

TARTU ÜLIKOOL
Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Karin Vigla

**Koormuseelne veestaatus ja koormusaegne veetasakaal kuumas keskkonnas 8-päevase
kohanemistreeningu foonil**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Tartu 2012

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	4
1.1. Dehüdratsioon ja kehaline töövõime	4
1.2. Dehüdratsioon ja füsioloogilised tegurid kuumas keskkonnas kehalisel tööl	6
1.3. Veetasakaal kehalisel tööl kuumas keskkonnas	9
1.4. Koormuseelne veestaatus - selle tähendus ja hindamisvõimalused	15
2. EESMÄRK JA ÜLESANDED	19
3. TÖÖ METOODIKA	20
3.1. Vaatlusalused	20
3.2. Kuumaga kohanemise treeningud	20
3.3. Registreeritud näitajad	21
3.4. Statistiline andmetöötlus	22
4. TÖÖ TULEMUSED	23
5. TULEMUSTE ARUTELU	27
6. JÄRELDUSED	32
KASUTATUD KIRJANDUS	33
SUMMARY	38

,

SISSEJUHATUS

Organismi veevarude kahanemisega, iseäranis kestval tööl ja kuumas keskkonnas, väheneb ka töövõime. Seepärast on optimaalse veetasakaalu tagamine väga oluline. Kui termoneutraalsetes tingimustes puhkeolekus kaotame higistamisega umbes veerandi ülemäärasesest soojusest, siis kehalisel koormusel selle osakaal suureneb. Kuumas keskkonnas saab higistamisest ainus viis soojuse ärajuhtimises. Rohke higikaotus mõjutab oluliselt vedeliku- ja elektrolüütide tasakaalu ja organismi veedefitsiidi vältimiseks tuleb higiga kaotatu joomisega kompenseerida. Millisel määral veedefitsiit kehalist tööd konkreetsetes oludes kahjustab, sõltub paljudest asjaoludest – koormuse iseloom, selle kestus ja intensiivsus, keskkonnatingimused, treenitus, individuaalsed eripärad jpm.

Spordis ja mitmetes teistes eluvaldkondades on tavapärane juua janutunde järgi, *ad libitum*. Samas võib ainult janutunde järgimine tähendada töö lõpuks märkimisväärset veedefitsiiti. Juba koormusele eelnev veedefitsiit, kumuleerudes selle aegselt tekkivaga, võib niigi keerulist olukorda veelgi komplitseerida.

Meie uuringu eesmärgiks oli kirjeldada 8-päevase kuumaga kohanemistreeningu foonil treeningueelset veestaatust ja hinnata selle potentsiaalset mõju treeninguaegsele *ad libitum* joomisele. Samuti jälgisime selle perioodi kestel esinevaid muutusi treeninguaegses higikaotuses ja veetarbimises ning nende omavahelisi seoseid.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Käesolev ülevaade püüab läbi kahe esimese peatüki kirjeldada dehüdratsiooni kahjulikkust kehalisele töövõimele ja selle taga seisvatele füsioloogilistele teguritele. Seejärel käsitleme tööaegselt aset leidvad muutusi veetasakaalus ja seda, kuidas me neid muutusi mõjutada saame. Viimases osas keskendume koormuseelsele veestaatusele – selle olulisusele ja hindamise võimalustele.

Tulenevalt käesoleva uuringu põhiosas kasutatud koormusest, käsitleb kirjanduse ülevaade kõiki teemasid vastupidavusliku töö ja võimekuse kontekstis ning rõhuga kuumas keskkonnas läbiviidud uuringutele. Ülevaate kompaktsuse huvides ei puuduta me seoseid dehüdratsiooni ja kognitiivse võimekuse vahel.

1.1. Dehüdratsioon ja kehaline töövõime

Autoriteetne ekspertarvamus (Sawka jt. 2007) osutab üheselt, et dehüdratsioon, mis on >2% kehamassi kaotust, kahjustab vastupidavuslikku töövõimet ja seda iseäranis kuumas keskkonnas. Mida ulatuslikum on dehüdratsioon, seda enam kannatab ka töövõime.

Uuringus, kus termoneutraalsetes (20°C) oludes veloergomeetril 30-minutilisele mõõdukale (~50% VO_{2peak}) tööle järgnes sama kestusega maksimaalne pingutus, jäi hüpohüdreerununa (-3% kehamassist) viimases sooritatud töö oluliselt (8%) väiksemaks võrreldes euhüdreerununa suudetuga. Seejuures külmas keskkonnas (2°C) samasugusele pingutusele sellise ulatusega hüpohüdratsioon negatiivselt ei mõjunud (Cheuvront jt. 2005).

Harjumuspärasel keskkonnas euhüdreerununa tööd alustades võtab veedefitsiidi kujunemine siiski mõnevõrra aega ega pruugi tunniajalist pingutust veel mõjutada. McConell jt. (1999) lasid oma uuritavatel 21°C juures alustuseks 45 minutit submaksimaalselt (80% VO_{2peak}) ergomeetrit vända, mõjutades selle taustal erineval viisil veetasakaalu. Hinnanguline higikaotus kompenseeriti kas täies või pooles mahus, või ei joodud üldse. Järgnenud 15-minutilist maksimaalset pingutust mittejoomisest põhjustatud veedefitsiit (-1,9% kehamassist) ei mõjutanud ja tööd suudeti kõigi kolme joogirežiimi puhul teha võrdselt (McConell jt. 1999). Kui sama skeemi rakendati 2-tunnisel tööl (70% VO_{2peak}), küündis joomata olnuna veedefitsiit 3,2%-ni ja järgnenud suutlikkuseni sooritatud pingutus (90% VO_{2peak}) jäi oluliselt lühemaks võrreldes veevarude täielikul taastamisel suudetuga (McConell jt. 1997). Higikaotuse pooleldi kompenseerimisel vähenes kehamass 1,8%. Töövõimes ei tähendanud see olulist erinevust ei eu- ega hüpohüdratsiooniga võrreldes

(McConell jt. 1997). Järelikult termoneutraalsetes oludes tööd 2%-line veedefitsiit veel märkimisväärselt ei kahjusta. Ulatuslikuma defitsiidi väljakujunemiseks ja negatiivsete mõjude avaldamiseks peab pingutus kestma ≥ 90 minutit.

Seevastu kõrgemal ($>30^{\circ}\text{C}$) keskkonnatemperatuuril võib mõõdukamgi dehüdratsioon ($<2\%$ kehamassi kaotust) vastupidavuslikku sooritust oluliselt kahjustada. Kuumas kliimas (32°C), submaksimaalsel intensiivsusel ($70\% \text{VO}_{2\text{peak}}$) 60 minutit ergomeetril sõites vähenes kehamass joomata olnuna $1,8\%$. Järgnenud suutlikkuseni kestval tööl ($90\% \text{VO}_{2\text{peak}}$) jäi vastupidavus sellest tingituna selgelt lühemaks (31%) võrreldes euhüdreerununa suudetuga (Walsh jt. 1994).

Hiljutises uuringus (Kenefick jt. 2010) hinnati, kuidas kindla suurusega veedefitsiit (-4% kehamassist) mõjutab tööd erinevate keskkonnatemperatuuride (10°C , 20°C , 30°C ja 40°C) juures. Pärast veloergomeetril 30-minutilist mõõdukat ($50\% \text{VO}_{2\text{peak}}$) tööd ja ~ 10 -minutilist pausi tuli uuritavatel sooritada 15-minutiline maksimaalne pingutus. Töö, mida viimases faasis hüpohüdreerunult teha suudeti jäi euhüdreerununa tehtule alla järgnevalt: 10°C – keskmiselt 3% ; 20°C – 5% ; 30°C – 12% ja 40°C – 23% . Neist kahel viimasel juhul oli sooritusvõime langus oluline. Seejuures oli võimekuse langus 32 vaatlusaluse seas suhteliselt varieeruv ning kuumastressi kasvades üha ulatuslikum. Näiteks kui 10°C juures pärssis veedefitsiit sooritusvõimet vahemikus $0,4$ -st $5,8\%$ -ni, siis 40°C juures oli individuaalne varieeruvus juba $5,4$ -st $40,5\%$ -ni. Nii see (Kenefick jt. 2010) kui teine ülalkirjeldatud uuring (Cheuvront jt. 2005) osutavad seega selgelt tõsiasi, et keskkonnastressi kasvades veedefitsiidi negatiivne mõju vastupidavusliku loomuga tööle järjest süveneb.

Teisalt, dehüdratsioon ei pruugi isegi vastupidavusala kontekstis ilmingimata kahjulik olla. Ebert jt. (2007) püstitasid hüpoteesi, et jalgrattur võib mäkke sõites arendada suuremat suhtelist võimsust ja ka energiat kuluks vähem kui mass, mida mäest üles tuleb vedada, oleks väiksem. Sportliku soorituse kontekstis võib dehüdratsiooniga (kehamassi vähenemisega) kaasnev kahju olla seega väiksemgi kui sellest saadav kasu. Nende uuringus jõid ratturid mäkketõusule eelnend 2-tunnisel submaksimaalsel tööl ergomeetril kahel viisil – väikeses (kokku $0,4$ l) või suures (kokku $2,4$ l) koguses. Vähemal hulgal joomisega kahanes kehamass keskmiselt $2,5\%$ võrra, suurema koguse joomisel jäi see aga tööeelsega võrreldavale tasemele. Järgnenud mäkketõusu imitatsioonil (30°C juures; rattaga tõusunurgaga liikurajal sõites; intensiivsusel $\sim 90\%$ maksimaalsest aeroobsest võimsusest) saabus suutlikkus väiksemas koguses joomise foonil oluliselt varem. Töövõime jäi keskmiselt $28,6\%$ kehvamaks võrreldes suuremas mahus joomise foonil suudetuga (Ebert jt. 2007). Järelikult väiksemast kehamassist loodetav kasu ei kaalunud üles seda kahju, mida dehüdratsioon ja sellest võimendatud hüpertermia kaasa tõid.

Organismi veevarude kahanemisega kaasnev töövõime vähenemine, iseäranis kestval tööl ja kuumas keskkonnas on fakt, mida kinnitab nii teaduslik kui tunnetuslik teadmine. Millisel määral ühes või teises ulatuses veedefitsiit konkreetset tööd konkreetsetes oludes kahjustab, sõltub mitmetest erinevatest asjaoludest. Koormuse iseloom, selle kestus ja intensiivsus, keskkonnatingimused, uuritavate kontingent, nende treenitus, individuaalsed eripärad – need on vaid osa kõigist võimalikest põhjustest. Töövõime võib olla määratud nii otseselt suutlikkuseni kestva tööna kui spordile omasema sooritusvõimena, mõõdetud nii kontrollitud laboratoorses tingimustes kui reaalsetes oludes – kõik see mõjutab nii konkreetseid tulemusi, järeltulemusi kui tõlgendamisevõimalusi. Töövõime muutusena nähtav on tegelikult tagajärg ehk peegeldus tööaegselt erinevates füsioloogilistes protsessides aset leidvatest ümberkorraldustest.

1.2. Dehüdratsioon ja füsioloogilised tegurid kuumas keskkonnas kehalisel tööl

Füsioloogilised mehhanismid, mis dehüdratsioonist ja kuumast keskkonnast tugevasti häiritud saavad, on ennekõike kardiovaskulaarne-, termoregulatiivne- ja kesknärvisüsteem. Kuumastress iseenesest tähendab tõsist väljakutset termoregulatsioonile. Dehüdratsioon, läbi oma negatiivsete toimete kardiovaskulaarsele süsteemile, komplitseerib keerulist olukorda veelgi.

