

TARTU ÜLIKOO
SOTSIAAL- JA HARIDUSTEADUSKOND
PSÜHHOLOOGIA INSTITUUT

Kognitiivsete protsesside seotus vere glükoositasemega

Seminaritöö

Autor: Lauri Lõhmus
Juhendaja: Maria Tamm MSc

Sisukord

Sisukord	1
Lühikokkuvõte	2
1. Sissejuhatus	3
2. Probleemi senine käsitus	4
2.1 Glükoosi mõju kognitiivsetele võimetele.....	5
2.1.1 Glükoositase ja mälu	5
2.1.2 Glükoositase ja psühhomotoorne võimekus	6
2.2 Pikaajaline eritoitumine ning subjektiivne heaolu	7
3. Uurimisküsimused ning hüpoteesid	8
4. Meetodid	8
4.1 Kognitiivsete protsesside seotus vere glükoositasemega	8
4.1.1 Valim.....	8
4.1.2 Protseduur	9
4.1.3 Katseplaani.....	9
4.1.4 Katseaparatuur ning katsematerjalid	11
4.1.5 Andmetöötlus.....	13
5. Tulemused	14
5.1 Valimit puudutavate näitajate ja seisundinäitajate kirjeldus	14
5.2 Vere glükoositase ja meeleolu	16
5.3 Vere glükoositase ja väsimus	16
5.4 Ajataju.....	17
5.5 Reaktsiooniaeg	17
5.6 Vere glükoositase ja töömälu püsivus.....	17
6. Arutelu	18
Kasutatud kirjandus.....	22

Lühikokkuvõte

Käesolevas seminaritöös uuriti kognitiivsete protsesside võimalikku seotust vere glükoositasemega. Eelnevad uuringud on näidanud seost töömäluülesannete tulemuste ning vere glükoositaseme vahel. Käesoleva uuringu katseplaani on üles ehitatud eelkõige Benton *et al.* katsete põhjal ning on täiendatud teiste sarnaste uuringute analüüside eeskujul (Benton & Parker, 1998; Benton & Martin, 1999). Katses osalenud isikutel lasti kahel korral laboratoorses keskkonnas kognitiivseid ülesandeid lahendada. Mõlemale katsekorrale eelnevalt registreerisid ning osaliselt kontrollisid katseisikud oma söömiskäitumist. Katse eesmärgiks oli välja selgitada, kas madalama vere glükoositasemega lahendab isik kognitiivsed ülesanded nõrgema tulemusega ning milliseid kognitiivseid ülesandeid lahendades on tulemused kõige tundlikumad vere glükoositaseme muutusele.

Abstract

The present work "Connections between blood glucose levels and cognitive processes" is mainly concerned with possible correlations between blood glucose level and cognitive processes. Previous research has shown correlation between working memory task and blood glucose levels and the present study is based mainly on research by Benton *et al.* and has been modified with knowledge from similar, but more recent work (Benton & Parker, 1998; Benton & Martin, 1999). The test subjects took part in two separate experiment turns where they had to perform cognitive tests in a controlled environment. Before both turns they had to register and limit their food intake. The purpose of the study was to clarify if the same person will perform poorly when his or hers blood glucose level is lower. The second goal was to survey which one of the chosen cognitive tests is most sensitive to change in blood glucose level.

1. Sissejuhatus

Meta-uuringud on näidanud, et sõltumata kultuurilistest eripäradest on inimeste söömiskäitumises ning –hoiakutes midagi universaalset, mis võimaldab edasistes uuringutes teha üldistusi (Podar, 2010). Erinevate toitainete tarbimine või ka nende puudumine igapäevatoidus mõjutab meie biokeemilist tasakaalu, mis omakorda mõjutab nii teadvustatud kui ka alateadlikku käitumist (Akkermann, 2010). Ühelt poolt võime öelda, et ekstreemne nälgutamine on põhjustatud teatud psühholoogilistest häiretest, kuid on sama oluline kõneleda sellest, kuidas mõjutavad aina enam levivad dieetid neid järgivate inimeste psüühikat. Antud töö autori arvates on liiga vähe tähelepanu pööratud toitumisharjumuste tugeva muutmisega seotud võimalike psühholoogiliste muutuste uurimisele ning näeb antud uuringut ühe võimalusena läheneda probleemi lahendamisele.

Energiakulu vähenemisega, kuid toiduainete ja toitainete lihtsama kättesaadavuse tõttu on tänapäeva arenenud ühiskondades levimas ülekaalulisus. See kujutab endast probleemi nii individile ülekaalulisusega kaasnevate haiguste (suhkrutõbi, uneapnoe, tugi- ja veresoontehaigused jne.) tõttu kui ka riiklikul tasandil tervishoiukulude hüppelise suurenemise tõttu. 2012. aastal läbiviidud Eesti täiskasvanud rahvastiku tervisekäitumise uuringu alusel on ülekaalulisuse näitajaks 38,9% (Tekkel & Veideman, 2013). Samaaegselt on aina enam infokanalid küllastunud toitumissoovitustega, mis kõik pakuvad näiliselt kõige tervislikumat ning õigemat lahendust.

Vere glükoositaseme puhul on tegemist vereringes esineva suhkru tasemega, mis on rakkudele otseseks energiaallikaks ning võimeline kergesti läbima hematoentsefaalset barjääri. Glükoositaseme regulatsiooniga on seotud pankreas, maks, aju ning mitmed hormoonid. Kasutades rohkelt energiat on meie aju otseses sõltuvuses veresuhkrust, mille peamiseks allikaks on nii lihtsüsivesikud kui ka polüsahhariidid. Veresuhkru

normaaltase tervel inimesel jääb vahemikku 3,88-6,10 mmol/l (70-110mg/dl), mis võib söömisjärgselt ulatuda kuni 7,77 mmol/l (140mg/dl) kohta. Süsivesikuterikka toidu tarbimine omab otsest mõju vere glükoositasemele ning kuna aju ei ole võimeline glükoosi talletama, vajab ta pidevat sellega varustamist. Sellest tulenevalt on ajutegevus otseselt mõjutatud vere glükoositaseme kõikumisest (Feldman, Barshi, 2007).

Esmased märgatavad sümptomid esinevad üldiselt isikutel olukorras, kus vere glükoositaseme langeb alla 3,88mmol/l (70mg/dl). See näit võib indiviidide vahel varieeruda ning selle iseseisev avastamine võib olla raskendatud, sest paljudel juhtudel esinevad hüpoglükeemia sümptomid madala, kuid normaalvahemikku jääva näidu puhul. Hüpoglükeemia toime kesknärvisüsteemile toob esile koordinatsioonihäired, peavalu, hägustunud nägemise, kärsituse ning uimasuse (Benton & Owens, 1993; Donohoe & Benton, 1999; Field, 1989).

