

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Julia Berezina

**Aeroobse treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide
tervislikule seisundile**

The impact of aerobic exercise training on type 1 diabetes patients health

Bakalaureusetöö

füsioteraapia õppekava

Juhendaja: PhD, J. Sokk

TARTU, 2020

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. 1. TÜÜPI DIABEET	4
2. 1. TÜÜPI DIABEET JA KEHALINE AKTIIVSUS	6
3. AEROOBNE TREENING	9
3.1. Kõndimine ja 1. tüüpi diabeet	9
3.2. Jooks ja 1. tüüpi diabeet	10
3.3. Ujumine ja 1. tüüpi diabeet	11
4. AEROOBSE ISELOOMUGA TREENINGU MÕJU ORGANISMILE	12
4.1. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide südame- veresoonkonna süsteemile	12
4.2. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide ivsuliinitundlikkusele	13
4.3. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide glükeemilisele kontrollile	14
4.4. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide luustikule	15
4.5. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide vaimsele seisundile	16
5. AEROOBSE ISELOOMUGA TREENING JA 1. TÜÜPI DIABEEDIHAIGE ORGANISMIS TEKKIVAD KOMPLIKATSIOONID	17
5.1. Hüpoglükeemia	17
5.1.1. Hüpoglükeemia ennetamine	18
5.2. Hüperglükeemia ja ketoatsidoos	19
5.2.1. Hüperglükeemia ja ketoatsidoosi ennetamine	20
5.3. Aeroobse iseloomuga treeningu turvalisus 1. tüüpi diabeedihaike jaoks	21
KOKKUVÕTE	22
KASUTATUD KIRJANDUS	24
SUMMARY	29

SISSEJUHATUS

Diabeet on krooniline ainevahetushaigus, mida põhjustab kõhunäärmes insuliinihormooni eritumise vähenemine või puudulikkus. Diabeedihaiigust iseloomustab pidevalt kõrgeenenud vereglükoosi tase, kuna ilma insuliinihormoonita ei suuda veres ringlev glükoos jõuda rakkudeni ning energiaks muutuda, sellepärast jääb glükoos verre ringlema. Diabeeti on kaks peamist tüüpi: 1. tüüpi diabeet ehk insuliinsõltuv diabeet ja 2. tüüpi diabeet ehk insuliinsõltumatu diabeet (American Diabetes Association, 2014).

1. tüüpi diabeet on autoimmuunhaigus, kus kõhunääre ei produtseeri insuliinihormooni. See on tingitud sellest, et diabeedihaiige organismi immuunsüsteem hävitab kõhunäärmes asuvaid insuliini produtseerivaid beetarakke (Anderson & Bluestone, 2005) ning seetõttu ei püsi diabeedihaiigel vereglükoosi tase kindlates piirides.

Kuna diabeet ei ole ravitav, aga diabeedihaiige jaoks on oluline vereglükoosi taset normilähedases piiris hoida, peab ta kogu elu insuliinihormooni süste tegema. Praegu proovitakse leida rohkem võimalusi diabeedihaiiguse kompensatsiooniks, üheks nendest on regulaarne kehaline aktiivsus (Salem et al., 2010). Kehaline aktiivsus on kättesaadav ja mitmekesine diabeedihaiiguse kompensatsiooni viis ning aeroobne treening on kõige levinum kehalise aktiivsuse vorm. Aeroobse treeningu eeliseks on see, et sellega võib tõhusalt diabeeti kontrolli all hoida ning patsiendi tervist ja kehalist võimekust parandada.

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida aeroobse treeningu mõju 1. tüüpi diabeedihaiigete tervislikule seisundile ning aeroobse treeningu nii positiivsed kui ka negatiivsed mõjud diabeedihaiige organismile välja selgitada. Antud bakalaureusetöö annab ülevaate aeroobsest treeningust, selle mõjust diabeedihaiige organismile ja diabeedihaiiguse kulule ning võimalike komplikatsioonide tekkeriski kohta. Antud bakalaureusetöö võiks olla kasulik nii 1. tüüpi diabeedihaigetele, nende lähedastele ning sissehaiiguste valdkonna füsioterapeutidele ja füsioterapia eriala üliõpilastele.

Märksõnad: 1. tüüpi diabeet, kehaline aktiivsus, aeroobne treening

Keywords: type 1 diabetes, physical activity, aerobic exercise training

1. 1. TÜÜPI DIABEET

Organismi peamine energiaallikas on glükoos, mis ringleb pidevalt veres ja tagab elutegevuseks vajalike rakufunktsioonide töö. Organismis sõltub glükoosi tase kõhunäärme ja selles asuvate beetarakkude tööst, mis produtseerivad vereglükoosile reageerivat insuliinihormooni. Tänu insuliinile saavad organismi rakud glükoosi omandada ja energiaks töödelda. Organismi saabub glükoos koos manustava toiduga või glükogenolüüsi teel organismis olevast glükogeenist, mille varud on olemas skeletilihastes ja maksas (American Diabetes Association, 2014).

Diabeet on krooniline ainevahetushaigus, mida iseloomustab kõrge vereglükoosi tase. Polüdipsia ehk haiguslik janu, polüfaagia ehk haiguslik isu ning polüuuria ehk suurenenud uriini kogus ööpäevas on kolm peamist diabeedi sümptomit, mis on haiguse algsümptomiteks (Atkinson et al., 2014). Hiljem tekib patsiendil hüperglükeemia ja kehakaalu langus.

1. tüüpi diabeet on autoimmuunhaigus, mida põhjustab kõhunäärme insuliinihormooni eritumise puudulikkus. See juhtub, kuna organismi immuunsüsteem hävitab kõhunäärmes olevaid insuliini produtseerivaid beetarakke. Organismis vastutavad beetarakud selle eest, et nad reageerivad veres glükoosi taseme tõusule ja toodavad insuliinihormooni, et hoida veres glükoosi tase kindlates piirides, mis on 3,5-6,0 mmol/l (Anderson & Bluestone, 2005). Kui beetarakud on kahjustunud, ei püsi diabeedihäigel vere glükoositase ettenähtud piirides, mis põhjustab nii ägedaid seisundeid kui ka haiguse tüsistusi. Haigusseisundid, mis võivad tekkida on ketoatsidoos, hüpo- ja hüperglükeemia, haiguse hilisemas faasis aga kardiovaskulaarsüsteemi-, eritussüsteemi haigused kui ka kuulmise- ja nägemise häired, nahalööbed ning teised (Inzucchi & Sherwin, 2012).

Vaatamata sellele, et 1. tüüpi diabeet võib olla diagnoositud igas vanuses on see enam levinud laste ja noorikite seas. Täna ei oska keegi kindlat öelda haigestumise põhjust, aga olulist rolli mängib geneetiline eelsoodumus, keskkonnategurite ning erinevate sündmuste omavaheline seos (Bluestone et al., 2016). Haigestumist võivad mõjutada varem põetud haigused, viirused, stressi olukorrad (Wang et al., 2008).

Diabeet on maailmas kiire tempoga leviv epideemia. Maailmas põevad diabeeti enam kui 220 miljonit inimest. Lisaks sellele ei tea miljonid inimesed oma diagnoosist ning veel miljonid on eeldiabeedi seisundis. Tänapäeval levib diabeet kiire tempoga arenevates riikides, kuna seal

tekkivad barjäärid õigeaegse diagnoosimise ning meditsiiniliste ressurside puudumise vahel (Inzucchi & Sherwin, 2012). Võrreldes eelmise sajandi lõpuga on maailmas diabeedihaigete arv suurenenud peaaegu kahe kordselt alla 5-aastaste laste seas (Pettersen et al., 2009) ning prognoositakse, et 2030. aastaks kehakordistub diabeedihaigete arv (Inzucchi & Sherwin, 2012). Praegu on diabeet enneaegse surma (Lumb, 2014) ning varase töövõime kaotamise üheks põhjuseks kogu maailmas (Inzucchi & Sherwin, 2012).