Dehüdratsiooni tagajärjel väheneb vereplasma maht, veri muutub viskoossemaks ning venoosne naas väheneb. Vatsakeste mittetäielik verega täitumine vähendab südame löögimahtu ja optimaalse minutimahu tagamiseks tuleb tõsta löögisagedust (Gonzalez-Alonso jt. 1997). Kui termoneutraalses keskkonnas kauakestval mõõduka intensiivsusega tööl suudab löögisageduse tõus löögimahu languse üldjuhul kompenseerida, siis kuumas keskkonnas võib juba suhteliselt vähenegi veekaotus neid tegureid oluliselt mõjutada. Seejuures dehüdratsiooni süvenedes on ka mõju kardiovaskulaarsele mehhanismile järjest sügavam. Montain & Coyle (1992) näitasid, et kuumas (33°C) 2-tunnisel mõõdukal (65% VO_{2max}) tööl südame löögisagedus tõusis ja löögi- ning minutimahu langesid võrdeliselt üha sügavamale veedefitsiidiga (1–4% kehamassi langust).

Kardiovaskulaarse stressiga toimetulemise kõrval tuleb kuumas keskkonnas tööl hakkama saada vältimatu termoregulatiivse stressiga. Suurel hulgal verd peab jõudma nii tööd tegevate lihasteni kui läbima naha- ja nahaalust veresoonestikku. Kui väheneb neist esimene, kannatab aktiivsete lihaste hapnikuga ja toitainetega varustamine. Kui väheneb teine, kannatab üleliigse soojuse ärajuhtimine ja temperatuur keha sisemuses tõuseb. Seejuures on termoregulatiivsed muutused sarnaselt kardiovaskulaarsetega otseselt mõjutatud veedefitsiidi ulatusest.

Ülalkirjeldatud uuringus (Montain & Coyle 1992) vastas järjest sügavamale dehüdratsioonile proportsionaalne tõus ka süvatemperatuuris, $\sim 0,2^{\circ}\text{C}$ vastusena %-le kehamassi kaotusest. Kuumas keskkonnas töö, iseäranis kui sellega kaasneb ka märkimisväärne dehüdratsioon, tsentraalse ja perifeerse ringluse vaheline konkurents piiratud vere (minuti)mahule järjest teravneb. Äärmuslikes oludes saab eelise lihastöö ja kaotajaks pooleks jääb perifeeria verega varustamine. Lõpuks, kui pingutus kuumas on pikaajaline ja organismi veevarud kriitilised, võib koos minutimahu ja arteriaalse vererõhu progresseeruva langusega väheneda ka lihaseid läbiv verevool (Gonzalez-Alonso jt. 1998, 1999a). Lihaste hapnikuvarustus ja omastamine sellest märkimisväärselt siiski ei kannata. Glükogeeni kulutused ja laktaadi produktsioon neis oludes küll kasvavad, kuid muutusi lihastöö ainevahetuses ei saa siiski pidada väsimise põhjuseks (Gonzalez-Alonso jt. 1998, 1999a).

Kuumades keskkonnatingimustes on optimaalse soojusregulatsiooni säilitamises määravaks efektiivne higistamine. Kuna higiga kaotatakse ennekõike vett ja suhteliselt vähem elektrolüüte, kaasneb kõrvuti vereplasma mahu vähenemisega tõus selle osmolaalsuses. Hüperosmolaalsus tõstab süvatemperatuuri läve, millest alates higistamine intensiivistub. Hüpovoleemia mõjutab samal viisil naha verevoolutust. Süvatemperatuur, millest alates viimane suureneb, vereplasma mahu vähenedes järjest tõuseb (Cheuvront jt. 2004). Hüpovoleemia ja hüperosmolaalsus võivad vähendada ka higistamise intensiivsust vastusena konkreetsele süvatemperatuuri tõusule ehk teisisõnu higistamise sensitiivsust (Cheuvront jt. 2004). Organismi veevarude nappusel on kirjeldatud muutustel seejuures kindel eesmärk. See tagab vereplasma mahu parema säilimise, efektiivsema südame talitluse ja lihastöö verega varustamise. Termoregulatsioonile on dehüdratsioonil aga negatiivne mõju. Hilisemalt algav ja vähem intensiivsem higistamine tähendab soojusest vabanemise pärssumist ja hüpertermia süvenemist.

Mitmed kuumas läbiviidud uuringuid viitavad keha süvatemperatuuri nn. „kriitilisele“ piirile, $\sim 40^{\circ}\text{C}$ (Gonzalez-Alonso jt. 1999b; Nybo & Nielsen 2001). Oludes, kus soojuse väliskeskkonda äraandmine on raskendatud, tuleb sellest piirist allapoole jäämiseks soojusproduktsiooni vähendada ning kesknärvisüsteemist lähtuvad impulsid ei lase lihastööl enam endise intensiivsusega jätkuda. Kui neid signaale ignoreerida, siis hüpertermia süveneb ja kriitilise süvatemperatuuri ületamisel muutub töö jätkamine õigepea võimatuks (Nybo & Nielsen 2001). See piir võib indiviiditi olla siiski suhteliselt varieeruv. Samas on see ühel ja samal indiviidil ning muude tegurite standardsena hoidmisel jällegi suhteliselt stabiilne (Gonzalez-Alonso jt. 1999b). Muud tegurid on näiteks koormuse iseloom, treenitus, motiveeritus, keskkonnaoludega kohanemus ja veestaatus. Kui dehüdratsiooniga kriitiline piir langeb (Gonzalez-Alonso jt. 1999a), siis näiteks kofeiini (Roelands jt. 2011) manustamisel

see hoopiski tõuseb. Kõrgemale kui laboratoorses oludes võib see tõusta ka realses võistlussituatsioonis (Ely jt. 2009). Seepärast ei saa hüpertermiast põhjustatud nn. tsentraalset väsimust käsitleda „kõik-või-mitte midagi“ fenomenina, mis lihtsalt süva- ja ajutemperatuuri kriitilise piiri ületamisega seostuks (Nybo 2012). Süvatemperatuuri progresseeruva tõusuga süvenev pidurdus mootorikaga seotud ajupiirkondades (Nybo 2012) koos kardiovaskulaarsete muutustega ja sensoorse tagasisidega aktiivsetelt lihastelt (Ely jt. 2010) on pigem see mõjurite kompleks, mis väsimuse kaasa toob.

Hiljutine ülevaateartikkel (Sawka jt. 2012) põhjendab aga üsna veenvalt nahatemperatuuri, ja mitte süvatemperatuuri, peamist rolli kuumas keskkonnas submaksimaalsel tööl väsimises. Autorite kinnitusel ei ole ükski varasem uuring näidanud, et süvatemperatuuri tõus üksinda kahjustaks aeroobset töövõimet. Uuringus, kus enne töö alustamist vaatlusaluse süvatemperatuuri mõjutati, küündis see vaatamata sellele kurnatuse saabudes tasemele $\sim 40^{\circ}\text{C}$. Võrdselt kõrge oli testide lõpus aga ka nahatemperatuur ($\sim 37^{\circ}\text{C}$) (Gonzalez-Alonso jt. 1999b). Samas võib kõrge nahatemperatuur sooritusvõimet oluliselt kahjustada ja seda märksa varem kui süvatemperatuur kriitiliselt kõrgele küündib. Hinnates erineva keskkonnatemperatuuri (20°C vs 40°C) mõju 15-minutilisele maksimaalsele pingutusele, tõusis süvatemperatuur mõlemal tingimusel mõõdukale tasemele, $\sim 38,2^{\circ}\text{C}$. Nahatemperatuur oli testi lõpus aga vastavalt 30°C ja 36°C ning sooritusvõime kahanes viimasel juhul 17% (Ely jt. 2010).

Käesoleva peatüki esimeses osas kirjeldatu näitas, et dehüdratsioon kahjustab kestustööd nii kuumas kui termoneutraalses keskkonnas. Uuringus (Cheuvront jt. 2005), kus 3%-lise hüpoüdratsiooniga kaasnes termoneutraalsetes oludes 8%-line sooritusvõime kahanemine, küündis nahatemperatuur $\sim 29^{\circ}\text{C}$ tasemele. Külmas keskkonnas, kus sama suur veedefitsiit sooritusvõimet ei kahjustanud, jäi nahatemperatuur tasemele $\sim 20^{\circ}\text{C}$. Uuringus (Kenefick jt. 2010), kus hinnati 4%-lise hüpoüdratsiooni toimeid erinevatel keskkonnatemperatuuridel ning kus näidati, et sooritusvõime kannatab oluliselt 30°C ja 40°C juures, olid nahatemperatuurid vastavalt 33°C ja 36°C . Süvatemperatuur jäi mõlemas nimetatud uuringus allapoole kriitilist taset ($<39^{\circ}\text{C}$). Toetudes neis töödes täheldatule osutavad Sawka jt. (2012), et 3-4%-lise veedefitsiidi juures kahjustub sooritusvõime oluliselt kui nahatemperatuur on $>27^{\circ}\text{C}$ ja iga enama $^{\circ}\text{C}$ -ga väheneb vastupidavuslik sooritusvõime $\sim 1,5\%$.

Kuumas keskkonnas nahatemperatuuri tõustes selle ja süvatemperatuuri vaheline erinevus väheneb, soojuse ärajuhtimine halveneb ja termoregulatsiooni efektiivsena hoidmiseks tuleb naha ja nahaaluse piirkonna verevarustust suurendada. Perifeeria verevarustuse suurenemine samaaegse vajadusega säilitada efektiivne lihastöö on, nagu ülalpool nimetatud, tõsine väljakutse kardiovaskulaarsele süsteemile. Veedefitsiit ($>2\%$ kehamassi kaotust) läbi veremahu vähenemise kujutab endast aga olulist lisastressorit. Nahatemperatuuri tõus ja

dehüdratsioon mõlemad koos vähendavad aeroobseid reserve, see tõstab koormuse suhtelist intensiivsust (%VO_{2max}) ja selle subjektiivset tajumist (Cheuvront jt. 2010; Sawka jt. 2012).

Teadvustades enesele, mis põhjustel ja mil määral organismi veetasakaal erinevates oludes häiritud võib saada, annab teadlikult oma tööaegset ja -eelist joogirežiimi jälgides veedefitsiidi negatiivseid füsioloogilisi toimeid siiski märkimisväärselt mõjutada.

1.3. Veetasakaal kehalisel tööl kuumas keskkonnas

Kui termoneutraalsetes tingimustes jõude olles kaotame kogu ülemäärasest soojusest higistamise kaudu umbes veerandi, siis kehalisel koormusel selle osakaal järjest suureneb. Juhul, kui ümbritsev välistemperatuur ületab kehatemperatuuri, saab sellest praktiliselt ainus viis soojuse ärajuhtimises (Gleeson 1998). Higistamisega organismi veevarud vähenevad ja hüpohüdratsiooni vältimiseks tuleb need joomise läbi kompenseerida.