Autori eesmärgiks on alustada antud uuringuga mitmeetapilist toitumiskäitumise muutuste ning mõjude teaduspõhist registreerimist. Käesolev vere glükoositaseme ja kognitiivsete võimete registreerimise uuring on eraldiseisvalt loodud Tartu Ülikooli bakalaureuse seminaritöö mahus, kuid pikemas perspektiivis moodustab samas ka esimese etapi jätkuvast mahukamast uuringust. Lähtudes seni mitmel pool läbi viidud varasematest uuringutest ei ole küsimuse tuum mitte niivõrd selles, kas vereglükoosi taseme muutusel on mõju kognitiivsetele võimetele, vaid selles, millal see esineb, ning kui suurel määral (Feldman & Barshi, 2007).

2. Probleemi senine käsitlus

Antud uuringu ülesehituse loomisel on lähtutud siiani läbi viidud ning avaldatud uurimustöödest ja autori nägemusel on uuringu edasine arendus ainuvõimalik maailmas toimuvate samalaadsetest uuringutest ülevaadet omades. Tehnika ning sellest tulenevate mõningate teadusmetoodika põhimõtete arengu järgselt on 10-15 aastat

tagasi teostatud uuringud mõneti aegunud ning selle tõttu vajavad teatud modifikatsioonidega kordamist, mis võimaldaks järgnevatel etappidel andmete liitmist käesolevasse uuringusse.

Feldman ja Barshi (2007) on koostanud kõikehõlmava kokkuvõtte vere glükoositasest ja kognitiivseid võimeid käsitlevatest uuringutest maailmas, milles nad tõdevad, et suurem osa selles valdkonnas läbiviidud uuringutest on tehtud veresuhkru taseme probleeme omavate isikute põhjal. Seepärast ei ole nende tulemuste alusel võimalik teha üldistusi ülejäänud elanikkonna kohta ning just tavapäraste verenäitudega inimrühm on valim, mille põhjal nad loodavad näha edasisi uuringuid.

Oma töö üheks suurimaks erinevuseks seni avaldatud uuringutega võrreldes peab autor teema käsitlemise ning eri uuringute ühtseks tervikuks sidumist. Suuremal või vähemal määral on kõiki valdkondi praeguseks käsitletud eraldiseisvalt ning järgnevate alalõikude eesmärk on analüüsida neist mõningaid, mis on olulised antud uuringu eesmärke silmas pidades.

2.1 Glükoosi mõju kognitiivsetele võimetele

Glükoosi mõju inimorganismile on uuritud pika ajaperioodi jooksul ning väga laiahaardeliselt. Antud töö autori jaoks on neist kõige tähelepanuväärsemad David Bentoni osalusega läbiviidud uuringud alates 1990ndatest aastatest kuni viimase paari aastani. Tema seisukohti on võimalik leida ka paljudest viimasel ajal avaldatud artiklitest (Benton & Parker, 1998; Benton & Martin, 1999; Benton & Stevens, 2008).

2.1.1 Glükoositasest ja mälu

Benton on oma töödes enamasti uurinud seoseid vere glükoositaseme ning töömälumahu vahel juhtudel, kus patsientidel on reguleeritud glükoosi taset

söögikordade ja glükoosilahuste manustamisega. Nende katsete tulemusel on tuvastatud seos katseisikute poolt eelnevalt õpitud sõnade nõrgenenud meenutamise ning madala vereglükoositaseme vahel (Benton & Parker, 1998; Benton & Martin, 1999). Huvipakkuva uuringuna saab välja tuua ka 2012. aastal ilmunud Giles *et al.* artikli, milles esitatakse energijookides sisalduvate ainete ergastava mõju analüüs. Kõnealuses uuringus oli uuritavate ainetena eristatud kofeiin, tauriin ja glükoos ning lisaks kognitiivsete võimete testidele uuriti katsealuste meeleolu, stressitaset sülje kortisooli alusel ning südamelöökide sagedust. Glükoosi toimet puudutavad tulemused viitasid tugevamale mõjule vanemate inimeste puhul ning raskemate ülesannete täitmisel (Giles et al., 2012).

2.1.2 Glükoositaseme ja psühhomotoorne võimekus

Driesen, Cox, Gonder-Frederic ja Clarke (1995) uurisid hüpoglükeemia mõju reaktsiooni ajale insuliin-sõltuvatel diabeetikutel. Kõnealuse uuringu tulemused näitasid, et nii lihtsa reaktsiooniülesande (reageerimine spetsiifilisele visuaalsele stiimulile), kui ka valikvariandiga keerukama ülesande (mitu vastusevarianti) reaktsiooniaja registreerimisel oli madalama vere glükoositaseme (1,83-2,77mmol/l) juures ajaline muutus võrdne. Samas oli valikvariandiga katsete sooritamisel eksimuste hulk madala vere glükoositaseme juures suurem (Feldman et al. 2007).

Scholey, Harper ning Kennedy (2001) tõid oma uuringus välja tähelepaneku, et intensiivsete kognitiivsete ülesannete järel on võimalik registreerida perifeerselt määratud vere glükoositasemes langust, mis on tõenäoliselt seotud ülesande lahendamisest tingitud suurema neutraalse energiakuluga.

Analüüsides sel ajaperioodil sooritatud Bentoni (1998, 1999) katseid Tartu Ülikooli laboratoorse meditsiini professori Agu Tamme juhendamisel, jõudis autor järeldusele, et tänapäeva katsetingimused nõuavad suuremat täpsust vere glükoositaseme määramisel. Sellest tulenevalt lähtutakse katses osalejate vere glükoosi algtaseme määramisel venoosse vereproovi tulemustest. Samuti on paljude vere glükoositaseme

ja kognitiivsete võimete vahelisi seoseid uurivate katsete puhul kasutatud suhteliselt kitsalt valitud kognitiivseid võimeid analüüsivaid teste ning autori soov on laiendada ühe katseisiku peal kasutatavate katsete haaret ning selgitada samaaegselt, milline neist kõige edukamalt võimalikke muutusi väljendab.

2.2 Pikaajaline eritoitumine ning subjektiivne heaolu

Pikaajalise eritoitumise ning subjektiivse heaolu uurimise osas on lähtutud mitmest veidi erineva suunitlusega katsest, kus on analüüsitud glükoosi tarbimise mõju meeleolu kujunemisele nii lastel kui ka kognitiivsete võimete toitumisest tulenevat varieeruvust erinevate vanuserühmade puhul (Benton & Stevens, 2008; Meikle et al., 2004).

Toitumiskäitumise hindamisel ei saa kõiki muutusi seostada kindla aine tasemega organismis, vaid tuleb arvestada mitmete tegurite võimaliku koosmõjuga. Eeldades organismi biokeemiliste reaktsioonide tagajärjel muutusi käitumises, tuleb samaaegselt arvestada ka vastupidise reaktsiooniahelaga, kus isiksus, käitumismuster ja ka kultuuriruum võivad teataval määral mõjutada biokeemilisi protsesse (Podar, 2010; Giles et al., 2012).