Diabeet ei ole ravitav, kuid seisundit on võimalik ravimite tarvitamise ja eluviisi muutmisega tõhusalt kontrollida. Diabeedihaigete elukvaliteet on ajaga paranenud ning täna on neil võimalus elada pikk ja täisväärtuslik elu (Gale, 2005). Heaks raviks ei piisa ainult insuliini süstist, mis on kohustuslik ja elukestev ravi. Kehaliselt aktiivsed diabeedihaigeted näitavad paremat haigusekulu kontrolli, mis väljendub organismi insuliinitundlikkuse paranemises, mis toimub paraku ainult regulaarse kehalise aktiivsuse mõjul (Fuchsjäger-Mayrl et al., 2002).

2. 1. TÜÜPI DIABEET JA KEHALINE AKTIIVSUS

Kehaline aktiivsus on väga oluline tervele inimesele, kellel ei esine tervise probleeme, et organism funktsioneeriks korralikult ja püsiks tervena. Kehalise aktiivsuse positiivne mõju tervisele on juba ammu teada. Kõige rohkem mõjutab kehaline aktiivsus südameveresoonkonda ja hingamissüsteemi ning ainevahetust ehk metabolismi (Lumb, 2014). Pidevalt kehaliselt aktiivsel diabeedihaiige organismis hakkab parenema nii glükoosi kui ka lipiidide ning valkude ainevahetus. Kehalise aktiivsuse ajal intensiivistub glükoosi kasutamine ning glükoosi omastamine glükogeeni varudest. Kui glükoosi ei saa kasutada, siis katehhoolamiinid epinefriin ja norepinefriin koos kortisooliga stimuleerivad lipolüüsi ehk rasvavarude lõhestumist vabadeks rasvhappeteks ning neid kasutatakse energia saamise eesmärgiks. Lisaks sellele, toimuvad diabeedihaiigel muutused lihaskoes, muutub kehaehitus ja kehakoostis, tundlikkus muutub paremaks (Codella et al., 2017). Seoses sellega, on ilmselge, et diabeedihaigete jaoks on kehaline koormus eriti tähtis, kuna diabeet on ainevahetuslik püsiv häire.

Kehalise aktiivsusega ei ole mõistlik diabeedi ravi asendada, aga kehalise aktiivsusega on võimalik saavutada haiguse kompensatsioon ja tüsistuste tekkimist või süvenemist võimalikult kauaks edasi lükata. Kõige rohkem aitab kehaline aktiivsus hoida südameveresoonkonna tervist, mille tegevus diabeedi korral kannatab sageli (Salem et al., 2010). Lisaks sellele, väheneb oluliselt risk haigestuda jämesoole vähki, rasvtõppe ning osteoporoosi (Riddell & Perkins, 2006).

Diabeedihaigete jaoks on kehaliste treeningute peamine eesmärk – saavutada parem metaboolne ja glükeemiline kontroll. On tõendatud, et kehaliselt aktiivsete inimeste glükeemiline kontroll on parem, kui nendel, kes on vähem kehaliselt aktiivsed. Kõige enam mõjub regulaarne kehaline aktiivsus laste ja noorukite glükeemilisele kontrollile, kuna nende organism on muutustele tundlikum ja vastuvõtlikum (Bernardini et al., 2004).

Bernardini et al. (2004) uuris, kuidas kehaline aktiivsus mõjub noorukite glükeemilisele kontrollile ning milline kehalise aktiivsuse viis on soodsam diabeedi haigusekulu kontrollimiseks, aga mitte raviks. Uuringus osales 91 isikut vanuses 10-18 aastat. Tähtsaks kriteeriumiks oli, et 1. tüüpi diabeedi diagnoosimisest oleks möödunud rohkem kui 6 kuud ning uuritavatel ei ole tekkinud tüsistusi ega diagnoositud kaasuvaid haigusi. Korraldati

andmehõive, kus tehti selgeks uuritavate vanus, sugu, kehamass, kehapiikkus, kehamassiindeks, diabeedi kestus ja glükeeritud hemoglobiini ehk HbA1c 6 kuu keskmised väärtused. Lisaks sellele, viidi läbi anonüümne küsitlus uuritavate kehalise aktiivsuse kohta, kui palju noored tegelevad kehalise aktiivsusega nädala jooksul ning mil viisil. Tulemuseks saadi, et nendel, kes olid kehaliselt aktiivsed nädalas 60 minutit või vähem, nendel olid HbA1c väärtused kõrgemad ehk $8,9 \pm 0,5\%$, kui nendel, kes olid rohkem kehaliselt aktiivsed ehk 120-360 minutit nädalas ning nendel olid HbA1c väärtused $8,3 \pm 0,4\%$, mis on normile lähedasemad. Kõige parimad tulemused olid nendel noortel, kes tegelesid kehalise aktiivsusega rohkem kui 360 minutit nädalas, kuna nendel olid HbA1c väärtused $8,0 \pm 0,6\%$, mis on diabeedihaiigel normide piires (Bernardini et al., 2004). Reeglina peab HbA1c väärtus tervel inimesel olema $< 7,0\%$, kusjuures diabeedihaiige puhul loetakse normiks väärtust kuni $8,0\%$ (Patino-Fernandez et al., 2010). Tulenevalt sellest, võib antud bakalaureusetöö autor öelda, et laps ja nooruk peab olema kehaliselt aktiivne vähemalt 120-360 minutit nädalas, et vereglükoosi tase normilähedases piiris hoida.

Reddy et al. (2019) uuris kehalise aktiivsuse mõju täiskasvanute organismile ning seda, kuidas muutub nende glükeemiline kontroll pärast treeningut. Uuringus osales 10 täiskasvanud isikut vanuses 33 ± 6 aastat, kellel oli 1. tüüpi diabeet diagnoositud 8-28 aastat tagasi ning HbA1c väärtus oli neil $7,4 \pm 1\%$. Uuring kestis 3 nädalat ning uuritavad jagati kome rühma: aeroobne treening, jõutreening ja kehaliselt passiivne kontrollgrupp. Uuringu ajal toimus 2 treeningut kestusega 45 minutit intensiivsusel 60-80% maksimaalsest hapnikutarbimisest ehk VO_2 max. Uuringu raames toimus uuritavate ööpäevase manustava insuliini, vereglükoosi ja toitumise monitoorimine. Tulemuseks saadi, et kahes treenivas rühmas toimus vereglükoosi taseme langus, kontrollrühmas muutusi esile ei tulnud. Seoses sellega võib väita, et kehaline aktiivsus mõjub glükeemilisele kontrollile positiivselt (Reddy et al., 2019).

Kehaliselt aktiivsetel diabeedihaigetel väheneb manustava insuliini vajadus. Organism tunneb paremini süstitavat hormooni ning vajab väiksemat insuliini annust pärast treeningut (Salem et al., 2010). Samal ajal on muutunud insuliini vajadust seotud sellega, et treenivatel diabeedihaigetel püsib vereglükoosi tase sagedamini normilähedastes piirides ja neil ei ole vaja insuliinhormooni süstida vereglükoosi korrigeerimiseks, mille tulemusena ööpäevane doseeritav annus väheneb (Dubé et al., 2005).

Antud bakalaureusetöö autori arvates on kehalise aktiivsuse suureks eeliseks selle lihtsus, kättesaadavus ja variatiivsus. Olla kehaliselt aktiivne, võtta osa erinevatest treeningutest ja järgida tervislikku eluviisi on head võimalused diabeedi kontrolli all hoidmiseks, et muuta diabeedihaike elukvaliteeti paremaks ning pikendada eluiga.

Vaatamata sellele, et regulaarse kehalise aktiivsuse kasu on tõendatud, võtavad väga vähesed diabeedihaike kehalisest treeningust osa. Vaid mõned diabeedihaike tegelevad regulaarselt spordiga, kuna on saanud innustust kuulsatelt sportlastelt, kellel on diagnoositud 1. tüüpi diabeet. Diabeeti põdevate sportlaste edu, positiivsus ja võimekus motiveerivad teisi diabeedihaike terveslikku eluviisi järgima (Lumb, 2014). Hetke seisuga on enam kui 60% 1. tüüpi diabeedihaigetest istuva eluviisiga ning nad ei tegele üldse kehalise aktiivsusega. Brazeau et al. (2008) viis läbi uuringut, mille eesmärgiks oli teada saada, miks 1. tüüpi diabeedihaike on inaktiivsed ja millised barjäärid takistavad neil oma eluviisi aktiivsemaks muuta. Uuringus osales 100 isikut, vanuses $43,5 \pm 11,6$ aastat ning 1. tüüpi diabeedi diagnoosimisest oli möödunud $23,3 \pm 13,2$ aastat. Kõik uuritavad täitsid küsimustiku, mille abil sai kindlaks teha barjääre, mis takistavad diabeedihaigetel olla kehaliselt aktiivne. Tulemusteks saadi, et istuva eluviisi peamiseks põhjusteks on see, et enamus diabeedihaigetest kardavad raske hüpoglükeemia teket, mõnedel on puudulik haiguse kontroll ning nad kardavad oma seisundi halvemaks muutumist, vähestele ei sobi töögraafik või neil on madal kehaline võimekus. Uurijate arvates võiks aga diabeedihaigete õige nõustamine ja koolitamine olukorda parandada ning diabeedihaigete eluviisi seeläbi aktiivsemaks muuta (Brazeau et al., 2008).