Higistamise intensiivsus sõltub suuresti sellest, millistes kliimatilistes oludes tööd tehakse, kaua pingutus kestab ja kui intensiivne see on. Määrab ka üldine treenitus ja samuti see, kuidas me konkreetse väliskeskkonnaga kohanenud oleme ning millist riietust kanname (Coyle 2004; Sawka jt. 2007). Kui kehalisel koormusel jahedas või harjumuspärastes tingimustes võib higistamise intensiivsus olla kõigest 100 ml·h⁻¹, siis kestval intensiivsel koormusel kuumas võib see ulatuda ~3000 ml·h⁻¹ (Rehrer & Burke 1996). Tähelepanuväärsed on ka individuaalsed erinevused. Need võivad olla suuremadki kui erinevatest keskkonnatingimustest põhjustatu (Maughan jt. 2005; Shirreffs jt. 2005). Tiptasemel jalgpallurite higistamise intensiivsus treenides kuumas ja kuivas kliimas (~32°C / 20% suhteline õhuniiskus) oli keskmiselt 1,46 ± 0,24 l·h⁻¹ (vahemikus 1,12–2,09 l·h⁻¹) ja kehamass vähenes selle tagajärjel 1,59 ± 0,61% (vahemikus 0,71–3,16%) (Shirreffs jt. 2005). Teise grupi samal tasemel jalgpallurite näitajad treenides külmas ja niiskes kliimas (~5°C / 81%) olid vastavalt 1,13 ± 0,30 l·h⁻¹ (vahemikus 0,71–1,77 l·h⁻¹) ja 1,62 ± 0,55% (vahemikus 0,87–2,55%) (Maughan jt. 2005). See näitab, et kui higistamise intensiivsus erinevates kliimatilistes tingimustes märgatavalt ei erinenudki, siis individuaalne varieeruvus oli mõlemal puhul märkimisväärne. Ühesuguse töö lõppedes oli sarnase treenitusega jalgpallurite seas nii neid, kelle vedelikudefitsiit oli küllaltki tagasihoidlik kui neid, kes olid juba olulisel määral dehüdreerunud.

Intensiivne higistamine (>1,5 l·h⁻¹) muudab märkimisväärselt dehüdratsioonist hoidumise keeruliseks ülesandeks. Üheks takistuseks võib olla joodud vedelikukoguse maost soolestikku liikumise kiirus. Mao tühjenemine võib kehalisel tööl olla mõjutatud nii välistest keskkonnatingimustest, veedefitsiidi ulatusest kui ka joomise „mustrist“ (Neufer jt. 1989;

Ryan jt. 1998). Neuffer jt. (1989) viitavad seosele mao tühjenemise kiiruse, kuumastressi ja veedefitsiidi ulatuse vahel. Juues enne 15-minutilise mõõduka jookukoormuse algust korraga 400 ml vett, tühjenes magu oluliselt aeglasemalt kui tööd tehti 49°C vs 18°C juures. Samasugusel tööl 35°C juures, juhul kui pingutust alustati eühüdreerununa, see näitaja märkimisväärselt ei vähenenud. Küll aga vähenes see juhul, kui pingutust alustati hüpohüdreerununa (-5% kehamassi kaotust) (Neuffer jt. 1989). Ryan jt. (1998) seevastu näitasid, et mõnevõrra väiksem veedefitsiit (-3%) normaaltingimustes (22°C) 85-minutilisel tööl veloergomeetril mao tühjenemise kiirust ei mõjutanud. Oluline erinevus nende kahe uuringu vahel seisnes selles, et ühes neist (Neuffer jt. 1989) manustati kõik joodu (400 ml) korraga, teises (Ryan jt. 1998) aga väiksemates kogustes (2,3 ml kehakaalu kg kohta) ja 10-minutilise intervalliga. Nagu viimati viidatu autorid osutavad, võib ajastatud joomine mao tühjenemist soodustada ning varjutada kehalise koormuse ja veedefitsiidiga kaasuva negatiivse.

Kui töö iseloom, tingimused ja individuaalsed eripärad tingivad ohtra higistamise ja tahame, et töö lõppedes oleks taastatud kõik, mis higiga kaotatud, peame ennast sundima suures mahus jooma. Sundima seepärast, et janutunde järgimisest ei pruugi piisata. Kui jõudeolekus saab janumehhanism veebilansi tasakaalus hoidmisega üldjuhul hakkama, siis kehalisel tööl ei taju me janu reeglina enne, kui dehüdratsioon küündib juba ~2% kehamassi kaotuseni (Hubbard jt 1984). Vaatamata joogi vabale kättesaadavusele on tavapärane, et töö lõpuks on taastatud vaid ~50-75% veekaotusest ja kehamass vähenenud 2-4% ja enamgi (Laursen jt. 2006; Nolte jt. 2011). Seda nähtust tuntakse mõistena „*voluntary dehydration*“ (Hubbard jt 1984). Füsioloogiliselt võib sellise olukorra kujunemist põhjendada peaaugst lähtuvate vastandsuunaliste ajenditega. Higistamisega kaasneva vereplasma mahu vähenemise, osmolaalsuse tõusu ja hormonaalsete (reniin, angiotensiin II, aldosteroon, arginiin-vasopressiin) muutustega janutunne süveneb ja ajendab jooma. Samas annab ainuüksi suuõõne niisutamine või näiteks juba väikesegi koguse vedeliku söögitorust makku liikumine närvisignaale, mis peaaugst tagasi sidestudes ajendavad joomist lõpetama ja seda mõistetavalt enne, kui veekaotused on kompenseeritud (Burns jt. 2001).

Ebapiisav võib joomine olla ka üsna lihtsatel põhjustel. Joogi temperatuur ja maitseomadused, aga ka näiteks joogipudeli kuju võivad meie käitumist oluliselt mõjutada (Burns jt. 2001; Mündel jt. 2006; Wansink jt. 2005). Mündel jt. (2006) täheldasid oma uuringus, et kuumades oludes (34°C) mõõdukas tempos suutlikkuseni veloergomeetrit vändates jõid uuritavad oluliselt enam, kui joogitemperatuur oli 4°C vs 19°C. Samas ei saa täie kindlusega väita, et külma (<10°C) joogi tarvitamine tagaks võrrelduna selle neutraalsel temperatuuril (~37°C) manustamisega märkimisväärse efekti sportlikus saavutusvõimes (Burdon jt. 2010). Töid, mis

seda tahku on uurinud, on suhteliselt vähe, neis kasutatud metoodika üsna erinev ja reaalse võistlussituatsiooniga sageli nõrgalt seostatav. Siiski, keha süvatemperatuuri tõusu võib joodava temperatuur pärssida, juhul kui viimane on madalam kui 5°C ja tööd tuleb teha kuumemas ja niiskemas (>28°C, >30% suhtelist õhuniiskust) kliimas (Burdon jt. 2010).

Alateadlikult võib joodava kogust mõjutada ka joogipudeli kuju. Wansink jt. (2005) andsid pooltele oma vaatlusalustest madala ja laia kujuga, ülejäänule kõrge ja kitsa kujuga, kuid sama mahtuvusega joogipudelid. Uuringu tulemus näitas, et madala ja laia kujuga pudeli saanud täitsid selle veega oluliselt suuremas mahus kui kõrge ja kitsa pudeli saanud. Seejuures suuremas mahus, kui seda ise arvati teinud olevat. Kõrge ja kitsa pudeli puhul arvatud ja tegelik veega täitmine ei erinenud. Põhjusel, et mõlemal juhul sisuliselt kõik pudelisse valatu ka ära joodi, oli vee tarbimine madalast ja laiast pudelist oluliselt suurem.

Higistamise intensiivsus võib tingida ka vajaduse lisada joogiveele elektrolüüte. Kuna tingimustest ja individuaalsetest eripäradest sõltuvalt võivad veekaod olla vägagi suured, võib märkimisväärseks kujuneda ka elektrolüütide, iseäranis naatriumi kaotus. Näiteks 3 l·h⁻¹ küündival higiskaotusel võib Na⁺ kaotus ulatuda 3,5 g·h⁻¹ (Sharp 2006). Vajadus tööaegselt tarvitatavale joogile Na⁺ lisada muutub kriitiliseks siiski vaid juhul, kui selline olukord on kestev. Rehrer (2001) osutab oma ülevaateartiklis, et 30-50 mmol·l⁻¹ täiendava Na⁺ lisamine joodavale veele võib osutada kasulikuks, kui tööd tuleb teha kuumas ja pikemat aega (≥3 h).

Naatrium parandab joogi maitseomadusi ja ärritab janumehhanismi, tarbitavad vedelikukogused võivad suureneda ning risk neis oludes sügavalt dehüdreeruda väheneb. Teisalt, joogi liialt „soolaseks“ tempides selle maitseomadused kannatavad, tahe juua väheneb ja veedefitsiit võib hoopiski suureneda (Sharp jt. 2006).

Kauakestev (≥4 h) koormus, harjumuspäradud keskkonnatingimused ja suur higikaotus võivad kaasa tuua ka arutu ja ülemäärase vee tarbimise. Na⁺ sisaldus vereplasmas võib langeda alla normaalse taseme (135–146 mmol·l⁻¹) ja sümptomaatilise hüponatreemia (Na⁺ sisaldus vereplasmas <130 mmol·l⁻¹) väljakujunemine muutub vägagi tõenäoliseks (Montain jt. 2006; Sharp 2006). Adekvaatsete vastumeetmete rakendamiseta võivad sellel olla letaalsed tagajärjed.

Muutuseid elektrolüütide tasakaalus seostatakse sageli ka kehalise koormuse ajal ja selle lõpus esinevate valulike lihaskrampide tekkega. Jung jt. (2005) lasid uuritavatel 37°C juures hüpohüdreerununa või elektrolüüte sisaldavat jooki manustades sooritada säärelihaseid väsimuseni koormava kompleksharjutuse. Selgus, et lihaskrambid esinesid sama sagedasti nii ühel kui teisel juhul. Neil, kel tekkisid krambid hüpohüdreerununa, tekkisid need ka juua saanuna. Nad väidavad, et vee- ja elektrolüütide tasakaalu säilitamine üksnes ennetab, kuid ei

hoia otseselt ära lihaskrampide teket. Seda kinnitab fakt, et elektrolüüte sisaldavat jooki juues tekkisid krambid oluliselt hiljem kui hüpo hüdreerununa. Vee- ja elektrolüütide tasakaalu tähendust näitab siiski tõsiasi, et krambid tekkisid neil, kelle keskmine higistamise intensiivsus oli kõrgem. Ehkki uuringu meetodika ei võimaldanud eristada eraldi vee ja elektrolüütide osatähtsust, pidasid autorid tõenäoliseks, et krampide all kannatanute higi sisaldab ka rohkem elektrolüüte (Jung jt. 2005).

Erinevalt higiga kaotatava vee hulga määramisest on elektrolüütide kaotuse kindlakstegemine märksa keerulisem. Nende kontsentratsioon higis võib indiviiditi olla üsna erinev. Kui keskmiselt on näiteks Na^+ sisaldus higis $\sim 40\text{--}50 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, siis mõnel indiviidil võib see olla isegi poole väiksem (Maughan & Shirreffs 1998). Dehüdratsiooni tagajärjel võib higi Na^+ ja Cl^- sisaldus suureneva (Morgan jt. 2004). Kuumastressiga kohanemisel see vastupidi hoopis väheneb (Allan & Wilson 1971). Higistamisel higinäärmetes nimetatud soolad küll reabsorbeeruvad, kuid kuumaga kohanemisel ei suuda see intensiivistunud higistamisega sammu pidada ja nende kontsentratsioon higis suureneb. Aklimatiseerudes soolade tagasiimendumise võime paraneb, mistõttu võib näiteks Na^+ sisaldus higis olla ükskõik kui intensiivse higistamise juures enam kui poole väiksem kui enne kuumaga kohanemist (Allan & Wilson 1971).

Süsivesikute joodavale lisamisega loodetakse lõpptulemusena üht – töövõime paranemist. Kas nn. spordijooi tarvitamine võiks vastupidavusliku töö kontekstis olla eelistatum kui (mineraal)vee joomine, sõltub töö iseloomust ja keskkonnatingimustest. On terve rida tegureid, läbi mille süsivesikute tööaegne tarvitamine võib kasulik olla – vere glükoositaseme ja süsivesikute oksüdatsiooni efektiivsena hoidmine, endogeensete glükogeenivarude säästvam kasutamine, madala intensiivsusega koormuse aegu glükogeeni sünteesimine ning erinevad positiivsed toimed kesknärvisüsteemi tasandil (Jeukendrup 2004).