Toitumiskäitumise hindamiseks võttis autor katse aluseks Kirsti Akkermani 2010. aasta artiklis välja toodud 48h vaatlusskeemi, kus patsient registreerib oma toitumist kahe ööpäeva jooksul. Peale seda toimub toitumise kordusvaatlus katse läbiviija poolt intervjuu vormis, mille käigus võrreldakse ülesmääratud ning fotodega salvestatud järgimist. (Akkerman et al., 2010).

3. Uurimisküsimused ning hüpoteesid

Uuringu eesmärgiks on vere glükoositaseme määramise ning kognitiivsete ülesannete tegemisega selgitada näitajate võimalikku omavahelist seotust. Erinevalt 1999.a uuringutest ei ole antud katse suunatud vaid töömälu mahu uurimisele vaid kasutusel on laiahaardelisem versioon testidest, millega saab hinnata kognitiivseid võimeid (Martin & Benton, 1999). Uuringu hüpoteesiks on, et vere madalama glükoositaseme puhul on kognitiivseid protsesse uurivate ülesannete tulemused katseisikutel nõrgemad kui vere kõrgema glükoositaseme puhul.

Lisaks sellele, et uurida kõigi uuringus osalevate katseisikute kognitiivsete protsesside võimekust kõrgema ja madalama veresuhkrutaseme juures, loodab katse läbiviija tulemuste põhjal võrrelda seoseid proportsionaalse vere glükoositaseme tõusu ja ülesannete edukuse kasvu vahel. Samamoodi annab uuring võimaluse võrrelda, kas ja mil määral avaldub võimekuse erinevus erinevate alakatsete vahel.

4. Meetodid

4.1 Kognitiivsete protsesside seotus vere glükoositasemega

4.1.1 Valim

Uuritavateks olid 30 (15 meest ja 15 naist) peamiselt Tartu Ülikoolis tudeerivat tudengit vanuses 18-34, kes kinnitasid oma huvi osaleda katses vabatahtlikena. Osalejate värbamine toimus psühholoogia eriala tudengite seas õppeprogrammi kaudu ning ülejäänute puhul akadeemiliste üliõpilasorganisatsioonide kaudu. Uuringu planeerimine ja läbiviimine olid vormikohaselt kooskõlastatud TÜ inimuuringute eetika komiteega ning kõik osalejad allkirjastasid informeeritud nõusoleku katses osalemiseks

4.1.2 Protseduur

Katseisikute vanuse valimisel on lähtunud eeldusest, et selles vanusevahemikus on kõige tõenäolisem uudsete toidukavade proovimine ning organismi hormonaalne tase on kõige regulaarsem (rasedus ning hormonaalravi välistatud), mis samuti omab mõju metabolismile. Nooremate puhul võinuks probleemiks tõusta puberteediga seonduv hormonaalne muutlikkus ning vanemas eas katseisikute puhul võinuks esineda organite alatalitlust, mis mõlemal juhul muudaks võrdlemise keerukamaks peamise vanusegrupiga (Wenk, 1989).

4.1.3 Katseplaan

Katseisikud osalesid põhikatses kahel korral – ühel juhul, mil nad olid hommikust söönud ning teisel juhul, mil nad oli selle vahele jätnud. Kontrollitud tingimuste loomiseks informeeriti katseisikuid eelnevalt sellest, et õhtune söömine pidi toimuma kella 19-20 vahel ning sellel päeval paluti vältida alkoholi tarbimist. Katse ning sellele eelneva söögikorra vahe pidi olema 8 -14 tundi (soovitavalt 10 tundi). Katses osalejad kirjeldasid oma toitumiskordasid ülesannete täitmise eel vastaval ankeedil ning peale katsete sooritamist täitsid laboris katse läbiviija juhendamisel ning eelneva toitumispäeviku põhjal detailse toitumiskava Tervise Arengu Instituudi poolt loodud elektroonilises keskkonnas *tap.nutridata.ee*, mis annab võimaluse määrata toidukorra võimalikult täpse toitainete koguse ning energiahulga.

Samuti oli soovitav täielik väljapuhkamine, et vältida väsimusest tingitud äärmuslikke erinevusi. Hommikusöögi aeg sõltus katses osalemise ajast, ideaaliks loeti ühetunnist vahet söömise ning katsete sooritamise vahel. Kõigil osalejatel paluti vältida katsehommikul tubakatoodete ning kofeiini sisaldavate ainete tarbimist, et minimeerida võimalike kõrvaliste stimulaatorite mõju katse tulemusele.

Proovikatsele saabudes anti katseisikule informeeritud nõusoleku ankeet, kus on kirjas lühidalt katse eesmärgid ning teostatavad protseduurid. Samuti oli seal selgitatud, et kuigi registreerimisel kogutakse teatud isiklike andmeid, siis tulemuste interpreteerimisel on kõigile osalejatele antud kood ning seega muudetud tulemused anonüümseks. Katses osalemise eelselt lasti katses osalejal täita veel ankeet-küsitlus „Hetkeseisundi registreerimine“, milles uuritakse, kas katseisikul esineb suhkruhaigust, toitumisprobleeme või kas nad on katse sooritamisel enda teada terved. Samuti uuriti, kas ja kuidas erineb katseeelne ettevalmistus (toitumine) nende igapäevastest harjumustest, kehamassiindeksit (kg/m^2) ning milliseks nad hindavad oma hetkelist väsimustaset.

Katseisik andis veresuhkru mõõtmise eesmärgil venoosse vereproovi Tartu Ülikooli polikliiniku ühendlabori poolt määratud kabinetis (aadressil Puusepa 1A). Vereproovi teostas Ülikooli kliiniku poolt selleks määratud ekspert. Seejärel toimusid katsed Tartu Ülikooli Eksperimentaalpsühholoogia laboris (aadressil Ravila 14A).

Eesmärgiga võrdsustada esimene ja teine katsekord, toimus katseisikute kohanemine katsetega ehk uurimusmetoodikat tutvustav eelsessioon, mille käigus lasti kõigil katses osalejatel proovida kognitiivsete testide tegemist arvutis.

Ühe ülesande kestvuseks oli arvestatud 5 -10 minutit, ühe katsekorra kogukestuseks umbes 35 minutit, millele lisandus katsele eelnenud vereproovi andmisele kulunud aeg. Katsete tulemused registreeriti läbiviija poolt arvutisse ning koondati hilisemaks analüüsiks. Peale katsete teostamist ning infoanalüüside teostamist informeeriti osalenuid katse üldistest tulemustest elektrooniliste kanalite vahendusel.

Vaatlusaluste vaimset töövõimet hinnati kognitiivsete–tajuliste ülesannete lahendamise edukuse alusel. Hetkeseisundi registreerimine ja ülesannete sooritamine toimus pärast vereproovi võtmist. Hetkeseisund määrati enne ja pärast kognitiivsete ülesannete sooritamist.