3. AEROOBNE TREENING

Aeroobne treening – pikaajaline madala või mõõduka intensiivsusega kehaline aktiivsus, mille käigus kasutab inimese organism hapniku ning töötavad suured lihasrühmühmad (Lumb, 2014). Kõige tähtsam treenitav lihas on südamelihhas, mis teeb treeningu ajal tööd. Südame löögisagedust ehk pulssi hoitakse kogu treeningu vältel puhkeoleku tasemest kõrgemal, seepärast nimetatakse aeroobset treeningut ka vastupidavuslikuks pingutuseks. Aeroobse treeningu käigus toodetakse organismis energiat nii süsivesikutest, glükogeenist ehk glükogenolüüsi teel saadavast energiast kui ka rasvade põletamise ehk lipolüüsi ja glükoneogeneesi teel (Riddell & Iscoe, 2006). Lisaks sellele on aeroobne treening väga mitmekesine, näiteks kuuluvad siia alla tegevused: kõndimine, jooksmine, rattasõit, ujumine, tantsimine ja palju muid tegevusi, mis vastavad eelmainitud kriteeriumitele (Romero et al., 2017).

3.1. Kõndimine ja 1. tüüpi diabeet

Kõndimine on aeroobse aktiivsuse kõige harilikum ja loomulikum viis, mida iseloomustab selle lihtsus ja kättesaadavus. Kõndimine sobib igas vanuses inimestele, sõltumata soost ning kehalisest võimekusest. Kõndimise eeliseks on see, et sellega võib tegelega nii ruumis kui ka õues, nii treeningu raames kui ka vabaajal. Kõndimist iseloomustab madal või mõõdukas intensiivsus. Praegu on populaarne ka kepikõnd, mis on oma efekti tõendatud sellega, et see on kehalise aktiivsuse kättesaadav ja turvaline viis, mis parandab aeroobset võimekust, organismis kulgevaid protsesse, tundlikkust ning tugevdab nii alajäsemete kui ka ülajäsemete ja kehatüvelihaseid (Fritz et al., 2013).

Dijk et al. (2016) uuris, kuidas igapäevane pikaajaline kõndimine muudab diabeedihaige organismis kulgevaid protsesse ning mõjub haiguskulule. Uuringus osales 10 isikut, kellel oli diagnoositud 1. tüüpi diabeet ning kes varem ei olnud regulaarselt kehalise aktiivsusega tegeleenud. Uuring kestis neli päeva ning uuritavad olid täieliku kontrolli all: toimus ööpäevase vereglükoosi taseme ning manustava insuliinihormooni koguse monitoorimine, toidupäeviku täitmine. Esimine uuringu päev oli kontrollpäev ehk kehaliselt passiivne. Selle päeva jooksul jälgiti, kuidas uuritavate organism tavaliselt toimetab, mis on nende glükoseemilise kontrolli väärtused ning kui aktiivsed nad tavaelus on. Järgmistel kolmel päeval pidid uuritavad kõndima igapäevaselt umbes 8 tundi ning läbima 40-50 kilomeetrit ühe suure sportliku ürituse raames.

Tulemusena saadi, et vaatamata sellele, et kõnnitreeningu mõjul suurenes uuritavatel ööpäevane energia ja süsivesikute tarbimine, ei olnud glükeemilised muutused oluliselt erinevad võrreldes kontrollpäevaga ehk raskemat hüpo- ega hüperglükeemia seisundit ei esinenud. Samal ajal vähendasid uuritavad manustava insuliinihormooni annust, kuna teadsid ja planeerisid oma kehalist aktiivsust (Dijk et al., 2016). Tulenevalt sellest, võib antud bakalaureusetöö autor öelda, et regulaarne kehaline aktiivsus madala kuni mõõduka intensiivsusega koos korrektse vereglükoosi kontrolli ja korrektsiooniga mõjuvad soodslalt diabeedi kulule ning vähendavad manustavat insuliini kogust ja säilitavad diabeedihaige organismi glükeemilise kontrolli.

3.2. Jooks ja 1. tüüpi diabeet

Jooks on aeroobse aktiivsuse kõrgem intensiivsuse viis, mis nõuab rohkem treenitust ja vastupidavust kui kõndimine. Vaatamata sellele võib jooksmisega alustada iga inimene, sõltumatult soost ja vanusest. Täpselt nii nagu kõndimisega, võib joosta ruumis, kasutades näiteks jooksulinti või õues. Jooksu võib jagada lühimaa- ning pikamaajooksuks ja mõlemad nõuavad harjutamist. Algajatel soovitatakse alustada just lühimaaajooksust ning jaotada distants intervallideks, kuna selline treeningu viis arendab paremini vastupidavust (Billat, 2001).

Michalak et al. (2019) tegi uuringu, mille eesmärgiks oli kontrollida jooksmise turvalisust diabeedihaigete jaoks. Uuringu raames sooritasid 80 last vanuses $13,6 \pm 2,1$ aastat, kellel oli 1. tüüpi diabeedi diagnoos Cooperi testi ehk nad jooksid 12 minuti jooksul. Testi ajal läbitud vahemaa oli 1914 ± 298 m ning kõik osalejad tegid testi ära. Testi ajal oli laste vereglükoosi tase langenud, kolmel uuritaval esines hüpoglükeemia ehk vereglükoosi tase oli langenud < 3 mmol/l, aga sümptomeid neil ei tekkinud ning mitte ühtegi uuritaval ei esinenud rasket hüpoglükeemia seisundit. Uuringu tulemusena leiti, et jooksmine on hea kehalise aktiivsuse viis diabeedihaigete jaoks, aga peab meeles pidama, et diabeedihaiguse tõttu tekkivate komplikatsioonide risk sõltub treeningu intensiivsusest ning kestvusest. Cooperi testi saab kasutada diabeedihaigete laste ning täiskasvanute puhul, et kontrollida nende aeroobset võimekust ja kehalist vormi (Michalak et al., 2019).

3.3. Ujumine ja 1. tüüpi diabeet

Ujumine on veespordiala ning aeroobse aktiivsuse viis. Ujumise mõte on läbida erinevaid distantse vees ujudes. On neli ujumisstiili: rinnuliujumine, vabaujumine, liblikujumine ning seliliujumine. Regulaarne tegelemine ujumisega nõuab rohkem pingutust võrreldes kõndimise ja jooksuga, sest sellega võib tegeleda ainult basseinis või veekogus. Ujumine sobib inimestele sõltumata vanusest, soost ja kehalisest võimekusest, aga nõuab head vatupidavust (Qadir & Zangana, 2020).

Qadir & Zangana (2020) tegid uuringu, mille eesmärgiks oli hinnata, kuidas ujumine mõjub 1. tüüpi diabeediga noormeeste glükeemilisele kontrollile. Uuringus osales 40 noormest, kes jagati kahte rühma: kontrollgrupp ning katsegrupp. Ujumise programmis osales 20 noormeest vanuses $13,45 \pm 1,46$ aastat, ülejäänud 20 noormeest vanuses $13,55 \pm 1,5$ aastat olid uuringu ajal ehk 10 nädalat kehaliselt passiivsed. Enne uuringut andsid kõik osalejad verd, et teha kindlaks HbA1c väärtust, mis oli $9,61 \pm 1,15\%$ katsegrupis ning $9,65 \pm 2,23\%$ kontrollgrupis. Sama vereanalüüsi tethi ka uuringu lõppus. Uuringu ajal tegid noormehed treeningut 2 korda nädalas ning ujusid vabastiilis. Uuring näitas, et esines oluline erinevus enne ja pärast uuringut katsegrupi HbA1c väärtuses, mis langesid, kusjuures kontrollgrupis oli see tulemus vastupidine ehk HbA1c väärtus suurenes, mis võib olla seotud sellega, et enne uuringut olid kontrollgrupi osalejad aktiivsemad kui uuringu ajal. Uuringu tulemused näitasid, et regulaarne ujumine mõjub glükeemilisele kontrollile ja glükeeritud hemoglobiini sisaldusele positiivselt (Qadir & Zangana, 2020).