Kestustööl harjumuspärasel keskkonnas, kus väsimuse teke on otseselt seotud endogeensete glükogeenivarude lõppemisega, aitab süsivesikute koormuse foonil manustamine nende oksüdatsiooni intensiivsust töö lõpufaasiski paremini säilitada ja väsimusilminguid edasi lükata. Seevastu kuumas keskkonnas ei ole sarnase töö lõppedes süsivesikute varud veel sugugi lõpukorral (Jeukendrup 2004) ja tegevust sunnib lõpetama arvatavalt hoopiski kriitiline süvatemperatuuri (Gonzalez-Alonso jt. 1999b; Nybo & Nielsen 2001) ja/või nahatemperatuuri (Kenefick jt. 2010; Sawka jt. 2012) tõus. Seega ei ole väsimise põhjuseks mitte muutused lihaste ainevahetuses, vaid termoregulatiivsed ja kardiovaskulaarsed ümberkorraldused nii tsentraalsel kui perifeersel tasandil (Nybo & Nielsen 2001; Nybo 2012; Chevront jt. 2010; Sawka jt. 2012). Tähendab see, et pingutusel kuumas pole põhjust (mineraal)veele spordijooki eelistada?

Huvitava mõttekäigu püstitasid oma uuringut üles ehitades Carter jt. (2003). Nimelt kehalisel tööl kuumas keskkonnas (nt. madalama intensiivsusega ja/või kuumas ja kuivas keskkonnas töö), kus organism suudab soojuse ärajuhtimisega selle ülemäärast kuhjumist veel kompenseerida ja süvatemperatuuri kiiret tõusu leevendada, võivad süsivesikute varud ammenduda enne, kui süvatemperatuur kriitilise tasemeni jõuab. Seevastu tingimustes, kus soojuse teket selle eemaldamisega kompenseerida ei suudeta (nt. intensiivsem ja/või kuumas ja niiskes keskkonnas töö) tõuseb süvatemperatuur sedavõrd kiiresti, et see mõjutab tsentraalset väsimusmehhanismi enne, kui süsivesikute varud lõpukorral on.

Kirjeldatud hüpoteesi kontrollides tuli uuringusse (Carter jt. 2003) värvatul vändata velorgomeetril kuni suutlikkuseni neljal korral (manustades 6,4%-list süsivesikute lahust või platseebot madalama (60% VO_{2max}) ja kõrgema (73% VO_{2max}) intensiivsusega koormuse foonil) kuumas ja kuivas keskkonnas (35°C / 30%). Madalama intensiivsusega, eeldatavalt ~2 h kestva töö foonil arvati süsivesikute tarbimisel olevat töövõimele positiivne mõju. Intensiivsema, eeldatavalt ~1 h kestusega tööle aga mitte. Uuringu tulemused seevastu näitasid töövõime olulist paranemist (~14%) mõlema koormuse foonil süsivesikute lahust vs platseebot manustades. Mõlemal tööl, mis oma kestuselt vastasid eeldatule, jäi nii glükoosi tase veres kui süsivesikute oksüdatsiooni intensiivsus tasemele, mis ei lubanud näha neid väsimust põhjustavate teguritena. Sõltumata koormuse intensiivsusest mõjutas süsivesikute manustamine kuumas vastupidamist pigem läbi toimete tsentraalsetele kui perifeersetele mehhanismidele (Carter jt. 2003). Kuna süsivesikuid sisaldava lahuse joomisel oli töö lõpus keha süvatemperatuur mõlemal juhul 0,3°C jagu kõrgem kui platseebo manustamisel, võib see tähendada ebameeldivalt kõrge süvatemperatuuri paremat talumist süsivesikute tarvitamisel. Uuringu autorid spekulatsioonid selle põhjendamisel võimalusega, et kui süsivesikute manustamisega kaasnev vere glükoosisisalduse tõus ei mõjutagi lihassetabolismi, võib see ergastada ainevahetusprotsesse kesknärvisüsteemis ning motivatsiooni ja mootorikaga seotud ajukeskustes (Carter jt. 2003).

Byrne jt. (2005) võrdlesid vee vs süsivesikuid-elektrolüüte sisaldava spordijoo (GatoradeTM) tarvitamise toimeid veetasakaalule, mõningatele füsioloogilistele näitajatele ning töövõimele kuumas ja niiskes keskkonnas (35°C / 55%) liikurajal rännakmarsi simulatsioonil. Ehkki neis oludes kohanenud sõdurid jaksasid spordijooki juues 3 × 60-minutilise koormuse viimases etapis mõnevõrra kauem vastu pidada, ei osutunud see oluliselt erinevaks vee joomise foonil suudetuga. Spordijooki joomise seas oli ka rohkem neid, kes kõik kolm veerandtunniste puhkepausidega eraldatud tunniajalist koormust edukalt lõpuni suutsid käia. Iga etapi lõpus oli spordijooki tarvitanutel vere glükoositase kõrgem kui üksnes vett joomisel. Veetasakaalu näitajais (kaotatu vs tarbitu, plasma mahu muutus, veedefitsiit

koormuse lõpul jt.) ega südame löögisageduses ja keha süvatemperatuuris joodavast sõltunud erinevusi ei täheldatud. Uuringu autorid järeldasid, et veetasakaalu säilitamiseks ja kuumakahjustustest hoidumiseks on puhas joogivesi samaväärne kui spordijook. Viimane võib osutada tulusamaks, kui eesmärgiks on parem töövõime, iseäranis pingutusel kestusega >3 h ja kui süsivesikute muul viisil tarvitamine on keeruline (Byrne jt. 2005).

Samas joodi viimati nimetatud uuringus kindla režiimi järgi ja koguses, mis higikaotuse praktiliselt täies ulatuses kompenseeris. Spordis ja veelgi enam teistes eluvaldkondades, kus raske töö või ebameeldivate tingimustega vastamisi tuleb seista, on tavaks juua janutunde järgi, *ad libitum*. Nagu ülalpool mainitud, võib janutunde järgimine vaatamata sellele kui ka joogivarud pidevalt kättesaadavad on, tähendada töö lõpuks olulist veedefitsiiti. Janutunnet ja joomist stimuleerida võivad aga mitmed erinevad tegurid, sealjuures joogi koostis ja maitseomadused.

Simuleerides oma uuringus tööstuses esinevaid tingimusi (madala intensiivsusega kuid kestev töö (4 h) kõrge temperatuuriga keskkonnas ja õhku mitteläbilaskvas riietuses), vaatlesid Clapp jt. (2000), kuidas nelja erineva joogi (vesi; maitsestatud platseebo; tavapärase Na⁺ sisaldusega spordijook; kõrgema Na⁺ sisaldusega spordijook) *ad libitum* manustamine mõjutab organismi veetasakaalu ja joomiskäitumist. Mõlema spordijooi tarbimine oli oluliselt suurem kui lihtsalt vee joomine, kõrgema Na⁺ kontsentratsiooniga joogi puhul ka suurem kui maitsestatud (platseebo)vee joomine. Kuna higikaotus oli võrdne, siis vähenes võrdeliselt joodud kogustega ka kehakaalu kaotus, teisisõnu veedefitsiit (Clapp jt. 2000). Kauakestval mõõduka raskusega tööl ebameeldivalt kuumades tingimustes võib janutunnet järgides spordijooi tarvitamine olla seega arukam kui pelgalt (kraani)vee joomine.

Kokkuvõttes võime öelda, et higikaotus kauakestval tööl ja iseäranis kuumas keskkonnas on ulatuslik. Samuti võib märkimisväärne olla elektrolüütide kaotus. Vaatamata koormuse ja keskkonnatingimuste mõjudele jäävad need indiviiditi siiski vägagi erinevaks. Füsioloogiliste protsesside efektiivseks toimimiseks, töövõime ja heaolu säilitamiseks tuleb häirunud vee- ja elektrolüütide tasakaal vedelike tarbimisega taastada. Teadlaste soovitusel selles osas on liikunud kategoorilisematelt mõnevõrra liberaalsemas suunas ja viimane ekspertarvamus (Sawka jt. 2007) soovitab tööaegselt juua sel määral, et kehamassi kaotus jääks <2% massist, millega tööd alustati. Kehamassi tõusu põhjustavast ülejoomisest tuleks aga hoiduda. Elektrolüütide ja süsivesikute joogiveele lisamises võib peituda positiivne efekt, kui töö keerulistes oludes kestab tunde. Esimeste lisamise tuleks tõsisemalt suhtuda ka indiviididel, kes higiga neid loomuomaselt enam kaotavad.

1.4. Koormuseelne veestaatus – selle tähendus ja hindamisvõimalused

Kestval kehalisel tööl higistamisega kaasnev vee ja elektrolüütide kaotus taastatakse täies mahus üldjuhul alles pärast tööd. Põhjused, miks töö kestel tihtipeale kõigest pool sellest kaetakse, võivad olla nii füsioloogilised kui käitumuslikud. Kahtlemata need, kelle dehüdratsiooni talumise võime ületab nn. keskmise inimese oma, võivad seda enesele lubada. Kuid usutavasti neilgi, kelle töövõimet mõõdukaski veedefitsiit oluliselt kahjustab, ei ole kasulik olla hüpohüdreerunud juba enne tööd. Koormusele eelnev veedefitsiit, kumuleerudes selle aegselt tekkivaga, üksnes võimendab viimast. Iseäranis oluline on adekvaatne koormuseelne veestaatus neil puhkudel, kus vesi või muu jook töö kestel pidevalt käepärast pole. Kui jalgrattasporid on joogipudel(id) endaga kaasas ja tennisel võimalus regulaarselt juua, siis näiteks jalgpallis võib joomine kujuneda juhuslikuks ja seetõttu ka ebapiisavaks. Mitmed uuringud näitavad, et sportlased tulevad nii võistlusele kui treeningule sageli hüpohüdreerununa. Ligikaudu pooled (52%) 29-st professionaalsel tasemel korvpallurist (Osterberg jt. 2009) ja seitse 17-st jalgpallurist (41%) (Aragon-Vargas jt. 2009) tulid mängule hüpohüdreerununa. Volpe jt. (2009) näitasid, et 66% kokku 263-st (138 meest ja 125 naist) erinevate aladega tegelevast üliõpilassportlasest alustasid oma treeninguid suuremas või väiksemas veedefitsiidis. Seejuures meeste seas oli hüpohüdreerunuid enam kui naiste hulgas, vastavalt 47% ja 28%. Sarnaselt sportlastega oli hüpohüdreerununa treeningule tulijate hulk (46%) sarnane ka tervisekeskustes treenivate harrastajate seas (n = 329) (Stover jt. 2006).

Erinevatel põhjustel – vee ja elektrolüütide tarvitamine nii joogi kui toiduga, pidev vedeliku liikumine rakusisese ja -välise ruumi vahel, higikaotus, neerude funktsioon, kehaline koormus – on veetasakaalu regulatsioon keeruline ja dünaamiline protsess. Seetõttu on optimaalset koormuseelset veestaatust keeruline üheselt defineerida (Armstrong jt. 2010). Organismi veesisaldus pidevalt muutub. Ehkki märgitud aatomite meetodiga on võimalik seda üsna täpselt mõõta, on see protseduur kulukas, aega ning tehnilist kompetentsi nõudev. Üldjuhul puudub meil ka praktiline vajadus teada, kui suur on keha täpne veesisaldus või selle numbriline muutus. Praktikas on oluline teada, kas nimetatud näitajad, hinnatuna läbi erinevate markerite, vastavad veestaatust iseloomustavatele referentsväärtustele. Veestaatust – euhüdratsiooni, hüpo- või hüperhüdratsiooni – hinnatakse üldiselt erinevaid vere- või uriinimarkereid kasutades, aga ka näiteks kehamassi muutusena.