4.1.4 Katseaparatuur ning katsematerjalid

Hetkeseisundi määramine toimus järgnevalt:

- 1) *Subjektiivselt tajutava väsimuse astet* hinnati Borgi CR-10 skaala alusel (Borg 1998), kust uuritavaal paluti osutada paberil osutatud punktile tähistamiseks oma väsimusastet. Skaala ulatuseks oli „0“ (väsimus puudub) kuni „10“ (äärmiselt tugev väsimus). Visuaalse analoogskaala (VAS, Visual Analogue Scale, Monk, 1989) abil paluti katseisikul hinnata enne ja pärast kognitiivsete testide sooritamist oma meeleolu, tugevust ja energilisust kirjeldavate sõnade sobivusele viidates 100 mm joonel („äärmiselt jõuetu“ – „energiast pakatav“).
- 2) *Nägemissüsteemi ajaline lahusvõime*. Uuriti valguse vilkumise suurimat sagedust, mida inimese silm antud hetkel suudab veel eristada (Critical Flicker Frequency ehk CFF; Simonson & Brozek 1952). Katseisikul paluti vaadata juhtsilma möõteriista spetsiifilisse avasse (torusse), reguleerides samaaegselt aparaadil asetseva nupu abil avas oleva valgusdiodi vilkumissagedust. Aparaat suudab reguleerida vilkumissagedust 17-50Hz vahemikus, mille näit registreeritakse digitaalse mõõdiku alusel. Test tehti vahetult enne ja pärast kognitiivsete testide sooritamist.
- 3) *Emotsioonide kogemist ja afektiivset seisundit* registreeriti testi abil, mis mõõdab hetkel kogetavaid positiivseid ja negatiivseid emotsioone (Allik & Realo, 1997). Test on maailmas hästi levinud PANAS-X testi Eesti analoog, mis on tuletatud eesti keele emotsionaalse sõnavara põhjal. Katseisikud täitsid küsimustiku enne kognitiivsete testide sooritamist ning sellega mõõdeti emotsionaalseid kogemusi nelja negatiivse afekti skaalal (Vaenulikkus, Kurbus, Väsimus, Häbelikkus) ja kolme positiivse afekti skaalal (Rõõmsameelsus, Kannatlikkus, Meeldivus). Lisaks jagunesid vastused kahe üldisema skaala vahel (Üldine Negatiivne Afekt ja Üldine Positiivne Afekt). Katseisikutel paluti registreerida oma tunded 5-palli skaalal, kus 0 tähistas väga vähest ning 4 väga suurt määra.

Kognitiivsete ja tajuliste protsesside uurimiseks sooritasid katses osalejad järgmisi ülesandeid:

- 1) *Töömälu püsivust* mõõdeti verbaalse *2-back* ülesande abil — põhineb klassikalise *n-back* katsetüübil (Bliss & Hämäläinen, 2005), milles esitatakse arvutiekraanil tähti (500 ms) ning katses osaleja peab iga kord kokkulepitud klahvi vajutades teada andma (2500 ms jooksul), kas esitatav täht on sama või erinev kui see täht, mis esitati 2 esitust tagasi. Katse juures hinnati vastuste korrektsust ning keskmist reageerimisaega vastuse andmisel.
- 2) *Tajulisi protsesse* hinnati ajataju ülesandega, mille käigus katses osalejal tuli arvutis produtseerida klahvivajutusega intervalle, mille pikkuseks oli 3, 6 ja 9 sekundit. Intervallid esitati juhuslikus järjekorras ja iga intervalli esitati neli korda katsekorra jooksul. Arvuti ekraani keskele ilmus intervalli pikkust tähistav number ning katseisik hoidis seejärel arvutiklahvi all, kuni talle tundus, et vastav ajaintervall on möödunud. Produtseeritud intervallid kalkuleeriti ümber suhteliseks ajaliseks hinnanguks Gil & Droit-Volet (2011) eeskujul, kasutades valemit: $(\text{keskmine produtseeritud aeg} - \text{intervalli pikkus}) / \text{intervalli pikkus}$. Selline arvutus annab infot subjektiivse ajamulje suuna kohta, kus positiivse tulemuse korral on produtseeritud ajaintervallid pikemad kui etteantud intervalli pikkus (üleprodutseerimine) ja negatiivse tulemuse korral on produtseeritud ajaintervallid lühemad etteantud intervallidest (alaprodutseerimine). Lisaks leiti ka muutuse koefitsent (Coefficient of Variation) jagades standardhälbe keskmisega, mis peaks näitama ajataju ülesande soorituse täpsust ja stabiilsust (Wearden & Lejeune, 2008). Ülesanne mõõdab eelkõige sisemise taktiseadja vastavust reaalse ajakuluga, mille põhjal tekib katseisikul subjektiivne ajamulje. Ajataju mõjutajaks loetakse tähelepanu, täpsemalt selle suunamise võimet ülesandele. Üheks peamiseks tähelepanu hajutajaks produtseeritud intervalli tuletamise ülesannetel loetakse visuaalses ruumis olevale kõrvalise müra lisandumist ning selle vältimiseks antud katses summutati katseisikute kuulmine katsete sooritamise perioodiks. Lisaks seostatakse sisemise taktiseadja kiirust ka organismi erutusseisundiga – mida kõrgem on erutustase, seda kiiremini töötab

sisemine taktiseadja. Produtseeritud intervallide puhul peaks see peegelduma alaproducteeringutes. Eelnevad uuringud on näidanud, et ajataju mõjutajateks on lisaks välistele teguritele ka sisemised tegurid (Grondin, 2010).

- 3) *Reageerimiskiirust ja reageerimise pidurdamisprotsesse* mõõdeti stopp-signaali ülesandega (Logan & Cowan, 1984), mille käigus katses osalejal tuleb ülesandes reageerida teatud omadustega stiimulile ning teatud juhtudel ilmub stiimuliga koos märguanne, mis keelab katses osalejal stiimulile klahvivajutusega reageerida. Antud uuringus kasutatud ülesanne koosnes 200st stiimulist, millest 75% eeldasid katseisiku poolset reageerimist „Go“-stiimuli puhul arvutiklaviatuurile vajutamise ja 25% vajutamise vältimist. Vajutamist nõudev stiimul oli arvutiekraanile ilmuv sinine ring ning vältimiseks ilmus ringile punane keelav rist. Stiimulite vaheline intervall jäi 500ms ja 2500ms vahele. Stopp signaali viivitus esimesel korral oli 150ms ning järgnevalt sõltus katseisiku reageerimise korrektsusest. Õige tabamise korral pikenes viivituse aeg 10ms võrra ning vale tabamuse korral lühenes 10ms võrra. Soorituse analüüsimiseks antud ülesandes leiti õigete „GO“ vastuste keskmine reaktsiooniaeg (GO RT), vigade % „Go“ (GO vead) stiimuli puhul vajutamata jätmisel, „Stopp“ vigade protsent (ST vead), kus tehti viga reageerides juhul, kui ilmus keelav signaal (punane rist). Lisaks kalkuleeriti pidurdusaeg (ST RT), kus kõige viimase punase risti ilmumise viivis lahutati keskmisest reaktsiooniajast „Go“ stiimulile.