4. AEROOBSE ISELOOMUGA TREENINGU MÕJU ORGANISMILE

The American Diabetes Association (2014) on rõhutanud, et täiskasvanud diabeedihai­ged peavad olema kehaliselt aktiivsed vähemalt 150 minutit nädalas ning treeningute aeg tuleks jagada vähemalt kolmele päevale nädalas, kusjuures teha rohkem kui kaks treeningu vaba päeva nädalas ei ole soovituslik. Lisaks, 1. tüüpi diabeedihai­getel tuleks eelistada aeroobse iseloomuga treeningut, mille koormus peab olema vahemikus 50-70% maksimaalsest südame löögisagedusest. Uuringuga tõestati, et 1. tüüpi diabeedihai­getele annab kõige positiivsema efekti ning põhjustab vähem komplikatsioone madala või mõõduka intensiivsusega aeroobse iseloomuga treening, mille kestvus on 1 tund või lühem (Santeusanio et al., 2003).

4.1. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide südame- veresoonekonna süsteemile

Diabeedihai­ged on riskigrupis, kuna haigestuvad tõsis­tesse südamehai­gustesse kaks korda sagedamini, võrreldes nendega, kellel diabeeti ei esine (Buse et al., 2007). Varajase diabeedihai­ge surma registreerimine südamehai­guse tõttu on neil kolm-neli korda sagedam kui tervetel inimestel. Seepärast on diabeedihai­gete jaoks oluline hoida oma südame-veresoonekond tervena ja hoolitseda selle eest (Hayes & Kriska, 2008).

Regulaarne aeroobse iseloomuga treening aitab diabeedihai­gel südame-veresoonekonna hai­guste tekkeriski vähendada ning edasi lükata tüsistuste tekkemist. Peamised muutused diabeedihai­ge südame-veresoonekonna süsteemis ei väljendu aeroobse iseloomuga treeningu ajal, vaid treeningu järgselt: ca 0,5-2 tundi peale treeningut, mis sõltub treeniva inimese kehalisest võimekusest. Aeroobse iseloomuga treeningu tulemusena tekib: vereringe intensiivistumine, vasodilatatsioon, hüpotensiivne efekt (Romero et al., 2017).

Aeroobse iseloomuga treeningu järgsel taastumis­perioodil on väljendunud kindel hemodünaamika, vererõhu näitajad alanevad ehk vererõhk normaliseerub. See protsess on seotud sellega, et toimub pikaajaline veresoonte laienemine ehk vasodilatatsioon (Halliwill et al., 2013). Treenivatel inimestel on tihti vererõhu näitajad madalamad kui treenimata inimestel, aga see ei ole organismile ohtlik. Sageli on ka nii, et diabeedihai­getel on väljendunud hüpertooniatõbi ehk kõr­genenud vererõhk ning aeroobse iseloomuga treening aitab neil vererõhu näitajaid normilähedaseks muuta (Buse et al., 2007).

Aeroobse iseloomuga treening mõjub diabeedihaigete südame-veresoonkonna süsteemile positiivselt, kuna koormuse ajal teeb müokard ehk südamelihase tööd. Südamelihase peamine ülesanne on pumbata verd, et tagada elunditele hapnikuga küllastunud veri. Aeroobse iseloomuga treeningu tõttu muutub südamelihase vastupidavamaks ehk talub suuremat koormust. Südamelihase vastupidavuse muutus on rohkem avaldanud pidevalt aeroobse iseloomuga treeningut tegeval diabeedihaiigel puhkeolekus: südamelihase suudab korraga välja pumbata suurema koguse verd, millest piisab organismi küllastamiseks hapnikuga (Fuchsjaeger-Mayrl et al., 2002). Seoses sellega väheneb inimese puhkeoleku pulss ja südamelihas ei kahjustu nii kiiresti võrreldes kõrgema puhkeoleku pulsi ja vererõhuga inimesega (Romero et al., 2017).

4.2. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide insuliinitundlikkusele

Insuliinitundlikkus on organismi metaboolne vastus insuliinihormoonile. Diabeedihaige organismi insuliinitundlikkus muutub kogu aeg ning haige vajab kas suuremat või väiksemat insuliinihormooni annust haiguse kontrolli all hoidmiseks. Insuliinitundlikkuse halvenemine ei toimu järsult, sellepärast võib esmane haiguse kontroll toimuda ilma probleemideta, kusjuures haiguse kuluga muutub raviskeem pidevalt, mis muudab haiguse ravi keerukamaks (Salem et al., 2010).

Glükoosi kättesaadavus skeletilihastele on tagatud sellega, et toimub pikaajaline vasodilatatsioon, mis kiirendab ja kergendab vereglükoosi transporti skeletilihastesse glükoosi transporterite GLUT4 valgu abil. Selleks, et GLUT4 valk koos glükoosimolekuliga saaks ilma raskusteta tsütoplastmast raku membraani läbida, on vajalik insuliinihormoon, sest insuliin stimuleerib glükoosi transporterite liikumist. Kui insuliini kontsentratsioon organismis väheneb, aeglustub glükoosi transporterite töö ning piisavat glükoosi transporti verest rakku ei toimu (Short et al., 2003). Samal ajal vajab organism aeroobse iseloomuga treeningu ajal palju energiat, sest isegi madala või mõõduka intensiivsusega aeroobne aktiivsus kiirendab metaboolseid protsesse ning organism tarbib maksimaalses koguses energiat, mida saadetakse nii vereglükoosist kui ka glükogenolüüsi teel maksast. Tänu aeroobse iseloomuga kehalisele aktiivsusele kasutatakse vereglükoosi organismis palju kiiremini (Halliwill et al., 2013).

Noortel inimestel on see muutus rohkem avaldanud kui vanematel inimestel, aga see võib olla seotud ka sellega, et vanusega hakkab organism nõrgenema ja funktsioneerima halvemini ning tundlikkus insuliinihormooni suhtes halveneb. Samas, terve inimese organismis ei toimu nii suurt tundlikkuse muutust, diabeedihaike jaoks on aga oluline insuliinihormooni suhtes tundlik olla (Short et al., 2003).

Wiesinger et al. (2001) tegi uuringu, mille eesmärgiks oli teada saada, kas regulaarne keheline aktiivsus saab parandada 1. tüüpi diabeedihaike elukvaliteeti ning millised muutused neil organismis toimuvad. Uuringus osales 23 isikut, kellel oli 1. tüüpi diabeet diagnoositud 20 ± 10 aastat tagasi ning neil ei esinenud kaasuvaid haigusi, uuritavad olid vanuses 41 ± 2 aastat. Osalejad jagati kahe rühma: 15 isikut oli katsegrupis, kes tegid 4 kuu jooksul aeroobse iseloomuga treeningut ning 8 isikut oli kontrollgrupis, kes olid kehaliselt passiivsed. Osalejad andsid vereproovi ning täitsid küsimustiku nii uuringu alguses kui ka lõpus. Uuringu tulemusena leiti, et regulaarne aeroobne tegevus parandas diabeedihaike kehalist võimekust ehk maksimaalse hapnikutarbimise näitajad kasvasid neil $27 \pm 13\%$ võrreldes uuringu algunäitudega ning uuringu jooksul vähenes uuritavatel insuliinihormooni vajadus ning kõik uuritavad pidid tegema raviskeemis korrekture, et vähendada manustavat insuliini kogust, kuna nende organismi insuliinitundlikkus paranes ning nad vajasis insuliini väiksemat annust diabeedi kontrollimiseks (Wiesinger et al., 2001). Tulenevalt sellest, võib antud bakalaureusetöö autor väita, et regulaarne aeroobse iseloomuga treening võib 1. tüüpi diabeedihaike elukvaliteeti parandada ning insuliinihormooni vajadust vähendada.