Kehamassi kriteeriumi kasutamine koormuseelse veestaatuse hindamiseks eeldab euhüdratsiooniseisundit peegeldava kaalunäidu tuvastamist ehk mõõtu, millega võrrelda ja mille põhjal erinevusi hinnata. Armstrong jt. (2010) näitasid, et 12-päevasel uuringuperioodil oli 59 kehaliselt aktiivse mehe hommikune kehamass küllaltki stabiilne, kõikides $0,75 \pm$

0,60% piires. Minimaalne periood adekvaatse referentsväärtuse selgitamiseks on kolme päeva hommikune kaalumine ja hästi hüdreerunuks võib lugeda indiviidi, kelle kehamassi kõikumine jääb sellega võrreldes <1% piiresse (Sawka jt. 2007). Usaldusväärne on selle meetodi kasutamine siiski nende peal, kelle igapäevane energiabilanss ja toitumisharjumused on suhteliselt stabiilsed.

Kuna mitte ükski teine kehakoostise komponent ei muutu lühikese aja jooksul sedavõrd kiiresti kui organismi veesisaldus, on kehamassi muutus heaks vahendiks tööaegse veetasakaalu hindamisel. Kaalumine vahetult enne ja pärast tööd (või ka vahepeal), arvestades joodud vedeliku ja väljutatud uriini kogust, võimaldab üsna täpselt hinnata organismi veesisalduse vähenemist või hoopiski tõusu. Ehkki organismi veevarud vähenevad higi ja uriiniga kaotatu kõrval ka hingamisteede kaudu ja vett tekib juurde oksüdatsiooniprotsessides, on nende protsesside osatähtsus suure higikaotuse ja <3 h kestva töö korral siiski vähene ning üldjuhul jäetakse need ka arvestamata (Sawka jt. 2007).

Vereplasma osmolaalsus (P_{Osm}) on üks peamisi veetasakaalu regulaatoreid ning seetõttu suurepärase ka veestaatuse hindamiseks. Popowski jt. (2001) näitasid, et P_{Osm} näidud järgisid praktiliselt lineaarselt tööaegset kehamassi langust ja selle kiiret tõusu tööjärgsel rehüdratsioonil. See on tundlik marker ja võimaldab hinnata ka akuutseid, minutitega veestaatuses aset leidvaid muutusi. Seevastu uriini osmolaalsus (U_{Osm}) ja tihedus (U_{SG}) olid tööaegse dehüdratsiooni peegeldamisel vähem tundlikud ja reageerisid akuutsele de- ja rehüdratsioonile ajalise nihkega (Popowski jt. 2001). Pikemaajalise (näiteks ööpäevase), sealhulgas kehalise koormuse eelse veestaatuse hindamises peetakse uriinimarkereid aga väga usaldusväärseteks (Popowski jt. 2001; Sawka jt. 2007).

Erinevalt P_{Osm} mõõtmisest ei ole U_{Osm} määramine invasiivne protseduur. Seega on viimast oluliselt lihtsam ja turvalisem läbi viia. Tõsi, osmomeetri kasutamine nõuab siiski mõningast tehnilist kompetentsi ning ajalisi ja materiaalseid vahendeid. U_{SG} seevastu on määratav lihtsate ja suhteliselt odavate vahenditega. Igapäevases monitooringus võib selleks kasutada nii spetsiaalseid reaktiivseid mõõteribasid kui portatiivset optilist refraktomeetrit. Neil puhkudel kus vajalik suurem täpsusaste, on asjakohasem siiski üksnes viimase kasutamine (Popowski jt. 2001). U_{SG} peegeldab konkreetse uriiniproovi tihedust (massi mahuühiku kohta; $g \cdot ml^{-1}$) võrrelduna puhta vee tihedusega ($=1,000 g \cdot ml^{-1}$). Põhjusel, et uriin on kehavedelik, mille tihedus on alati suurem (reeglina vahemikus 1,009 – 1,033; Armstrong jt. 2010) kui veel, esitatakse see üldjuhul lihtsalt suhtarvuna ja ilma ühikuta. Kuna U_{SG} ja U_{Osm} vahel esineb tugev korrelatiivne seos (Popowski jt. 2001; Stover jt. 2006), on usaldusväärne U_{SG} marker leidnud üha sagedasemat kasutamist ka teaduslikes uurimistöodes.

Vere- ja uriinimarkerid on mõjutatud organismi akuutsetest veesisalduse muutustest, toitumisest ja esimesed ka kehaasendi muutustest. Mõõtmiste usaldusväärsuse tagamiseks peaksid need tegurid olema stabiilsed. Seepärast on hommikusi, vahetult pärast ärkamist registreeritud näitused käsitletud kõige adekvaatsematena (Cheuvront & Sawka 2005). Hiljaaegu näitasid aga Armstrong jt. (2010), et 12-päevasel uuringuperioodil olid esimesed hommikused uriiniproovid oluliselt kõrgema kontsentratsiooniga kui kogu ööpäeva kestel kogutud uriin (U_{Osm} vastavalt 805–867 vs 637–720 mOsm·kg⁻¹; U_{SG} vastavalt 1,023–1,025 vs 1,018–1,020 g·ml⁻¹). Nad osutasid ka vajadusele varasemaid uriiniproovi võtmise ajaga seonduvaid seisukohti korrigeerida (hommikune esimene vs vahetu koormuseelne proov; üksik proov vs 24 h jooksul kogutu). Mida pikemaks kujuneb aeg ärkamise ja treeningu vahel, seda suurem on tõenäosus, et hommikune esimene uriininäit ei peegelda tegelikku veestaatust koormuse alguses. Hommikusest euhüdratsioonist võib õhtupoolikuks saada hüpo- või euhüdratsioon või ka vastupidi. Seepärast on võistlus- või treeningueelset veestaatust hinnanud uuringuis (Aragon-Vargas jt. 2009; Maughan jt. 2005; Osterberg jt. 2009; Silva jt. 2011; Stover jt. 2006; Volpe jt. 2009) U_{Osm} ja/või U_{SG} mõõdetud vahetult enne tööd.

Praktilistel puhkudel, kus U_{Osm} või U_{SG} määramine ei ole võimalik või kui mõõtmise täpsusaste ei ole primaarne, võib veestaatust mõõta ka uriini värvusega (U_{Col}) ja kasutada selleks klassikalist 8-värvilist skaalat, mis ulatub õrnalt kollakast (number 1) pruunikas-roheliseni (number 8) (Armstrong jt. 2010). Kui hommikuse esimese ja 24 h jooksul kogutud proovi U_{Osm} ja samuti U_{SG} oluliselt erinesid, siis U_{Col} visuaalne hindamine väiksemaid erinevusi välja ei toonud (Armstrong jt. 2010). See meetod on aga lihtne ja informatiivne kasutamiseks igapäevases monitooringus.

Kirjeldatud meetodid pole ainsad, millega organismi akuutset ja/või kroonilist veestaatust on võimalik mõõta. Keha veesisalduse määramine bioelektrilise takistuse kaudu, plasma mahu ja naatriumi sisalduse muutus, süljevedeliku osmolaalsus, subjektiivne janu tunne – kõik need on kas liialt keerukad või hoopiski liiga üldised ja suure variatiivsusega (Cheuvront & Sawka 2005). Kirjeldatud sai kõigist markeritest olulisemaid ja nende euhüdratsiooni seisundit iseloomustavad referentsväärtused on järgmised – hommikune kehamassi variatiivsus <1%; P_{Osm} <290 mOsmol·kg⁻¹; U_{Osm} ≤700 mOsmol·kg⁻¹; U_{SG} ≤1,020; U_{Col} = 4–5 (Armstrong jt. 2010; Sawka jt. 2007). Valiku ees seismisel tuleb ennekõike silmas pidada mõõtmiste otstarvet. Teaduslik uurimus või lihtsalt monitooring, akuutsete või pikema-ajaliste muutuste hindamine – need nõuavad meetodi erinevat täpsust ja tundlikkust. Sellest tulenevalt erinevad ka materiaalsed ja ajalised kulutused. Koormuseelse veestaatuse hindamisel on kõiki asjaolusid arvesse võttes optimaalne valik U_{SG} määramine.

Oma uurimistöö praktilises osas kirjeldame treeningueelset veestaatust ja hindame selle potentsiaalset mõju treeninguaegsele vee *ad libitum* joomisele. Seni läbiviidud uuringud ei anna ühest vastust küsimusele, kui võrd koormuseelne veestaatus joogi vabal kättesaadavusel selle tööaegset tarbimist siiski mõjutab. Erinevalt ühekordse pingutusega seonduvast, annab kaheksal järjestikusel päeval ekstreemses kuumas treeningute foonil nähtav võimaluse välistada juhuslikkuse ja öelda enamat indiviidile harjumuspärase koormuseelse veestaatuse ja koormuseaegse joomise kohta. Samuti lubab meie poolt kasutatud uuringuskeem jälgida kohanemisega kaasnevat muutusi higikaotuses ja hinnata, kui võrd see kajastub joomiskäitumise muutumises.

2. EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uuringu eesmärk oli hinnata koormuseelset veestaatust, koormusega kaasnevat muutust veetasakaalus ja nende omavahelisi seoseid kuumas keskkonnas 8-päevase kohanemistreeningu foonil. Eesmärgi täitmiseks:

1. Mõõtsime vaatlusaluste uriini tiheduse kaheksal järjestikusel päeval treeningule tulles;
2. Registreerisime iga treeningu foonil kehamassi muutuse, higikaotuse ja joodud vee hulga ning kalkuleerisime higistamise intensiivsuse ja dehüdratsiooni ulatuse;
3. Hindasime registreeritud näitajate muutusi 8-päevase treeninguperioodi jooksul;
4. Vaatlesime seoseid:
 - 1) treeningueelse uriini tiheduse ja treeningu ajal joodud veehulga vahel;
 - 2) treeninguga kaasunud higikaotuse ja treeningu ajal joodud veehulga vahel.

3. TÖÖ METOODIKA

Käesolev magistritöö moodustab osa mahuka teadusprojekti (Kehalise ja vaimse töövõime optimeerimine kuumastressi tingimustes; SKKSB07199) II etapi raames läbiviidud uuringust. Keskendumine kuumastressiga kohanemiseks kasutatud 8-päevasele treeninguperioodile, jättes kõrvale sellele eelnenud ja järgnenud töövõime testimisega seonduva. Uuringuks oli Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee luba ja see viidi läbi 2011 aasta talvel ja varakevadel.

3.1. Vaatlusalused

Uuringus osales 19 kehaliselt aktiivset meest (vanus $22,4 \pm 3,1$ aastat; keha pikkus $1,81 \pm 0,06$ m; keha mass $79,8 \pm 10,9$ kg; VO_{2peak} $54,1 \pm 5,9$ ml·kg⁻¹·min⁻¹; keskmine \pm SD). Nende tervislikku seisundit ja võimalikke vastunäidustusi hinnati vastavasisulise küsimustikuga. Kõik olid mittesuitsetajad, ei tarvitanud ravimeid ega toidulisandeid ning nende viimasest viibimisest harjumuspärasest soojema kliimaga piirkondades pidi olema möödunud vähemalt kaks kuud. Oma osalemiseks andsid vabatahtlikud kirjaliku nõusoleku.

Vaatlusaluste kehapiikkus fikseeriti seinale kinnitatud mõõdulindi ja keha mass elektroonilise kaalu (CH3G-150I Combics, Sartorius AG, Goettingen, Saksamaa) abil. Kasvavate koormustega kõnnitestiga liikurrajal määrati vaatlusaluste maksimaalne hapnikutarbimise võime (Viasys/Jaeger LE300C, Viasys Healthcare GmbH, Hoechberg, Saksamaa).