Kõik katsed viidi läbi arvutiprogrammide Matlab ning Pebl vahendusel, mis katse lõppemisel andsid analüüsiks eelkirjeldatud tulemused. Kõik osalejad sooritasid katseid samade näitajatega arvuti taga.

4.1.5 Andmetöötlus

Katsetulemusi analüüsiti SPSS andmetöötlusprogrammi abil, kasutades korduvmõõtmistega dispersioonanalüüsi (ANOVA) ning kahe erineva katsetingimuse gruppide omavahelisi tulemusi t-testi abil. Esmalt võrreldi vere glükoositaseme,

katsetingimuse ja kognitiivsete katsetulemuste erinevusi. Sõltuvateks tunnusteks olid ajahinnangud, reaktsiooniajad, *2-back* tulemused, PANAS-X alaskaalad, väsimuse hinnang Borg CR-10 skaalal, CFF tulemus, subjektiivsed enesetunde hinnangud, ajahinnangud. Omavaheliste seoste uurimiseks kasutati Pearsoni two-tailed korrelatsioonikordajat.

5. Tulemused

5.1 Valimit puudutavate näitajate ja seisundinäitajate kirjeldus

Katses osalenud isikute keskmine vere glükoositase ilma hommikusöögita katsekorral oli $5,11 \pm 0,424$ mmol/l ning hommikusöögiga katsekorral $5,52 \pm 1,473$ mmol/l. Samas oli ilma hommikusöögita katsekorral kogu 14 tunni jooksul tarbitud kcal hulk $995,23 \text{ kcal} \pm 532,84$ ning hommikusöögi järgsel katsekorral $1321,69 \text{ kcal} \pm 526,84$. Uurides täpsemalt süsivesikute kui glükoosi peamise allika osakaalu katsele eelnevates toidukordades, siis ilma hommikusöögita katsekorrale tulnud isikutel moodustasid süsivesikud $11,82\% \pm 3,99$ ning hommikusöögiga katsekorrale tulnud isikutel $11,76\% \pm 3,98$ viimase 14 tunni jooksul tarbitud toitainetest. Tarbitud toidu kogumaht ilma hommikusöögita katsekorral oli $1070,64 \text{ g} \pm 478,75$ ning hommikusöögiga katsekorral $1109,28 \text{ g} \pm 526,30$ (vaata Tabel 1.).

Järgneval leheküljel esitatud Tabel 1. toob välja kahe katsetingimuse juurest teostatud näitajate analüüs T-Testi abil. Tabelist saadud andmete alusel on esitatud antud peatükis mitmed tulemused võrdluseks.

Tabel 1. Katsetulemuste näitajad T-testi analüüsi järgselt

Näitajad	1.katsetingimus			2.katsetingimus		
	N	Mean	±SD	N	Mean	±SD
CFF eristuslävi (PRE)	30	32.73	4.53	30	32.95	4.53
CFF eristuslävi (POST)	30	32.03	4.76	30	32.13	4.40
Ebameeldiv-Meeldiv (PRE)	30	54.85	16.63	30	67.28	13.76
Nörk-Tugev (PRE)	30	48.63	18.77	30	61.66	20.89
Jõuetus-Energiline (PRE)	30	47.21	19.19	30	60.96	20.77
Väsimus (PRE)	30	2.09	1.16	30	1.52	1.15
Näljatunne (PRE)	30	2.61	1.79	30	0.22	0.35
Ebameeldiv-Meeldiv (POST)	30	50.14	16.97	30	60.77	18.24
Nörk-Tugev (POST)	30	2.50	2.42	30	2.67	2.66
Jõuetus-Energiline (POST)	30	43.84	17.34	30	57.86	21.31
Väsimus (POST)	30	5.11	0.42	30	5.52	1.47
Näljatunne (POST)	30	3.16	1.98	30	0.37	0.60
Õhtusöök (kcal)	30	995.23	532.83	30	848.93	478.53
Hommikusöök (kcal)	30	0	0	30	472.76	250.60
14h kcal	30	995.23	532.83	30	1321.69	526.84
14h tarbitud toidu kogus	30	1070.64	478.75	30	1109.28	526.30
KMI	30	23.35	3.65	30	23.35	3.65
PA1: Rõõmsameelsus	30	7.03	5.05	30	7.47	5.34
PA2: Kannatlikkus	30	10.77	5.35	30	11.87	5.80
PA3: Meeldivus	30	10.17	5.88	30	10.00	6.45
NA1: Vaenulikkus	30	0.93	2.03	30	0.97	1.56
NA2: Kurbus*	30	2.80	3.5	30	2.0	2.03
NA3: Kurnatus*	30	7.47	4.80	30	6.93	3.41
NA4: Häbelikkus	30	2.5	2.42	30	2.67	2.66
GNA: Üldine negatiivne afekt	30	7.93	5.92	30	6.60	5.11
GPA: Üldine positiivne afekt	30	19.53	8.41	30	21.27	8.70
Keskmine reaktsiooniaeg ms (2-back)	30	757.08	266.66	30	694.28	239.47
õigete vastuste osakaalu % (2-back)	30	92.51	6.25	30	93.86	5.99
Taketime üla-alaprodutseerimine (relT1)	30	0.15	0.30	30	0.07	0.04
Taketime üla-alaprodutseerimine (relT3)	30	0.04	0.16	30	0.05	0.09
Taketime üla-alaprodutseerimine (relT9)	30	0.03	0.16	30	0.06	0.10
GO RT ms	30	503.48	92.13	30	491.72	101.58
GO vead %	30	9.77	3.38	30	10.03	3.84
ST vead %	30	6.70	11.34	30	5.27	6.38
SS RT ms	30	177.52	58.70	30	182.52	64.43

Märkused. 1.katsetingimuse puhul ei olnud osalejad katse eelsel hommikul einestanud.

2.katsetingimuse puhul olid osalejad katsele eelneval hommikul einestanud.

*- katsetingimustega statistiliselt seost omavad tulemused

5.2 Vere glükoositase ja meeleolu

Antud katse läbiviimisel ilmnis nõrk korrelatsioon vere glükoositaseme ja meeleolu vaheliste näitajate osas PANAS-X skaala negatiivse afekti näitajatest Kurbuse ja Kurnatuse juures (NA2:Kurbus, $r(60)=-.266$, $p=.049$, ja NA3:Kurnatus $r(60)=-.255$, $p=.049$). Madalama vere glükoositasemega anti kõrgemad hinnangud Kurbuse ja Kurnatuse skaalal.