4.3. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide glükeemilisele kontrollile

Glükeemiline kontroll ja selle pidev jälgimine on väga oluline diabeedihaike jaoks, kuna sellest sõltub haiguse kompensatsiooni efektiivsus, raviskeem, tüsistuste tekkimise risk ning haige elukvaliteet ja eluiga. Glükeemiline kontroll näitab nii antud hetke glükoosi taset veres ehk P-Gluc (Anderson & Bluestone, 2005) ning kolme kuu keskmist glükeeritud hemoglobiini sisaldust ehk HbA1c (Patino-Fernandez et al., 2010).

Aeroobse iseloomuga treeningul töötab organism intensiivselt ning vaatamata insuliinihormooni kogusele organismis ja selle toimekiirusele, omastab organism veres sisaldavat glükoosi ning seetõttu langeb vereglükoosi tase veres (Halliwill et al., 2013). See on

hea kompensatsiooni võimalus nendele haigetele, kelle vereglükoosi tase on veidi kõrge, aga ei tohi unustada, et alati on vaja olla ettevaatlik ning tuleb eenetada hüperglükeemia tekkeriski (Bohn et al., 2015). Diabeedihaigetele soovitatakse aeroobse iseloomuga treeningut teha kas madala või mõõduka intensiivsusega, et ohtlike olukordi võimalikult minimeerida (Halliwill et al., 2013).

4.4. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide luustikule

On tõendatud, et 1. tüüpi diabeet mõjub diabeedihaige luustikule negatiivselt. Kuna diabeet on organismi ainevahetuslik häire, pärsib see luustiku tervist ning luu ainevahetust. Muutused luustikus hakkavad arenema juba diabeedi algstaadiumis, aga probleem kestab kogu elu. Lastel ei saa luustik kasvada ning luustuda ehk saavutada maksimaalset luutihedust, täiskasvanueas ei saa luukude uuendada ning seetõttu hakkab luukoe mass vähenema. Diabeedihaiiguse kuluga muutub luustik hõredaks ja hapraks, kuna häirub luude mineralisatsioon. Peamisteks põhjusteks peetakse diabeedihaige organismis D-vitamiini defitsiiti ning pideva hüperglükeemia tõttu kaltsiumi liigset eritumist uriiniga. Nende häirete tõttu suureneb luumurdude risk ning diabeedi tüsistusena võib areneda osteoporoos ehk luuhõrenemine (Weber & Schwartz, 2016).

Regulaarse treeninguga võib diabeedihaige saavutada hea glükeemilise kontrolli, mis mõjub luukoe ainevahetusele positiivselt (Weber & Schwartz, 2016), parandab luude mineralisatsioon ning väheneb osteoporoosi arenemise risk. Aeroobse iseloomuga treening on heaks võimaluseks, kuna luukoega seotud häirete minimeerimiseks soovitatakse regulaarselt teha oma keharaskusega treeningut. Kõndimine, jooksmine, hüppamine ja pallimängud omavad head efekti luutiheduse paranemisele (Maggio et al., 2012).

Maggio et al. (2012) uuris, kuidas regulaarne kehaline aktiivsus mõjub diabeedihaigete laste luu ainevahetusele võrreldes tervete lastega. Uuringu eesmärgiks oli teha kindlaks, kuidas regulaarse treeninguga muutub laste luude mineralisatsioon ning -tihedus. Uuringus osales 27 diabeedihaiget last ning 32 last ilma terviseprobleemideta, keskmine uuritavate vanus oli $10,5 \pm 2,5$ aastat. Osalejad jagati võrdselt kahte rühma: katsegrupp ja kontrollrühm. Kokku saadi 4 rühma, kontroll- ja katserühm diabeedihaigete lastega ning kontroll- ja katserühm tervete lastega. Uuring kestis 9 kuud ning lapsed katsegruppides tegid 90 minutit aeroobse iseloomuga treeningut 2 korda nädalas. Kehaliseks aktiivsuseks olid pallimängud, hüpped hüppenööri või aeroobika tunnid. Uuringu tulemusena saadi, et nii diabeedihaigetel kui ka tervetel lastel,

kes olid katsegrupis, ponesid luutiheduse näitajad, luude kasv intensiivistus (Maggio et al., 2012). Tulenevalt sellest, võib antud bakalaureusetöö autor väita, et 1. tüüpi diabeedihaigete jaoks on regulaarne treening oma keharaskusega väga oluline igas vanuses. Laste jaoks on tähtis, et luukude kasvaks ning muutuks tihedamaks, et tulevikus täiskasvanueas osteoporoosi ja teiste luukoe haiguste tekkeriski ennetada.

4.5. Aeroobse iseloomuga treeningu mõju 1. tüüpi diabeediga patsientide vaimsele seisundile

On tõendatud, et diabeedihaigetel on psühhosotsiaalsete probleemide tekkerisk ning depressiooni ja ärevuse väljendumine tõenäolisem, kui võrrelda tervete eakaaslastega (Lawrence et al., 2006). Fisher et al. (2015) on oma uuringuga tõendatud, et 42,1% 1. tüüpi diabeedihaigetel vanuses > 19 aastat on diagnoositud mõõdukas depressioon või emotsionaalne düsbalanss. Peamisteks stressi põhjusteks on stressirohked sündmused, diabeedi tüsistused, diabeedi kontrollimatus ning hirm haiguse ja sellega seotud komplikatsioonide suhtes (Fisher et al., 2015). Selline organismi stressi olukord mõjutab haiguse kulgu negatiivselt: tõusevad glükeemilised näitajad, tüsistused arenevad kiiremini (Bernstein et al., 2013). Seoses sellega on vaimne heaolu väga tähtis diabeedihaigete jaoks.

Alderman et al. (2016) uuringuga on tõendatud, et aeroobse iseloomuga treening parandab diabeedihaigetel vaimset heaolu, neurokognetiivset funktsiooni, seoses sellega pareneb ka mälu ja keskendumisvõime. Uuring on ka näidanud seda, et regulaarse aeroobse iseloomuga treeninguga 8 nädala jooksul on võimalik diabeedihaigete depressiooni seisundi parandada ning sümptomeid leevendada 40% võrreldes uuringu eelsete näitajatega (Alderman et al., 2016).

Käesoleva bakalaureusetöö autori arvates on aeroobse iseloomuga treeningu eeliseks see, et seda võib läbi viia rühmas ning erinevates kohtades: kas jõusaalis, kodus või õues. Treenida koos mõttekaaslastega on efektiivsem, kuna treeningul mängib rolli võistlusmoment. Lisaks sellele, võivad nii noored kui ka täiskasvanud leida endale uusi tutvavaid, luua sõprussuhteid ning jagada oma rõõme ja muresid. Tänu sellele, paraneb vaimne seisund ning suureneb sotsiaalne võrgustik, mis on oluline tegur depressiivsete mõtete vältimiseks.

5. AEROOBSE ISELOOMUGA TREENING JA 1. TÜÜPI DIABEEDIHAIGE ORGANISMIS TEKKIVAD KOMPLIKATSIOONID

Igasuguse kehalise treeningu puhul peab diabeedihaige olema ettevaatlik. Vaatamata sellele, et enamikul juhtudel toob aeroobse iseloomuga treening rohkem kasu kui kahju (Lumb, 2014), tuleb meeles pidada, et tegemist on haige inimesega ja tema organism võib reageerida ootamatult (The American Diabetes Association, 2014).

Erilist tähelepanu nõuavad diabeedihaiged, kellel esinevad südame-veresoonkonna haigused (The American Diabetes Association, 2014). Selleks, et diabeedihaige seisund ei halveneks, soovitatakse alustada treeninguid madala intensiivsusega, lühema kestusega ning koormust tuleks tõsta järk-järgult. Lisaks sellele tuleb kogu treeningu vältel diabeedihaiget jälgida ning täita arsti ettekirjutusi. Samas peab eriti ettevaatlik olema diabeedist tulenevate probleemidega nagu diabeetiline nefropaatia, neuropaatia, retinopaatia, haige halb enesetunne ja teised tervise probleemid (Weber & Schwartz, 2016).