3.2. Kuumaga kohanemise treeningud

Iga vaatlusaluse jaoks kaheksa järjestikust päeva hõlmanud treeninguprogramm viidi läbi liikurrajal (Viasys/Jaeger LE300C, Viasys Healthcare GmbH, Hoechberg, Saksamaa), muudetavate kliimaparameetritega kambris (Design Environmental Ltd., Gwent, Suurbritannia) kontrollitud hüpertermia meetodil (Taylor & Cotter 2006). Fikseeritud õhutemperatuuril 48°C ja 18%-lise suhtelise õhuniiskuse juures tuli vaatlusalusel esmalt ~15 minutit joosta, eesmärgiga tõsta selle ajaga keha süvatemperatuur (rektaaltemperatuur) tasemele 38,5°C. Selle saavutamisel mindi koheselt üle kõnnile, tempoga 6 km·h⁻¹ ja hoidmaks ülejäänud treeningu jooksul rektaaltemperatuuri vahemikus 38,5–38,8°C, muudeti edaspidi raja tõusnurka ning vajadusel vähendati ka kiirust. Kolm 30-minutilist kõnniperioodi, eraldatuna üksteisest 5-minutiliste seisupausidega tähendas vaatlusalusele viibimist eelnimetatud efektiivses temperatuurivahemikus täpselt 100 minutit. Koos

süvatemperatuuri tõusuks kulutatud ajaga kestis üks treening kliimakambris kokku ~115 minutit.

Kõik treeningud toimusid pärastlõunasel ajal, algusega kell 13.00–17.00. Peale manitsuse mitte taastada oma veevarusid alkoholi sisaldavate jookidega, muul moel vaatlusaluste harjumuspärastesse toitumis- ja joomisharjumustesse treeninguperioodil ei sekkunud.

3.3. Registreeritud näitajad

Treeningule tulles andis vaatlusalune esmalt uriiniproovi. Lastes sellel jaheneda toatemperatuurini, määrati 30–45 minuti möödudes digitaalse refraktomeetriga (PDX-CL, VeeGee Scientific Inc., Kirkland, WA, USA) uriini tihedus. Saadud näite kasutati hilisemas andmetöötlemises koormuseelse veestaatuse hindamiseks. Igale mõõtmisele eelnevalt kalibreeriti refraktomeeter destilleeritud veega.

Pärast palvet põis täielikult tühjendada vaatlusalune kaaluti, ilma riieteta ja täpsusega 0,001 kg (elektronilise kaaluga CH3G-150I Combics, Sartorius AG, Goettingen, Saksamaa). Treeningujalanõudesse ja lühikestesse spordipükstesse riietudes paigaldas uuritav oma pärasoolde, 10 cm sfinkterlihasest tahapoole rektaaltemperatuuri registreeriva anduri (TX-2, Columbus Instruments, Columbus, OH, USA). Südame löögisageduse jälgimiseks kasutati pulsivööd ja telemeetrilist süsteemi (Suunto Dual Belt ja Suunto PC POD, Suunto OY, Soome), rektaaltemperatuuri monitooringuks elektronilist andmelugejat (Iso-Thermex 256, Columbus Instruments, Columbus, OH, USA). Mõlemat parameetrit jälgiti treeningu kestel jooksvalt, kuid ei salvestatud. Treeningu lõpetamisel väljus vaatlusalune kliimakambrist, eemaldas mõlemad mõõteandurid ja riietuse ning pärast rätikuga hoolikat kuivatamist kaaluti. Dehüdratsiooni ulatust hinnati järgneva valemiga:

$$\text{Kehamassi kaotus (\%)} = \frac{\text{kehamass enne} - \text{kehamass pärast}}{\text{kehamass enne}} \times 100$$

Vaatlusalusel ei lubatud juua treeningu algul rektaaltemperatuuri kiireks tõusuks ettenähtud ~15-minutilise jooksu kestel. Sellele järgnenud 100-minutilise perioodi (3 x 30 minutit kõndi, eraldatuna 5-minutiliste seistes puhkepausidega) vältel joodi *ad libitum*. Ühtegi soovitusi, kui palju või vähe juua, treeningu läbiviijad ei jaganud. Joogiks kasutatud kraanivesi oli enne kambrisse viimist temperatuuril ~10°C ja korraga oli vaatlusalusel käepärast üks 650 ml pudel. Ühe pudeli tühjaks joomisel asendati see koheselt järgmisega. Joodud veekogused registreeriti 1 g täpsusega digitaalse toidukaaluga (Soehnle, Leifheit AG,

Nassau, Saksamaa). Kui esines vajadus 5-minutilistel puhkepausidel urineerida, tehti kõik vajalikud toimingud kambrist väljumata.

Higikaotus arvutati eelnimetatud arvesse võttes järgmiselt:

Higikaotus (ml) = [(kehamass enne – kehamass pärast) – (väljutatud uriin)] + joodud vesi

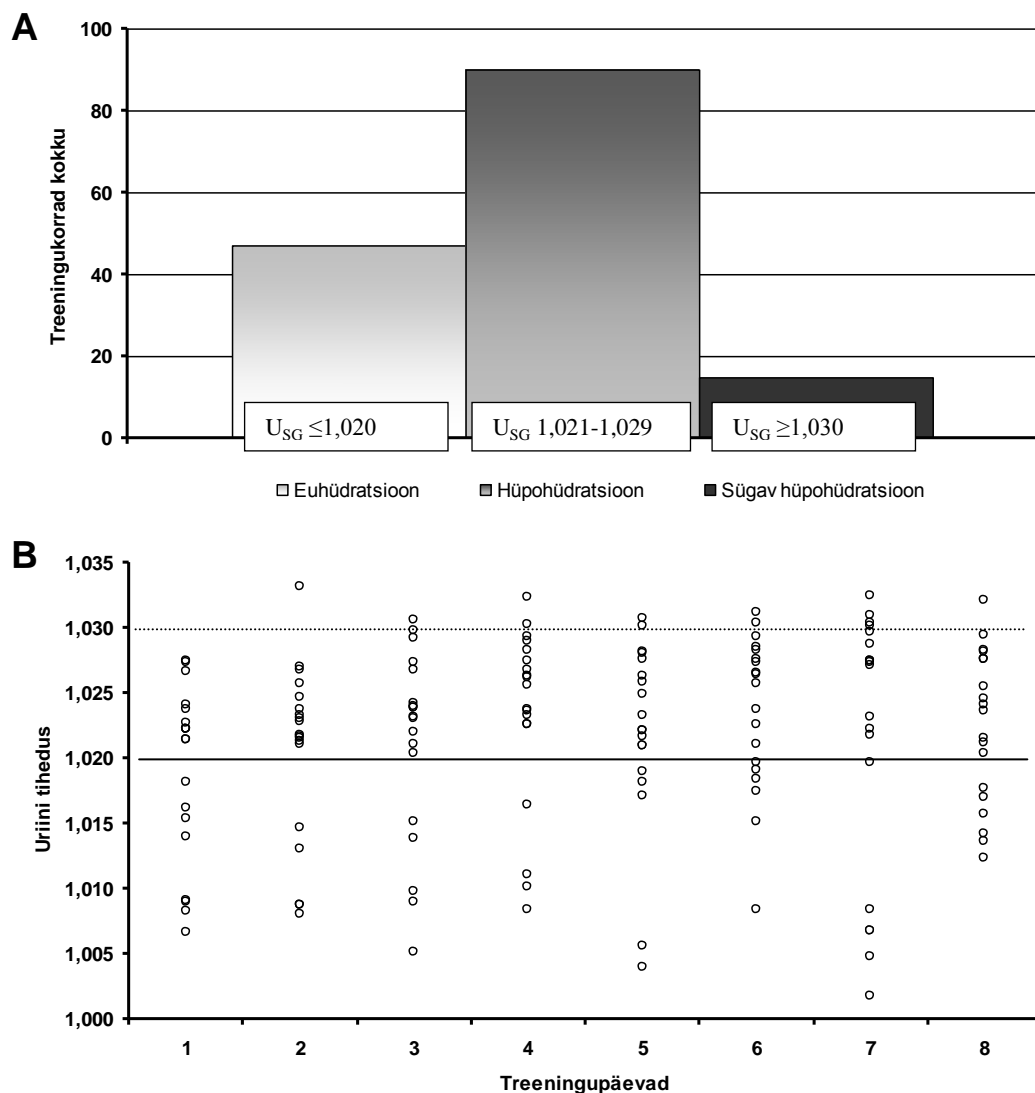
Higistamise intensiivsuse ($\text{ml} \cdot \text{h}^{-1}$) arvutamiseks jagati higikaotus treeningu ajaga. Viimane sõltuvalt jooksuetapi (~15 minutit) tegelikust kestusest vähesel määral varieerus.

3.4. Statistiline andmetöötlus

Saadud andmete statistiliseks töötamiseks kasutati arvutiprogrammi *Microsoft Office Excel 2003*. Esmase töötlemise käigus arvutati erinevate näitajate osas aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja standardhälve (\pm SD). Aritmeetiliste keskmiste erinevuse olulisust hinnati Student'i paaride t-testi abil. Korrelatiivsete seoste leidmiseks kasutati Pearson'i korrelatsioonianalüüsi. Statistilise olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$.

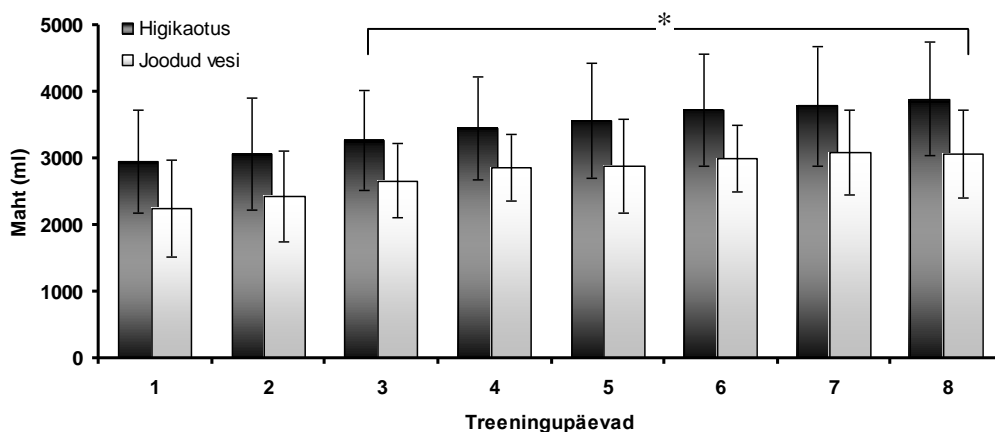
4. TÖÖ TULEMUSED

Kõik vaatlusalused ($n = 19$) läbisid treeninguprogrammi kaheksal järjestikusel päeval ja iga treeningu ettenähtud mahus. Kokku 152-st korrast 69%-l juhtudest tuldi treeningule hüpoüdreerununa, neist 90 korda mõõdukalt ($U_{SG} 1,021-1,029$) ja 15 korda sügavalt ($U_{SG} \geq 1,030$) hüpoüdreerununa (joonis 1A). U_{SG} variatiivsus treeninguperioodi kestel ei muutunud (joonis 1B). Ükski vaatlusalustest ei tulnud kõigile kaheksale treeningule eühüdreerununa ($U_{SG} \leq 1,020$). Seitsmel korral alustas treeningut eühüdreerununa üks vaatlusalune (kaheksa treeningu eelne U_{SG} keskmiselt $1,013 \pm 0,004$). Neli vaatlusalust tulid igale treeningule hüpoüdreerununa ($U_{SG} > 1,020$), neist üks pooltel kordadel sügavalt hüpoüdreerununa (kaheksa treeningu eelne U_{SG} keskmiselt $1,029 \pm 0,002$).