Lisaks oli võimalik kindlaks teha nõrk korrelatsioon ilma hommikusöögita katseid sooritanud grupis hommikusöögi puudumise ja subjektiivse heaolu määramisel Jõuetuse-Energilisuse $r(60)=.330$, $p=.010$ ning Nõrkuse-Tugevuse $r(60)=.399$, $p=.02$ hindamisel. Katse eelsel hommikul söömiskorra vahele jättes hindasid osalejad oma energia ja tugevuse asted kõrgemalt.

5.3 Vere glükoositase ja väsimus

Vere glükoositaseme ja väsimuse vahel statistiliselt olulist korrelatsiooni antud katse välja ei toonud. Küll ilmnis eelnevas lõigus mainitud subjektiivse enesetunde hindamise ning katse tingimuse vahel nõrk korrelatsioon. Võrreldes erineval katsetingimusel osalenud grupi tulemusi, siis oli ilma hommikusöögita katsekorral võimalik leida nõrk positiivne korrelatsioon katsekorrale eelnenud CFF näitaja ning katsekorra lõpus antud enese jõuvarude hinnangu (Nõrk-Tugev) vahel $r(30)=.374$, $p=.042$, kust tugevama subjektiivse jõuvarude hinnanguga isikute kortikaalne erksusaste näis kõrgem. Samuti tuli välja seos PANAS-X skaala positiivse afekti Kannatlikkuse ning CFF tulemuste vahel (katse sooritamise eel $r(30)=.496$, $p=.05$ ja katse sooritamise järel $r(30)=.481$, $p=.07$), mille puhul oli võimalik näha kõrgema kortikaalse erksusastmega isikutel suuremat Kannatlikkuse hinnangut.

5.4 Ajataju

Antud katsete juures ei leitud statistiliselt olulist seost ajataju ning vere glükoositaseme vahel. Nõrgad seosed ilmneseid katsejärgse subjektiivse väsimushinnangu ning 3-sekundilise intervalli suhtelise ajaproduktsiooni vahel $r(60)=-.394$, $p=.031$, kus suurema subjektiivse väsimusastmega kaasnes madalam suhtelise ajaproduktsiooni tulemus (relT3). Samuti oli võimalik leida nõrk korrelatsioon positiivne 14 tunni jooksul tarbitud kcal hulga ja 3 sekundilise intervalliga suhtelise ajaproduktsiooni vahel $r(60)=.418$, $p=.021$, mille puhul suurema tarbitud kcal hulga juures ilmnese kõrgem suhtelise ajaproduktsiooni näitaja.

5.5 Reaktsiooniaeg

Stopp-signaali ülesande tulemuste ja vere glükoositaseme vahel statistiliselt olulisi seoseid ei esinenud. Pearsoni korrelatsioonianalüüsi tulemusel oli võimalik näha nõrka positiivset seost PANAS-X skaalal Üldise Positiivse afekti (GPA) ja Stopp-signaali ülesandes õigetele stiimulite reageerimise aja vahel $r(60)=.337$, $p=.008$, mille puhul kõrgemema GPA hinnanguga isikutel oli lühem reaktsiooniaeg.

T-testi abil *2-back* katse tulemuste analüüsil saadud keskmised reaktsiooniajad (*hommikusöögiga* mean=694,28ms \pm 239,47 ja *hommikusöögita* mean=757,08ms \pm 266,67) on küll märgatava erinevusega Tabelis 1., kuid ei oma statistiliselt olulist seost vere glükoositasemega $r(60)=-.043$, $p=.743$.

5.6 Vere glükoositaseme ja töömälu püsivus

2-back katse põhjal hinnatud õigete vastuste tabavusprotsent ei omanud statistiliselt olulist seost vere glükoositasemega. Pearsoni korrelatsioonianalüüsi põhjal oli

võimalik leida nõrk negatiivne seos katse eelselt antud subjektiivse Jõuetuse-Energilisuse hinnangu ning õigete vastuste tabavusprotsendi vahel $r(60)=-.225$, $p=.042$, kus madalamat energeetilist enesetunnet kinnitanud isikutel esines töömälu ülesannete lahendamisel suurem tabavusprotsent. Katsejärgse näljatunde hindamise vahel ning töömälu ülesannete tabavusprotsendi vahel ilmnes negatiivne korrelatsioon $r(60)=-.229$, $p=.039$], kus suurema näljatundega isikutel oli tabavusprotsent väiksem. Samuti saab välja tuua positiivse korrelatsiooni õigete vastuste tabavusprotsendi ja ajataju katse 3 sekundilise $r(60)=.357$, $p=.003$ ning 9 sekundilise intervalliga ajaproduktsiooni vahel $r(60)=.375$, $p=.002$, mille puhul töömälu ülesannete lahendamisel suurema tabavusprotsendi saanud isikud tajusid 3 ja 9 sekundiliste intervallidega esitatud produtseeritavaid ajavahemikke pikema kestvusega tegelikust ajakulust.

6. Arutelu

Antud uuringu põhihüpotees, et madalama vere glükoositaseme juures on kognitiivsete ülesannete tulemused nõrgemad, ei leidnud kinnitust. Katsetulemuste analüüsi põhjal ei olnud võimalik leida statistiliselt olulist seost vere glükoosinäidu ning erinevate katsetulemuste vahel. Ühe erandina saab välja tuua PANAS-X skaalal antud kõrgema kurnatuse ja kurbuse näitaja ning vere glükoositaseme negatiivse korrelatsiooni. Autor ei julge siinkohal väita, et üks mõõdetud näitaja põhjustas teise ja et tegemist ei olnud kõrvalise mõjurita, kuid tulemuste suund annab edasisteks uuringuteks võimaluse.

Katseplaani koostamisel ning meetoodika valimisel lähtuti eelnevate uuringute ülesehitusest, proovides vältida võimalikult paljusid nendes uuringutes ilmnenud takistusi, määrares kindlad ja kattuvad katseajad kõigil katsekordadel, toitumiskordade korrektne reguleerimine katsele eelneval perioodil, võimalike mõjutajate elimineerimine (kofeiini, tubakatoodete tarbimine jne), väsimuse arvestamine, korduvkatsete tingimuste täpne järgimine (Benton & Parker, 1998; Benton & Martin, 1999; Feldman & Barshi, 2007).

