, N., & Jacobson, M. S. (2003). Effects of a low-carbohydrate diet on weight loss and cardiovascular risk factor in overweight adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 142(3), 253–258.
 28. Sumithran, P., Delbridge, E., Purcell, K., Prendergast, L., Kriketos, A., & Proietto, J. (2010). Weight-loss induced increase in plasma ghrelin is suppressed by ketosis. *Obesity Research & Clinical Practice*, 4, S40.
 29. Vargas, S., Romance, R., Petro, J. L., Bonilla, D. A., Galancho, I., Espinar, S., Kreider, R. B., et al. (2018). Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15.
 30. Westman, E. C. (2002). Is dietary carbohydrate essential for human nutrition? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(5), 951–953.
 31. Westman, E. C., Feinman, R. D., Mavropoulos, J. C., Vernon, M. C., Volek, J. S., Wortman, J. A., Yancy, W. S., et al. (2007). Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86(2), 276–284.
 32. Westman, E. C., Mavropoulos, J., Yancy, W. S., & Volek, J. S. (2003). A review of low-carbohydrate ketogenic diets. *Current Atherosclerosis Reports*, 5(6), 476–483.
 33. Westman, E. C., Yancy, W. S., Mavropoulos, J. C., Marquart, M., & McDuffie, J. R. (2008). The effect of a low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-glycemic index diet on glycemic control in type 2 diabetes mellitus. *Nutrition & Metabolism*, 5(1), 36.
 34. Wibisono, C., Rowe, N., Beavis, E., Kepreotes, H., Mackie, F. E., Lawson, J. A., & Cardamone, M. (2015). Ten-Year Single-Center Experience of the Ketogenic Diet: Factors Influencing Efficacy, Tolerability, and Compliance. *The Journal of Pediatrics*, 166(4), 1030-1036.e1.
 35. Włodarczyk, A., Wiglusz, M. S., & Cubała, W. J. (2018). Ketogenic diet for schizophrenia: Nutritional approach to antipsychotic treatment. *Medical Hypotheses*, 118, 74–77.
 36. Volek, J. S., Sharman, M. J., Love, D. M., Avery, N. G., Gómez, A. L., Scheett, T. P., & Kraemer, W. J. (2002). Body composition and hormonal responses to a carbohydrate-restricted diet. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 51(7), 864–870.
 37. von Geijer, L., & Ekelund, M. (2015). Ketoacidosis associated with low-carbohydrate

diet in a non-diabetic lactating woman: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, 9.

38. Yancy, W. S., Foy, M., Chalecki, A. M., Vernon, M. C., & Westman, E. C. (2005). A low-carbohydrate, ketogenic diet to treat type 2 diabetes. *Nutrition & Metabolism*, 2(1), 34.
39. Yannakoulia, M., Poulimeneas, D., Mamalaki, E., & Anastasiou, C. A. (2019). Dietary modifications for weight loss and weight loss maintenance. *Metabolism*.

SUMMARY

The prevalence of overweight and obesity is a growing issue in the modern world. Obesity also increases the risks of developing metabolic syndrome. Diet plays an important part in increasing weight loss and reducing the risks of developing metabolic syndrome. For achieving an optimal weight, dietary guidelines have been developed. The ketogenic diet differs from traditional guidelines because of its distribution of macronutrients (being very low in carbohydrates and high in fats), however it still has a positive effect on the reduction of bodyweight and the components of metabolic syndrome. By analyzing scientific literature we can find:

1. A ketogenic diet is effective for weight loss. A low-carbohydrate ketogenic diet is more effective for weight loss than a low-fat non-ketogenic diet. A high-protein ketogenic diet is more effective for weight loss than a high-protein non-ketogenic diet. A low energy ketogenic diet is more effective for weight loss than a low energy non-ketogenic diet.
2. Combining a ketogenic diet with strength training results in a reduction of bodyfat as well as visceral fat, while lean body mass stays unchanged. A ketogenic diet is not adequate for increasing muscle mass and strength.
3. A ketogenic diet has positive effects on type 2 diabetes. Patients under medical supervision that are on a ketogenic diet can often reduce medications for diabetes.
4. A ketogenic diet has positive effects on the components of metabolic syndrome: reducing blood HDL cholesterol, triglycerides and glucose levels while also reducing blood pressure and waist circumference.
5. A ketogenic diet reduces hunger and increases satiety due to hormonal changes.
6. Following a ketogenic diet may result in some adverse effects including headaches, nausea, fatigue, constipation, hair loss and a risk of ketoacidosis. Due to these risks a ketogenic diet is not recommended for nursing mothers.

According to the scientific articles presented in this bachelors thesis, a ketogenic diet is a good alternative for weight loss and has positive effects on the components of metabolic syndrome.

AUTORI LIHTLITSENTS

Mina, Mattias Meinart,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Ketogeense dieedi tõhusus kehakaalu vähendamisele ja mõju metaboolse sündroomi komponentidele“,

mille juhendaja on Vahur Ööpik,

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

Commonsi 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.

Mattias Meinart

13.05.2019