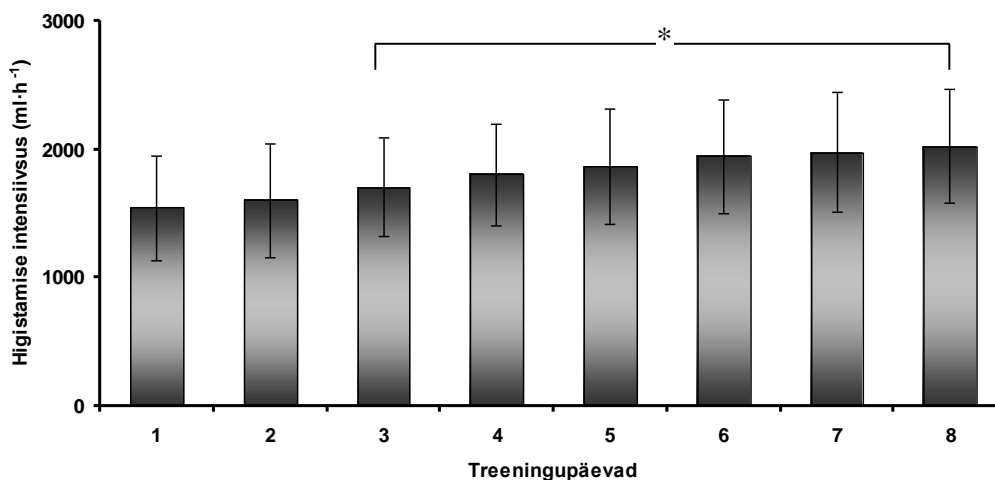
Joonis 1. Treeningueelne veestaatus (uriini tihedus; U_{SG}) (A) ja selle näitaja individuaalne variatiivsus (B) kuumas keskkonnas 8-päevasel kohanemistreeningul ($n = 19$; 152 treeningukorda). Pidevjoon joonisel 1B tähistab eu- ja hüpoüdratsiooni vahelist piiri, punktiirjoon sügava hüpoüdratsiooni kriteeriumi.

Higikaotus esimesel treeningul oli 2959 ± 779 ml (vahemikus 1969–5100 ml) ja viimasel 3889 ± 853 ml (vahemikus 2588–5968 ml). Vett joodi esimesel treeningul 2241 ± 729 ml (vahemikus 1243–3694 ml) ja viimasel 3064 ± 666 ml (vahemikus 2101–4828 ml). Nii higikaotused kui joodud veekogused treeningust treeningusse suurenesid ja alates kolmandast treeningust olid oluliselt suuremad võrreldes esimesega ($p < 0,05$; joonis 2).



Joonis 2. Veetasakaal (higikaotus vs joodud vesi) kuumas keskkonnas 8-päevasel kohanemistreeningul ($n = 19$). * - oluline erinevus võrreldes esimese treeninguga ($p < 0,05$).

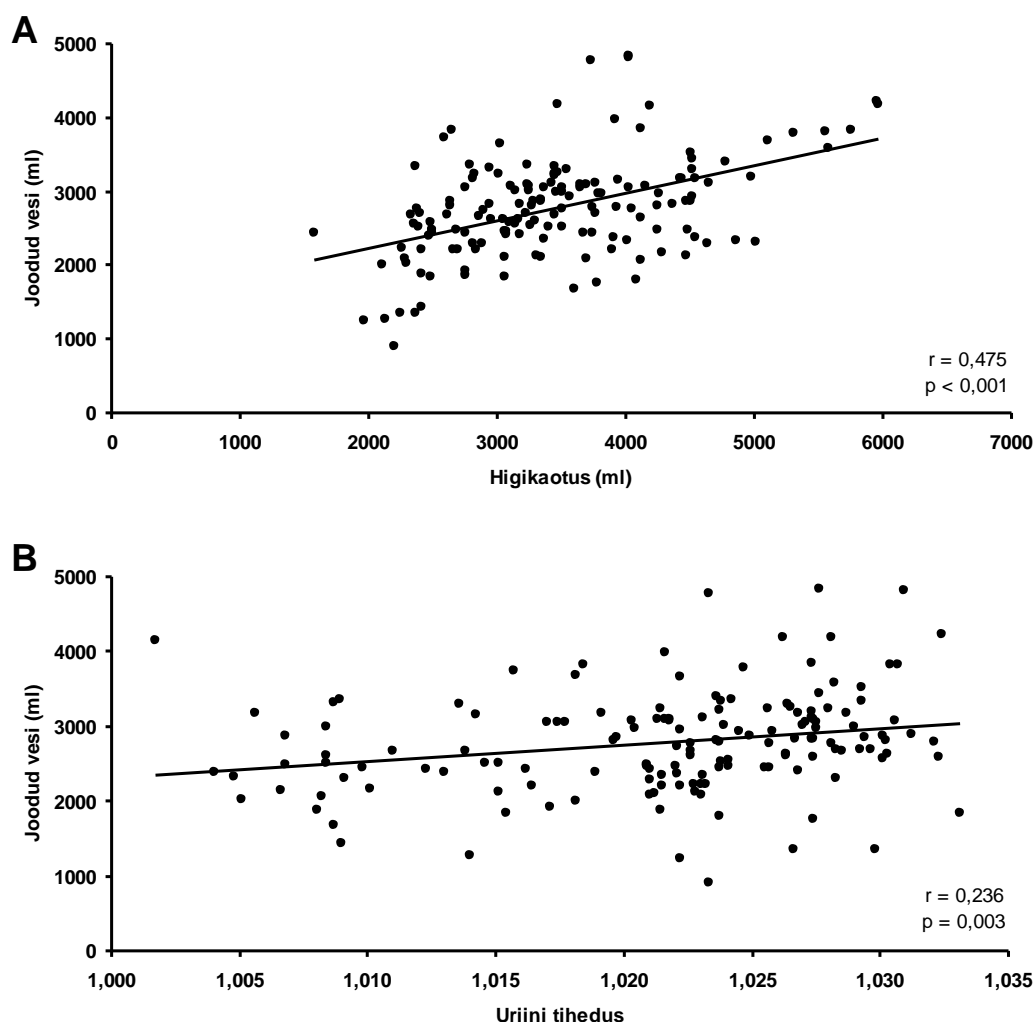
Vaatlusalused taastasid treeninguaegse vee joomisega higikaotuse keskmiselt 83% ulatuses. Treeningust treeningusse see oluliselt ei muutunud, jäädes vahemikku 77–86% (joonis 2). Individuaalselt kõige kõrgem 8-päevase treeninguperioodi keskmine oli $107 \pm 19\%$, kõige väiksem ja stabiilsem keskmine $49 \pm 2\%$.



Joonis 3. Higistamise intensiivsus kuumas keskkonnas 8-päevasel kohanemistreeningul ($n = 19$). * - oluline erinevus võrreldes esimese treeninguga ($p < 0,05$).

Higistamise intensiivsus esimesel treeningul oli $1544 \pm 407 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ (vahemikus 1027–2661 $\text{ml}\cdot\text{h}^{-1}$) ja viimasel $2023 \pm 447 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ (vahemikus 1350–3114 $\text{ml}\cdot\text{h}^{-1}$). See suurenes treeningust treeningusse ja alates kolmandast treeningust oli oluliselt suurem võrreldes esimesega ($p < 0,05$; joonis 3).

Korrelatsioonianalüüs näitas usutavat seost treeninguaegse higikaotuse ja joodud vee vahel ($r = 0,475$; $p < 0,001$; joonis 4A). Nõrk, ent statistiliselt oluline oli seos treeningueelse uriini tiheduse ja treeningu ajal joodud vee vahel ($r = 0,236$; $p = 0,003$; joonis 4B).



Joonis 4. Treeninguaegse higikaotuse ja joodud vee (A) ning treeningueelse uriini tiheduse ja treeningu ajal joodud vee (B) vaheline korrelatiivne seos kuumas keskkonnas 8-päevasel kohanemistreeningul ($n = 19$; 152 treeningukorda).

Kehamassi languse (dehüdratsiooni) keskmised jäid kõigil treeningupäevadel vahemikku 0,7–1,0% (Tabel 1).

Tabel 1. Kehamassi (KM) treeninguaegsed muutused (n = 19).

	Treeningupäevad							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Δ KM (kg)								
\bar{X}	- 0,7	- 0,6	- 0,6	- 0,5	- 0,7	- 0,7	- 0,7	- 0,8
± SD	± 0,7	± 0,8	± 0,9	± 0,9	± 0,8	± 0,8	± 0,8	± 0,9
min	+ 0,6	+ 0,9	+ 1,0	+ 1,0	+ 1,1	+ 1,2	+ 0,8	+ 1,2
max	- 2,1	- 2,3	- 2,4	- 2,1	- 2,2	- 2,3	- 2,7	- 2,5
Δ KM (%)								
\bar{X}	- 0,9	- 0,8	- 0,7	- 0,7	- 0,8	- 0,9	- 0,8	- 1,0
± SD	± 0,9	± 1,0	± 1,1	± 0,9	± 0,9	± 1,0	± 1,0	± 1,2
min	+ 0,9	+ 1,1	+ 1,4	+ 0,8	+ 1,2	+ 1,7	+ 0,9	+ 1,7
max	- 2,7	- 2,5	- 3,1	- 2,8	- 2,9	- 3,1	- 3,5	- 3,3

keskmise (\bar{X}), standardhälve (\pm SD), minimaalne (min) ja maksimaalne (max) väärtus.

5. TULEMUSTE ARUTELU

Oma uuringus nägime, et 69% juhtudest tuldi treeningule hüpo hüdreerununa ($U_{SG} > 1,020$), millest kuuendikul kordadest sügavalt hüpo hüdreerununa ($U_{SG} \geq 1,030$). Varasemalt on näidatud, et terviseklubides käivate harrastajate seas ($n = 239$) oli hüpo hüdreerununa treeningule tulijaid 46% (Stover jt. 2006) ning erinevate aladega tegelevate üliõpilassportlaste hulgas ($n = 263$) 66% (Volpe jt. 2006; mõlemas nimetatud uuringus kasutati hüpo hüdratsiooni kriteeriumina $U_{SG} \geq 1,020$). Ehkki viimati nimetatud töös oli hüpo hüdreerunute osakaal sarnane meie töös nähtuga, ja oma vaatlusaluste aeroobset treenitust võime samuti pidada pigem üliõpilas- kui tervisesportlastele sarnaseks, ei saa sellest siiski järeldada, et tugevama treenituse või kõrgema tasemega sportlaste seas oleks koormuseelne veedefitsiit sagedasem nähtus. Uuringutes tipptasemel jalg- ja korvpalluritega on täheldatud võistlusemängule hüpo hüdreerununa tulijaid nii 35% (Maughan jt. 2005; $U_{Osm} > 900 \text{ mOsmol} \cdot \text{kg}^{-1}$), 41% (Aragon-Vargas jt. 2009; $U_{SG} \geq 1,020$), 52% (Osterberg jt. 2009; $U_{SG} > 1,020$) kui ka 66% (DaSilva jt. 2012; $U_{SG} > 1,020$). Seega, sõltumata sportlikust tasemest on neid keskmiselt üks kuni kaks kolmandikku.