5.1. Hüpoglükeemia

Hüpoglükeemiat iseloomustab normist oluliselt madalam glükoosi tase veres ehk alla 3,3 mmol/l (Gonder-Frederick et al., 2011), mis põhjustab järsult tekkivaid negatiivseid füsioloogilisi sümptomeid, mis on nälgjatunne, suurenenud higistamine, südamekloppimine ja peapööritus. Raskematel juhtudel võib esineda minestus, krambid ja hüpoglükeemiline kooma, mis muudab hüpoglükeemia patsientidele eluohtlikuks (Cryer, 1997).

Hüpoglükeemia tekib, kui diabeedihaige toitumine, süstitava insuliinihormooni annus ja kehaline aktiivsus ei ole tasakaalus (Dubé et al., 2005). Kõige sagedamini tekivad hüpoglükeemia episoodid ootamatu tegevuste tagajärjel nagu näiteks vahelejäädud söögikord või suurenenud kehaline aktiivsus päeva jooksul või treeningul (Gonder-Frederick et al., 2011).

Kehaline aktiivsus ning eriti aeroobne treening võib põhjustada hüpoglükeemia episoodi, kuna veres ringleva glükoosi omandamine on suurenenud töötavate skeletilihaste poolt (Lumb, 2014). Hüpoglükeemia episoodi põhjustab ka organismi verevarustuse parenemine ja

kehatemperatuuri tõus, mistõttu enne treeningut manustatud insuliinihormoon imendub kiiremini (Riddell & Iscoe, 2006).

Aeroobse iseloomuga treeningu puhul võib hüpoglükeemia tekkida nii treeningu aegselt kui ka järgselt või öösel (Salem et al., 2010). Kui diabeedihaiigel on kõrge risk hüpoglükeemia tekkeks, kuna ta ei arvestanud päevase kehalise koormuse suurenemisega, hakkab tal vereglükoosi tase aeroobse iseloomuga treeningu puhul langema 20-60 minuti jooksul pärast treeningu algust ning raske hüpoglükeemia seisund võib tekkida 2 või enama tunni jooksul pärast treeningu lõppu (Riddell & Perkins, 2006).

Hüpoglükeemia episoodid on peamine limiteeriv faktor ja põhjus, miks diabeedihaiigid ei tegele piisavalt kehalise aktiivsusega või piiravad seda (Brazeau et al., 2008; Farinha et al., 2017). Kuna hüpoglükeemia on organismile ohtlik seisund ning hüpoglükeemia sümptomid on ebameeldivad, võib diabeedihaiigel tekkida hirm ja paanika (Frier & Fisher, 2007).

5.1.1. Hüpoglükeemia ennetamine

Alustades treeningutega peab diabeedihaiige olema teadlik, mis on hüpoglükeemia, kuidas see väljendub ning mil viisil hüpoglükeemia seisundile reageerida (Santeusano et al., 2003). Lisaks sellele tuleb diabeedihaiigel uurida, mis reeglid kehtivad treeningu ajal ning mida on vaja meeles pidada (Ridell & Perkins, 2006).

Diabeedihaiige peab olema võimeline oma seisundit ise jälgima, et treeningu ajal või järgselt hüpoglükeemiat ennetada. Kõige olulisem tegevus on regulaarne vereglükoosi monitoorimine. Selleks, et hüpoglükeemia episoodi ennetada, peab diabeedihaiige vereglükoosi tase olema enne treeningut enam kui 5 mmol/l (Ridell & Perkins, 2006). Diabeedihaiige peab nii oma toitumist kui kehalist aktiivsust eelnevalt planeerima ning tulenevalt olukorrast enne treeningut kas insuliinihormooni annust vähendama, sööma süsivesikuterikast toitu (Frier & Fisher, 2007) või basaalse ehk pikaajalise toimega insuliinihormooni annust korrigeerima (Dubé et al., 2005).

Järgmiseks soovitusena on valida õige aeg treeninguks, enne treeningut manustatud insuliinihormooni toime hakkab langema umbes 2 tundi pärast viimast süstimist (Santeusano et al., 2003). Insuliinihormooni süstekohta peab valima arvestades tulevast treeningut. Peab

lähtuma sellest, mis kehaosad ja lihased saavad treeningul kõige suurema koormuse, neid piirkondi ei kasutata süstimiseks (Riddell & Iscoe, 2006).

Diabeedihaiigel ei soovitata treenida ning looduses üksi liikuda. Kõige parem viis diabeedihaigete treeninguteks on rühmatreeningud väiksetes gruppides, optimaalne liikmete arv on 4. Grupi juhendaja peab kindlasti teadma, aga ka rühma kaaslased võiksid teada diabeedihaiige diagnoosist ja ka seda, kuidas peab reageerima diabeedihaigele ohtlikus situatsioonis (Robentson et al., 2009).

5.2. Hüperglükeemia ja ketoatsidoos

Hüperglükeemiat iseloomustab normist kõrgem glükoosi tase veres ehk üle 10 mmol/l (Aronson et al., 2019). Hüperglükeemia seisundi tüüpilised sümptomid on samad, mis on diabeedihaiiguse puhul: janutunne, suur isu ja sage urineerimine, lisaks ka paevalu, väsimus ja nõrkus. Hüperglükeemia sümptomid ei teki nii järsult nagu hüpoglükeemia puhul, vaid diabeedihaiige võimekus alaneb järk-järgult (Atkinson et al., 2014).

Hüperglükeemia seisund tekib, kui insuliinihormooni tase organismis ei ole piisav. Ebapiisav insuliinihormooni tase tekib kahel põhjusel: insuliinihormooni süstitakse kas harva või süstitava insuliinihormooni annus on väike (Codella et al., 2017). Hüperglükeemia ajal ei saa organism veres ringlevat glükoosi rakkudesse transportida. Seoses sellega, jääb glükoos verre ringlema. Kuna kehalisel koormusel vajavad töötavad lihased energiat, aktiveerub organismis glükogenolüüs ehk glükogeeni lõhustamine glükoosiks ning glükoneogenees ehk glükoosi tootmine mitterahhariidsetest ühenditest. Kui organismi toimimine sõltub rasvhapetest, hakkab see tootma rohkem energiat lipiididest, selle tulemusena tekivad jääkained ehk ketokehad, mis kuhjuvad organismis. Nende protsesside tõttu süveneb treeningu ajal hüperglükeemia ning ketokehade suurenenud koguse tõttu areneb diabeedihaiige jaoks eluohtlik seisund – ketoatsidoos (American Diabetes Association, 2014; Codella et al., 2017).

Tavaliselt areneb hüperglükeemia, kui diabeedihaiige metaboolne ja glükeemiline kontroll on puudulik (Delvecchio et al., 2009), patsient tarbib liiges koguses süsivesikuterikast toitu ning tema kehaliine aktiivsus on madal või puudub (Dubé et al., 2005). Samal ajal on tõendatud, et hüperglükeemiat võib põhjustada ning süveneda liiga kõrge intensiivsusega treening ehk kui koormus muutub ekstreemseks diabeedihaiige jaoks (Aronson et al., 2019). Ekstreemsetes

tingimustes suureneb katehoolamiinide ja kortisooli tase veres, mis omakorda suurendab maksas glükoosi tootmist. Kuna insuliinihormooni on vähe või see puudub, jääb kogu toodetud glükoosi kogus verre ringlema (Codella et al., 2017). Hüperglükeemia seisund võib tekkida nii treeningu ajal kui ka treeningjärgselt (Lumb, 2014). Reaktsioonid kestavad 1-2 tundi pärast treeningu lõppu (Robertson et al., 2009) ning on õigel reageerimisel mööduvad (Delvecchio et al., 2009).

5.2.1. Hüperglükeemia ja ketoatsidoosi ennetamine

Alustades treeningutega, peab diabeedihaike kindlasti monitoorima vereglükoosi taset ning vajadusel enne treeningut vajalikke korrektsioone tegema. Treeningu ajal on hüperglükeemia tekkemise risk suurem, kui enne treeningut esineb diabeedihaiigel kõrgeenenud vereglükoosi tase või ta on söönud süsivesikuterikast toitu. Kui diabeedihaike sööb süsivesikuterikast toitu kohe pärast treeningut, mõjub see treeningu järgsele hüperglükeemiale (Robertson et al., 2009). Reeglits on, et kehalise aktiivsusega ei tohi alustada kui vereglükoosi tase on enam kui 13 mmol/l (Hornsby & Chetlin, 2005) või esineb ketouria ja ketoneemia (Robertson et al., 2009). Sellises olukorras tuleb diabeedihaiigel süstida kiiretoimeajaga insuliinihormooni ja oodata kuna see toimima hakkab (Riddell & Perkins, 2006).