Samas näitasid uuringu tulemused nõrkasid korrelatsioone mõningate katsetulemuste endi vahel. Huvitav oli näha, et ilma katsele eelneva hommikusöögita hindasid isikud subjektiivselt oma energiavaru tugevamaks, kui hommikusöögi järgsetel katsetel. Samas olid CFF mõõtmistulemused üldiselt seotud suurema jõuvarude hinnanguga ning kõrgema kannatlikkuse tulemusega PANAS-X skaalal. Üheks seletuseks subjektiivse energeetilise seisundi hindamise ning hommikusöögi puudumise puhul võib lugeda katses osalevate isikute võimalikku psühholoogilist ettevalmistust, kus õhtusöögi ajal planeeriti hommikusi tegevusi täpsemalt. Teatavat planeerimist oli näha ka tarbitud toidukoguste võrdlemisel, mille puhul esines suhteliselt väike koguseline erinevus 14 tunnise ajaperioodil kahe katsetingimuse puhul. Samas katsekorrade tulles eelnevalt hommikusöögi tarbimine näis rutiinile lähedasem.

Peamise põhjusena tulemuste erinevuses võrreldes eelnevalt läbiviidud uuringutega näeb autor valimi koostamist lähtudes seminaritöö piiratumatest võimalustest. Samuti olid enamustel üle 10 aasta tagustel uuringutel teostatud vere glükoositaseme määramine portatiivsete glükomeetritega, mis sellel perioodil olid aktsepteeritavad teadusuuringute teostamiseks, kuid on tänapäeval vähema usaldusväärsusega. Peamiseks probleemiks on näidu suur muutlikkuse tase järjestikuste proovide võtmisel.

Uuringu läbiviimiseks, kus kõik osalejad sooritavad katsed kõigis katsetingimustes, võib kasutatud valimi suurust pidada piisavaks. Antud uuringu retrospektiivsel hindamisel ning laboratoorse meditsiini professori Agu Tamme konsultatsioonist saadud info põhjal võib aga väita, et probleemiks kujunes normaalse vere glükoositasemega isikute uuritava verenäidu piiratud muutlikkus isegi toitumise reguleerimisel.

Tekkinud probleemi võimaliku lahendusena tuleks analoogsete uuringute jätkamisel põhikatsetes osalev valim moodustada eelvalimi põhjal, mille moodustaks orienteeruvalt 100st indiviidist koosnev grupp, kellel mõõdetakse vere glükoositaseme normaalseisundis ning kelle hulgast seejärel valitakse välja normi piires äärmustes olevate verenäitudega isikud. Nende isikute valimisel on tõenäolisem näha katsetulemustes selgemini

eristuvaid tulemusi, mida oleks samas siiski ka võimalik üldistada normaalnäiduga isikute grupile.

Varasemates uuringutes (Martin & Benton, 1999) kasutati katse ajal kõrgendatud vere glükoositaseme saavutamiseks vahetult enne katsekorda suure glükoosikoguse manustamist. Antud uuringu raames toimus toitumise registreerimine ning osaline piiramine katsele eelneva 14 tunnise ajaperioodi jooksul, millest viimane toidukord manustati maksimaalselt tund enne katsel osalemist. Järgnevate katsekordade läbiviimisel tuleb kaaluda võimalust vahetu glükoosikoguse manustamise osas, mis omakorda tooks esile ka vajaduse teostada vereproovi võtmine katse toimumise koha vahetus läheduses. Käesoleva töö raames oli katse sooritamise ning vereproovi võtmise vaheline ajaperiood orienteeruvalt 15 min, mis samuti omab mõju vere glükoositaseme langemisele katse sooritamise hetkel.

Uuringu autorile tuli mõneti üllatusena katsekordadel osalenud isikute vereglükoositaseme mõneti vähene varieeruvus erinevate katsetingimuste korral. Peale kõigi andmete sisestamist ning analüüsimist tuli välja, et osaliselt katse kindlast reeglistikust (kindlad toitumiskorrad ning nende registreerimine) tulenevalt reguleerisid katses osalejad ise alateadlikult oma toitumiskäitumist. Võrreldes kahele katsekorrale eelnenud 14 tunnise perioodi jooksul tarbitud toidu kogust (ühel katsetingimusel 1 söögikord, teisel katsetingimusel 2 söögikorda) tuli välja, et koguseliselt tarbiti küllaltki sarnane hulk toitu (ilma hommikusöögita katsekorralt keskmiselt 1070,64 g ± 478,45 ning koos hommikusöögiga katsekorralt 1109,28 g ± 526,30), mis tähendab, et katseisikud, kes pidid hommikusöögi vahele jätma, sõid öhtul tavapärasest rohkem. Sarnaste katsete kordamisel tuleb katseisikutele teha vastav toitumist piirav ettekirjutus.

Seonduvalt uuringu eripärast tuli katse läbiviimiseks ettevalmistusi teostada mõneti põhjalikumalt võrreldes tavapäraste psühholoogia bakalaureuse õppes läbiviidavate igapäevaste katseharjutustega. Autoril oli tänu sellele võimalik väga põhjalikult tutvuda Tartu Ülikooli Inimuuringute keskuse poolt kontrollitavate uuringunõuetega, mille tulemusel olid katsete läbiviimise tingimused maksimaalselt ühtlustatud. Selle negatiivse küljena pikenes uuringu läbiviimisele planeeritud ajakava tunduvalt, kuid teisalt andis võimaluse teostada uuringut vaieldamatu täpsusega laboratoorses keskkonnas.

Sõltumata sellest, et seatud hüpoteesid ei saanud antud uuringu puhul kinnitust, näeb autor tõstatud uuringuteema edasise käsitlemise vajadust. Väga pikalt on uuritud nii toitumist kui psühholoogilisi nähtusi eraldiseisvalt ning liitekohaks on saanud peamiselt psühholoogilistest häiretest tulenevad toitumiskäitumise häired. Samas on autor jätkuvalt veendunud, et paralleelselt tuleks uurida ka pikaajalise äärmusliku toitumiskäitumise võimalikku mõju psüühikale ning just antud uuring oli üks tee sellele uurimisvaldkonnale lähenemiseks.

Kasutatud kirjandus

- Akkerman, K., Hiio, K., Villa, I., & Harro, J. (2010). Food restriction lead to binge eating dependent upon the effect of the brain-derived neurotrophic factor Val66Met polymorphism. *Psychiatric Research*, vol. 185(1-2), 39-43.
- Akkermann, K. (2010). Serotonin-related biomarkers and symptoms of eating disorders. *Dissertationes Psychologicae Universitatis Tartuensis*, vol. 26, 9-62.
- Allik, J., & Realo, A. (1997). Emotional experience and its relation to the Five-Factor Model in Estonian. *Journal of Personality*, vol. 65, 625-647.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human Memory: Theory and Practice*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Beckman, L.M., Beckman, T. R., & Earthman, C.P. (2010). Changes in Gastrointestinal Hormones and Leptine after Roux-en-Y Gastric Bypass Procedure: A Review. *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 110(4), 571-584.
- Benton, D., & Owens, D. S. (1993). Blood glucose and human memory. *Psychopharmacology*, vol. 113, 83–88.
- Benton, D., & Parker, P.Y. (1998). Breakfast, blood glucose, and cognition. *American journal of Clinical Nutrition*, vol. 67(4), 772S-778S.
- Benton, D., & Stevens, K.M. (2008). The influence of a glucose containing drink on the behavior of children in school. *Biological Psychology*, vol. 78, 242-245.
- Bliss, I., & Hämäläinen, H. (2005). Different working memory capacity in normal young adults for visual and tactile letter recognition task. *Scandinavian Journal of Psychology*, vol. 46, 247-251.
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- De Silva, A., Salem, V., Matthews, P.M., & Dhillon, W.S. (2012). The Use of Functional MRI to Study Appetite Control in the CNS. *Experimental Diabetes Research*, vol. 2012.