Kui diabeedihaiigel tõuseb vereglükoosi tase sageli kehalise koormuse mõjul on üldiseks soovitusena suurendada enne treeningut manustava insuliinihormooni annust 1-2 ühiku võrra (Lumb, 2014). Kui hüperglükeemia on tekkinud treeningu ajal, siis treeningu vaheajal ja/või kohe pärast treeningu lõppu on vaja süstida kiiretoimeajaga insuliini ning teha korrektsioon (Robertson et al., 2009).

Hüperglükeemia ja ketoatsidoosi tekkerisk on suurem, kui diabeedihaike treenib intensiivselt hommikuti enne insuliini manustamist, kuna insuliinihormooni tase organismis on madal (Robertson et al., 2009). Üheks hüperglükeemia põhjuseks on ka võistluseelne ja -aegne stress, kuna kortisooli ja katehoolamiinide tase tõuseb ja glükoosi tootmise protsessid intensiivistuvad (Riddell & Iscoe, 2006).

5.3. Aeroobse iseloomuga treeningu turvalisus 1. tüüpi diabeedihaike jaoks

Kuna diabeedihaike kehaline aktiivsus on seotud terviseriskiga, peab ta ise muretsema oma heaolu pärast ning teadma õigetest meetmetest, kuidas tervisehäirete tekkeriske vähendada või vältida. Peamised reeglid, kuidas kehalise treeningu ajal haige organismi kontrolli all hoida on: pidev vereglükoosi monitoorimine, eelnevalt planeeritud kehaline aktiivsus ning selle viis, kestus, intensiivsus, arvestades sellega kooskõlastatud toitumise ja manustava insuliinihormooni doose (Dubé et al., 2005). Need reeglid kehtivad nii treeningu eelselt, aga ka treeningu ajal ning järgselt.

KOKKUVÕTTE

1. tüüpi diabeedi aktuaalsus kasvab iga aastaga, kuna diabeedihaigete arv maailmas suureneb pidevalt. Praeguse seisuga ei oska keegi kindlalt öelda, kas 1. tüüpi diabeedi haigestumise risk on suurenenud isikutel, kellel esineb geneetiline eelsoodumus või mängib keskkonnategurite ja erinavate sündmuste omavaheline seos olulist rolli diabeeti haigestumisel (Bluestone et al., 2016).

1.tüüpi diabeedihaigete jaoks on oluline elukestev ravi, millest peamine on insuliinihormoon süstimine. Lisaks sellele, on tõendatud, et regulaarne kehaline aktiivsus, tervislik toitumine ning nende tasakaal koos manustava insuliinihormooniga omavad tõhusat mõju diabeedihaiiguse kompensatsioonile ning aitab haigusega põhjustatud tüsistusi võimalikult kauaks edasi lükata või nende süvenemist leevendada (Dubé et al., 2005). Kuna kehaline aktiivsus on lai mõiste, siis käesolevas bakalaureusetöös käsitletakse aeroobse iseloomuga treeningu ja 1. tüüpi diabeedi vahelist seost.

Teaduskirjandusest leitud andmete põhjal on diabeedihaiiguse kompensatsioonis oluline roll aeroobse iseloomuga treeningutel ehk vastupidavuslikul pingutesel. Antud bakalaureusetöö autor andis lühiülevaate aeroobse iseloomuga treeningu mõjust 1. tüüpi diabeedi diagnoosiga patsientide tervislikule seisundile: muutused südame-veresoonkonna süsteemis, organismi insuliinitundlikkuses, glükeemilises kontrollis, luustikus ning patsiendi vaimses heaolus. Aeroobse iseloomuga treeninguga on võimalik mõjutada positiivselt kõike neid tervise parameetreid ning seeläbi diabeedihaiige elukvaliteeti parandada. Aeroobse iseloomuga treeningu eeliseks on selle kättesaadavus ja variatiivsus. Diabeedihaiged saavad tegeleda sellega igas vanuses, sõltumata soost ja kehalisest võimekusest. Enamus aeroobsete iseloomuga treeningutest ei nõua varustust või spetsiaalset treeningukohta. Aeroobse iseloomuga treeninguga võib tegeleda nii siseruumides kui ka õues, kasutades oma keharaskust.

Vaatamata aeroobse iseloomuga treeningu kasule, võivad tekkida diabeedihaiigusest põhjustatud ägedad seisundid. Seoses sellega, peab diabeedihaiige olema informeeritud võimalikest komplikatsioonidest nagu treeningu aegne ning järgne hüpo- või hüperglükeemia ja ketoatsidoos. Tulenevalt teaduskirjandusest, on selge, et praeguse seisuga ei ole diabeedihaiged piisavalt haritud selles küsimuses. Kuna igal diabeedihaiigel võivad haigusega tingitud komplikatsioonid individuaalselt väljenduda, siis teadlikus nende kohta on oluline, et

diabeedihaike ei satuks paanikasse ning suudaks õigeaegselt reageerida organismi funktsionaalsetele muutustele.

Kuna regulaarse aeroobse iseloomuga treeningu positiivne mõju 1. tüüpi diabeedihaike tervisele on tõendatud, võiks edaspidi rohkem uurida, kuidas motiveerida diabeedihaikeid olema enam kehaliselt aktiivsed. Lisaks sellele, peab diabeedihaikele tagama võimaluse rohkem teada saada diabeedi diagnoosist ning patsiendi enda organismist ja selles kulgevatest protsessidest.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Alderman B.L., Olson R.L., Brush C.J., Shors T.J. MAP training: combining meditation and aerobic exercise reduces depression and rumination while enhancing synchronized brain activity. *Transl Psychiatry*, 2016, 6(2): e726
2. Anderson M.S., Bluestone J.A. The NOD mouse: a model of immune dysregulation. *Annu Rev Immunol.*, 2005, 23: 447-485
3. Aronson R., Brown R.E., Li A., Riddell M.C. Optimal insulin correction factor in post-high-intensity exercise hyperglycemia in adults with type 1 diabetes: the fit study. *Diabetes Care*, 2019, 42(1): 10-16
4. Atkinson M.A., Eisenbarth G.S., Michels A.W. Type 1 diabetes. *Lancet*, 2014, 382: 69-82
5. Bernardini A.L., Vanelli M., Chiari G., Iovane B., Gelmetti C., et al. Adherence to physical activity in young people with type 1 diabetes. *Acta Biomed*, 2004, 75(3): 153-7
6. Bernstein C.M., Stockwell M.S., Gallagher M.P., Rosenthal S.L., Soren K.S. Mental health issues in adolescents and young adults with type 1 diabetes: prevalence and impact on glycemic control. *Clinical Pediatrics* 2013, 52(1): 10-15
7. Billat L.V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. *Sports Med*, 2001, 31(1): 13-31
8. Bluestone J.A., Herold K., Eisenbarth G. Genetics, pathogenesis and clinical interventions in type 1 diabetes. *Nature*, 2010, 464: 1293-1300
9. Bohn B., Herbst A., Pfeifer M., Krakow D., Zimny D., et al. Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with type 1 diabetes: a cross-sectional multicenter study of 18,028 patients. *Diabetes Care*, 2015, 38(8): 1536-1543

10. Brazeau A.S., Rabasa-Lhoret R., Strychar I., Mircescu H. Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 2008, 31(11): 2108-2109
11. Buse J.B., Ginsberg H.N., Bakris G.L., Clark N.G., Costa F., et al. Primary prevention of cardiovascular diseases in people with diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 2007, 30: 162-172
12. Codella R., Terruzzi I., Luzi L. Why should people with type 1 diabetes exercise regularly? *Acta Diabetologica*, 2017, 54: 615-630
13. Cryer P.E. Hypoglycemia: Pathophysiology, diagnosis, and treatment. NY, USA: Oxford University Press, 1997
14. Delvecchio M., Zecchino C., Salzano G., Faienza M.F., Cavallo L., et al. Effects of moderate-severe exercise on blood glucose in type 1 diabetic adolescents treated with insulin pump or glargine insulin. *J. Endocrinol. Invest.*, 2009, 32: 519-524
15. Dijk J.W., Eijsvogels T.M., Nyakayiru J., Hopman M.T., Thijssen D.H., et al. Glycemic control during consecutive days with prolonged walking exercise in individuals with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2016, 117: 74-81
16. Dubé M.C., Weisnagel S.J., Prud'homme D., Lavoie C. Exercise and newer insulins: how much glucose supplement to avoid hypoglycemia? *Med Sci Sports Exerc*, 2005, 37:1276-1282
17. Farinha J.B., Krause M., Rodrigues-Krause J., Reischak-Oliveira A. Exercise for type 1 diabetes mellitus management: general considerations and new directions. *Medical Hypotheses*, 2017, 104: 174-153
18. Frier B.M., Fisher M. Hypoglycemia in clinical diabetes. 2nd edition. UK: John Wiley and Sons, 2007, 309-332

19. Fritz T., Caidahl K., Krook A., Lundström P., Mishili F., et al. Effects of nordic walking on cardiovascular risk factors in overweight individuals with type 2 diabetes, impaired or normal glucose tolerance. *Diabetes Metab Res Rev*, 2013, 29(1): 25-32
20. Fuchsjäger-Mayrl G., Pleiner J., Wiesinger G.F., Sieder A.E., Quittan M., et al. Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 2002, 25: 1795-1801
21. Gale E.A. Type 1 diabetes in the young: the harvest of sorrow goes on. *Diabetologia*, 2005, 48: 1435-1438
22. Gonder-Frederick L., Nyer M., Shepard J.A., Vajda K., Clarke W. Assessing fear of hypoglycemia in children with type 1 diabetes and their parents. *Diabetes Manag (London)*, 2011, 1(6): 627-639
23. Halliwill J.R., Buck T.M., Lacewell A.N., Romero S.A. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol*, 2013, 98: 7-18
24. Hayes C., Kriska A. Role of physical activity in diabetes management and prevention. *J Am Diet Assoc*, 2008, 108(4): 19-23
25. Hornsby W.G., Chetlin R.D. Management of competitive athletes with diabetes. *Diabetes Spectrum*, 2005, 18(2): 102-107
26. Inzucchi S.E., Sherwin R.S. Type 1 diabetes mellitus. *Goldman's Cecil Medicine*, 2012, (2): 78-94
27. Lawrence J.M., Standiford D.A., Loots B., Klingensmith G.J., Williams D.E., et al. Prevalence and correlates of depressed mood among youth with diabetes: the search for diabetes in youth study. *Pediatrics*, 2006, 117(4): 1348-58
28. Lumb A. Diabetes and exercise. *Clin Med (Lond)*, 2014, 14(6): 673-676

29. Maggio A.B., Rizzoli R.R., Marchand L.M., Ferrari S., Beghetti M., et al. Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*, 2012, 44(7): 1206-11
30. Michalak A., Gawrecki A., Galczynski S., Nowaczyk J., Mianowska B., et al. Assessment of exercise capacity in children with type 1 diabetes in the cooper running test. *Int J Sports Med*, 2019, 40(02): 110-115
31. Patino-Fernandez A.M., Eidson M., Sanchez J., Delamater A.M. What do youth with type 1 diabetes know about the HbA1c test? *Child Health Care*, 2010, 38(2): 157-167
32. Qadir K.J., Zangana K.O. Effects of swimming program on glycemic control in male adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Sports Med Phys Fitness*, 2020, 60(2): 302-307
33. Reddy R., Wittenberg A., Castle J.R., Youssef J.El., Winters-Stone K. et al. Effects of aerobic and resistance exercise on glycemic control in adults with type 1 diabetes. *Can J Diabetes*, 2019, 43(6): 406-414
34. Riddell M.C., Iscoe K.E. Physical activity, sport, and pediatric diabetes. *Pediatric Diabetes*, 2006, 7: 60-70
35. Riddell M.C., Perkins B.A. Type 1 diabetes and vigorous exercise: applications of exercise physiology to patient management. *Canadian Journal of Diabetes*, 2006, (1): 63-71
36. Robertson K., Adolfsson P., Scheiner G., Hanas R., Riddell M.C. Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*, 2009, 10: 154-168
37. Romero S.A., Minson C.T., Halliwill J.R. The cardiovascular system after exercise. *J Appl Physiol (1985)*, 2017, 122(4): 925-932
38. Santeusanio F., Di Loreto C., Lucidi P., Murdolo G., De Cicco A. et al. Diabetes and exercise. *J Endocrinol Invest*, 2003, 26: 937-340

39. Salem M.A., AboElAsrar, M.A., Elbarbary, N.S., ElHilaly, R.A., Refaat, Y.M. Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 2010, 2(1): 47
40. Short K.R., Vittone J.L., Bigelow M.L., Proctor D.N., Rizza R.A., et al. Impact of aerobic exercise training on age-related changes in insulin sensitivity and muscle oxidative capacity. *Diabetes*, 2003, 52(8): 1888-1896
41. The American Diabetes Association. *Standards of medical care in diabetes*, 2014
42. Wang X., Jia S., Geoffrey R., Alemzadeh R., Ghosh S. et al. Identification of molecular signature in human type 1 diabetes mellitus using serum and functional genomics. *J Immunol*, 2008, 180(3): 1929-1937
43. Weber D.R., Schwartz G. Epidemiology of skeletal health in type 1 diabetes. *Curr Osteoporos Rep.*, 2016, 14(6): 327-336
44. Wiesinger G.F., Pleiner J., Quittan M., Fuchsjäger-Mayrl G., Crevenna R., et al. Health related quality of life in patients long-standing insulin dependent (type 1) diabetes mellitus: benefits of regular physical training. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 2001, 113(17-18): 670-675

SUMMARY

Diabetes is a chronic metabolic disease caused by a decrease of deficiency in the secretion of insulin hormone in the pancreas. Diabetes is characterized by a constant increase in blood glucose levels. There are two common types of diabetes: type 1 diabetes or insulin-dependent diabetes, and type 2 diabetes or non-insulin-dependent diabetes.

The relevance of type 1 diabetes is growing every year, because the number of people with diabetes in the world is constantly increasing. Nowadays, no one can say for sure whether the risk of developing type 1 diabetes is increased in people with a genetic predisposition, or whether the relationship between environmental factors and various events also play an important role in the development of diabetes.

Lifelong treatment is important for people with type 1 diabetes, the main part of which is injectable insulin hormone. In addition, regular physical activity, a healthy diet, and a balance with insulin hormone have been shown to be more effective in compensating for diabetic disease and to help delay or alleviate complications of the diabetes disease for as long as possible. As physical activity is a broad concept, this bachelor's thesis deals with the relationship between aerobic exercise training and type 1 diabetes.

According to the data found in the scientific literature, aerobic exercise training plays an important role in compensating for the diabetes disease. The author of this bachelor's thesis gave a brief overview of the effect of aerobic exercise training on the health status of patients with type 1 diabetes: changes in the cardiovascular system, insulin sensitivity, in glycemic control, skeleton and the patients' mental well-being. Aerobic exercise training can have a positive effect on all these health parameters and can improve the quality of life of people with diabetes. The advantage of aerobic exercise training is its availability and variability. Patients with diabetes can do it at any age, regardless of gender or physical ability. Most aerobic exercise trainings do not require an equipment or a special training area. Aerobic exercise training can be done indoors and outdoors, using only person body weight.

Despite the benefits of aerobic exercise training, it can also lead to acute conditions caused by the diabetes disease. In this regard, the diabetic patient should be informed of possible complications as hypo- or hyperglycemia and ketoacidosis during and after exercise. It is clear

from the scientific literature that, with the current conditions, diabetic patients are not sufficiently educated on this issue. Because each diabetic patient may have individual complications developing, awareness of them is important that diabetic patient does not panic and respond in a timely manner to changes in the body's functioning.

As the positive impact of regular aerobic exercise training on the health of type 1 diabetes have been demonstrated, more research could be done on how to motivate diabetic patients to become more physically active. In addition, the diabetic patient must be able to learn more about the diagnosis of diabetes and be informed about his or her own body and the processes that take place in it.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, *Julia Berezina* (sünnikuupäev: 10.07.1998),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose
„Aeroobse treeningu mõju 1.tüüpi diabeegida patsientide tervislikule seisundile“,
mille juhendaja on *Jelena Sock*,
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.

Julia Berezina

08.05.2020