- Donohoe, R., & Benton, D. (1999). Declining blood glucose levels after a cognitively demanding task predict subsequent memory. *Nutritional Neuroscience*, vol. 2, 413–424.
- Driesen, N., Cox, D., Gonder-Frederick, L., & Clarke, W. (1995). Reaction time impairment in insulin-independent diabetes: Task complexity, blood glucose levels, and individual differences. *Neuropsychology*, vol. 9 (2), 246–254.
- Feldman, J., & Barshi, I. (2007). The Effects of Blood Glucose Levels on Cognitive Performance: A Review of the Literature. *NASA/TM–2007-214555*.
- Field, J. B. (1989). Hypoglycemia: Definition, clinical presentations, classification, and laboratory tests. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, vol. 18(1), 27–43.
- Francescato, M.P., Geat, M., Stel, G., & Cauci, S. (2012). Timing and time perception: Accuracy of a portable glucose meter and of a Continuous Glucose Monitoring device used at home patients with type 1 diabetes. *Clinica Chimica Acta*, vol. 413, 312-318.
- Gil, S., & Droit-Volet, S. (2011). “Time flies in the presence of angry faces”...depending on the temporal task used! *Acta Psychologica*, 136, 354–362.
- Giles, G.E., Mahoney, C.R., Brunyé, T.T., Gardony, A.L., Taylor, H.A., & Kanarek, R.B. (2012). Differential cognitive effects of energy drink ingredients: caffeine, taurine and glucose. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, vol. 102, 569-577.
- Grondin, S. (2010). Timing and time perception: A review of recent behavioral and neuroscience findings and theoretical directions. *Attention, Perception & Psychophysics*, vol. 72, 561-582.
- Kaur, I. (2013). Eesti Bariaatrilise ja Metaboolse Kirurgia Seltsiga konsultatsioon.
- Kemp, G.J. (2000). Non-invasive methods for studying brain energy metabolism: what they show and what it means. *Developmental Neuroscience*, vol. 22 (5-6), 418-428.
- Kringelbach, M.L., Stein, A., & van Hartevelt, T.J. (2012). The functional human neuroanatomy of food pleasure cycles. *Psychology & Behavior*, vol. 106, 307-316.
- Logan, G.D., & Cowan, W.B. (1984). On the ability to inhibit thought and action—a theory of an act of control. *Psychological Review*, vol. 91, 295-327.

- M. Matsuda, M., Liu, Y., & Mahankali, S. (1999). Altered hypothalamic function in response to glucose ingestion in obese humans, *Diabetes*, vol. 48(9), 1801–1806.
- Malik, R.J.A., Zelaya, F., Williams, S., Bammer, M., & Amiel, S. (2004). Identifying the regional brain activation response to oral glucose ingestion using functional magnetic resonance imaging. *Diabetologia*, vol. 47, A101.
- Martin, P.Y. & Benton, D. (1999). The Influence of a Glucose Drink on a Demanding Working Memory Task. *Physiology & Behavior*, vol. 67(1), 69-74.
- Meikle, A., Riby, M.L., & Stollery, B. (2004). The impact of glucose ingestion and gluco-regulatory control on cognitive performance: a comparison of younger and middle aged adults. *Human psychopharmacology - clinical and experimental*, vol. 19(8), 523-535.
- Michalakis, K., & le Roux, C. (2012). Gut hormones and leptin: impact on energy control and hanges arter bariatric surgery – what the future holds. *Obesity Surgery*, vol. 22(10), 1648-1657.
- Milton, K. (1999). A hypothesis to explain the role of meat-eating in human evolution. *Evolutionary anthropology*, vol. 6(1), 11-21.
- Monk, T.H. (1989). A Visual Analogue Scale technique to measure global vigor and affect. *Psychiatry Research*, vol. 27 (1), 89-99.
- Page, K.A., Chan, O., Arora, J., Belfort-DeAguiar, R., Dzuira, J., Roehmholdt, B., Cline, G.W., Naik, S., Sinha, R., Constable, T., & Sherwin, R.S. (2013). Effects of Fructose vs Glucose on regional cerebral blood flow in brain regions involved with appetite and reward pathways. *The Journal of The American Medical Association*, vol. 309 (1), 63-70.
- Page, K.A., Seo, D., Belford-DeAguiar, R., Lacadie, C., Dzuira, J., Naik, S., Amarnath, S., Constable, R.T., Sherwin, R.S., & Sinha, R. (2011). Circulating glucose levels modulate neural control of desire for high calorie food in humans. *The Journal of Clinical Investigation*, vol. 121(10), 4161-4169.
- Podar, I. (2010). Eating disorders, personality, and cultural differences. *Dissertationes Psychologicae Universitatis Tartuensis*, vol. 27, 8-28.
- Scholey, A.B., Harper, S., & Kennedy, D.O. (2001). Cognitive demand and blood glucose. *Psychology & Behavior*, vol. 73(4), 585-592.

- Simonson, E., & Brozek, J. (1952). Flicker fusion frequency: background and applications. *Psychological Reviews*, vol. 32, 349-378.
- Small, D. M., Zatorre, R. J., Dagher, A., Evans, A. C., & Jones-Gotman, M. (2001). Changes in brain activity related to eating chocolate: from pleasure to aversion, *Brain*, vol. 124(9), 1720–1733.
- Smeets, P.A.M., De Graaf, C., Stafleu, A., Van Osch, M. J. P., & Van Der Grond, J. (2005a). Functional magnetic resonance imaging of human hypothalamic responses to sweet taste and calories, *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 82(5), 1011–1016.
- Smeets, P.A.M., de Graaf, C., Stafleu, A., van Osch, M.J.P., & van der Grond, J. (2005b). Functional MRI of human hypothalamic responses following glucose ingestion. *NeuroImage*, vol. 24, 363-368.
- Tekkel, M., & Veideman, T. (2013). Eesti täiskasvanud rahvastiku tervisekäitumise uuring 2012, *Tervise Arengu Instituut*, 99-108.
- Wearden, J. H., & Lejeune, H. (2008). Scalar properties in human timing: Conformity and violations. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 569–587.
- Wenk, G. L. (1989) An hypothesis on the role of glucose in the mechanism of action of cognitive enhancers. *Psychopharmacology*, vol. 99, 431–438.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Lauri Lõhmus

15.mai 2014