Äsjamainitud neljast uuringust kolmes vaadeldi koormuseelset veestaatust ainult ühe võistluse eelselt. Valimi suurus oli neis seejuures paari vaatlusaluse võrra väiksemgi kui meil ($n = 19$). Osterberg jt. (2009) jälgisid oma 29 vaatlusaluse võistluseelset veestaatust kahe, mõnepäevase vahega peetud mängu eel ning Silva jt. (2011) 20 vaatlusaluse treeningueelset veestatust kolmel järjestikusel päeval. Meie jälgisime seda veelgi pikema perioodi – kaheksal järjestikusel päeval toimunud treeningu – foonil. Mitmepäevane mõõtmine võimaldab võrreldes ühekordsega vähendada võimalikku juhuslikkust ja iseloomustada paremini individuaalseid erinevusi ja harjumuspärasusi. Oma uuringule tuginedes võime öelda, et esimesele treeningule tuli hüpo hüdreerununa 11 vaatlusalust (ehk 58%) ja ehkki võiks eeldada, et järgnevatel treeningutel on neid vähem, siis enamikul järgmistest kordadest oli hüpo hüdreerununa alustanud 14 (ehk 74%). Vähe oli ka neid, kelle treeningu-eelne veestaatus oleks läbi kogu treeninguperioodi olnud stabiilne. Neli vaatlusalust tulid igale treeningule hüpo hüdreerununa ($U_{SG} > 1,020$) ja üks neist pooltel kordadel sügavalt hüpo hüdreerununa. Kõiki kaheksat treeningut ei alustanud euhüdreerununa mitte ükski, seitsmel korral aga üks vaatlusalune. Kaheksat päeva hõlmanud uuring lubab seda tõlgendada kui individuaalset harjumuspärasust. Kokku neljale vaatlusalusele näis iseloomulik olla pärastlõunasel (treeningute toimumise) ajal hästi hüdreerunud. Enamikule teistele oli iseloomulikum jällegi pärastlõunane hüpo hüdratsioon. See ei pruugi siiski piirduda üksnes pärastlõunase ajaga, vaid olla nii kogu päeva kestel. Eespool viidatud töödes alustati

treeningute ja võistlustega nii vara hommikul, päeval kui hilja õhtul. Hüpo hüdreerunult tööd alustanute hulk oli sõltumata konkreetsest algusajast aga alati märkimisväärne.

Higistamise intensiivsus ja absoluutne higikaotus iga järgneva treeninguga suurenesid. Kui esimesel treeningul olid need keskmiselt $1544 \pm 407 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ ja $2959 \pm 779 \text{ ml}$, ja alates kolmandast treeningust juba oluliselt suuremad, siis viimasel korral olid need $2023 \pm 447 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ ja $3889 \pm 853 \text{ ml}$. See on kuumaga kohanemisel tüüpiline adaptiivne reaktsioon (Taylor & Cotter 2006). Efektivsemaks muutub nii jõudeoleku kui tööaegne higistamine. Langeb keha süvatemperatuur, millest alates higistamine intensiivistub ja see muutub ka süvatemperatuuri muutuse suhtes sensitiivsemaks. Higinäärmed hüpertrofeeruvad, suureneb nende sekretsioonvõime ja neis soolade tagasiimendumine (Allan & Wilson 1971; Taylor & Cotter 2006). Käesolevas uuringus kasutasime kuumaga kohanemisel nn. kontrollitud hüpertermia meetodit (Taylor & Cotter 2006), mille põhimõte seisneb keha süvatemperatuuri tõstmises ja edasises hoidmises püsivalt üle taseme, millest alates higistamine intensiivistub ($\sim 38^\circ\text{C}$). Arvestades individuaalseid erisusi, peetakse optimaalseks hoida see kestvalt $38,5^\circ\text{C}$ juures. Treenides konstantsel koormuse intensiivsusel, tõuseb esimestel kordadel kuumaga veel kohanemata olles süvatemperatuur kiiresti kriitiliselt kõrgele, treening tuleb varem lõpetada ja füsioloogilised mõjutused jäävad lühiajaliseks. Viimastel treeningukordadel, juba paremini kohanenuna kulub optimaalse süvatemperatuurini jõudmiseks aga liialt kaua aega ja efektiivne osa treeningust võib samuti lühikeseks jääda. Kontrollitud hüpertermia meetodil on kõik treeningud termoregulatsiooni mõistes ühevõrra efektiivsed. Süvatemperatuuri pikaajaline optimaalselt kõrge tase (meie töös 100 minutit vahemikus $38,5\text{--}38,8^\circ\text{C}$) on higistamismehhanismi tugev ärritaja ja nagu käesolev uuring kinnitas, ka kiireid ja ulatuslikke muutusi kaasa toov.

Dehüdratsiooniga kaasnev plasmamahu vähenemine ja hüperosmolaalsus võivad higistamise positiivset mõju süvatemperatuurile aga oluliselt pärssida (Cheuvront jt. 2004). Seetõttu on tähtis, mil määral koormusaegne higikaotus samaaegse joomisega kompenseeritakse. Sarnaselt higikaotuse progresseeruva suurenemisega, suurenes meie vaatlusalustel treeningust treeningusse ka joodud veekogus. Tööaegne higikaotus kompenseeriti joomisega keskmiselt 83% ulatuses. Treeninguprogrammi edenedes see oluliselt ei muutunud ja kõigi päevade keskmine jäi vahemikku 77–86%. See on mõnevõrra enam kui Nolte jt. (2011) uuringus, kus kuumas keskkonnas ($\sim 40^\circ\text{C}$) ligikaudu 4 h kestusega rännakmarsil vett *ad libitum* juues taastati higiga kaotatu keskmiselt 70% ulatuses. Võrdlus nimetatud uuringuga on asjakohane ka seetõttu, et higistamise intensiivsus oli mõlemas sarnane (neil $1782 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ ja meil kaheksa treeningu keskmisena $1807 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$). Vaatlusalused

jõid tolles uuringus keskmiselt 1264 ml·h⁻¹ ja meil 1451 ml·h⁻¹. Seevastu jalg- ja korvpallurid, kel võistlusolukorras ei ole võimalik juua koheselt, kui selleks tahtmine tekib, katavad higikaotuse keskmiselt 44–52% ulatuses (Aragon-Vargas jt. 2009; Osterberg jt. 2009; Shirreffs jt. 2005; Da Silva 2012). Joomine, nagu varasemalt käsitletud, sõltub mitmetest põhjustest, sealhulgas joogi temperatuurist ja maitseomadustest (Burns jt. 2001; Hubbard jt. 1984; Mündel jt. 2006). Võrreldavais uuringuis (Aragon-Vargas jt. 2009; DaSilva jt. 2012; Nolte jt. 2011; Shirreffs jt. 2005) joodi tööaegselt sarnaselt meie tööga puhast kraanivett. Joogipudeleid hoiti neis uuringuis jahutatuna ning Nolte jt. (2011) töös vahetati see vaatlusaluse soovil uue vastu, mis lubab arvata, et ka neil said vaatlusalused juua suhteliselt jahedat vett. Seega võime joogi maitseomadustest ja temperatuurist tingitud põhjused antud erinevuste seletamisel sisuliselt välistada. Üks oluline joomiskäitumise mõjutaja on aga keskkonnatemperatuur. Seda peab jällegi arvestama kontekstis töö iseloomu, kestuse ja intensiivsusega, kantava riietuse jpm. teguritega. Kõik need võivad mõjutada higistamise intensiivsust, janutunnet ja selle järgi joomist. Kuigi meil tehti tööd kõrgemal keskkonnatemperatuuril kui teistes võrreldavates uuringutes (48°C vs ~31–40°C), siis eelnimetatud tegurite kompleksust arvestades ei pruugi see olla piisavalt suur erinevus ja liialt spekulatiivne oleks näha selles oluliselt erinevat mõju janutundele. Peamiseks põhjuseks, miks meie ja Nolte jt. (2011) töös kaeti higikaotus joomisega enamal määral kui võistlussituatsioonis jalgpallureid uurinud töödes (Aragon-Vargas jt. 2009; Shirreffs jt. 2005; DaSilva 2012) võib pidada pallurite töö iseloomust sõltuvaid piiratud võimalusi juua vaatamata formaalsele vee *ad libitum* kättesaadavusele.

Keskmisses näitajas võib peituda aga suur individuaalne variatiivsus tingituna märkimisväärsetest erinevusest nii higistamise intensiivsuses kui ka joomiskäitumises (Shirreffs jt. 2005). Kui Aragon-Vargas jt. (2009) töös kaeti joomisega higikaotus vahemikus 20-81%, siis meie uuringus varieerus individuaalne kaheksa treeningu keskmine vahemikus 49–107%. Näiteks katsid kolm meie 19-st vaatlusalusest kõigi kaheksa treeningu keskmisena veidi enam kui 100% higiga kaotatust ehk nõ. jõid üle. Veelgi tähelepanelikumal vaatlusel võib nende seas märgata käitumuslikku eripära. Kui üks joob treeninguperioodi esimeses pooles järjekindlalt üle ja teises pooles jääb see grupi keskmise tasemele, siis teise joomiskäitumine on risti vastupidine. Ka gruppi tervikuna vaadates võib täheldada nii kahte juba nimetatud mustrit kui ka neid, kelle on joomine algusest peale suhteliselt ühtlane. Kuna järjestikustel päevadel ekstreemses kuumas toimuvad mahukad treeningud oli uus ja harjumatu kogemus, võttis oma veevajaduste ja -taluvuse tasakaalu leidmine indiviiditi erinevalt aega. Seda kinnitab ka teine individuaalne äärmus – vaatlusalune, kes püsivalt läbi kõigi treeningute taastas tööaegse joomisega oma higikaotuse keskmiselt 49 ± 2% ulatuses.

Sellist stabiilsust võib seletada faktiga, et tegemist on vabariigi paremiku kuuluva pikamaajooksjaga, kellel on väljakujunenud ja isikupärane joomiskäitumine. Kõrge aeroobne treenitus võib tähendada teatud kohanemust kõrge keha süvatemperatuuriga, selle paremat talumisvõimet ja juba efektiivsemat higistamisfunktsiooni. Eitamata geneetilise eripära olulisust, siis profuusne higistamine (kaheksa korra keskmisena $2317 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ (kui kõigi vaatlusaluste keskmine oli $1807 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$) seda spekulatsiooni vähemasti osaliselt kinnitab. Suure higikaotuse juures jõi aga nimetatud vaatlusalune suhteliselt vähe, mida kinnitab ka ülalmainitud protsent. Samuti, kui väga üksikutel juhtudel küündis teistel vaatlusalustel kehamassi kaotus treeningu lõpuks 2% ligidale ja kogu grupi keskmisena oli see kõigil treeningutel $0,8 \pm 1,0\%$, siis tollel uuritavaal oli see kõigil treeningutel $\sim 3\%$. See kinnitab veel kord tööaegse vähese joomise harjumuspärasust ja seejuures head dehüdratsiooni talumise võimet. Nimetatud vaatlusalust saame kogu grupi lõikes käsitleda siiski selgelt väljajoonistunud erandina, kes järgnevalt jutuks tulevale heaks kinnituseks ei ole.

Võttes arvesse kõigi vaatlusaluste kõik treeningud, siis nägime mõõdukat ja statistiliselt olulist seost ($r = 0,475$; $p < 0,001$) treeninguaegse higikaotuse ja joodud veehulga vahel. Ehkki ei saa välistada võimalust, et suuremas mahus joomine võimaldab ka intensiivsemalt higistada, siis tõenäolisemaks saab pidada siiski vastupidist seost. Intensiivsem higistamine põhjustab vajaduse suuremas koguses juua. Higistamisega kaasneva vereplasma mahu vähenemise ja osmolaalsuse tõusu, ekstratsellulaarse vedeliku osmootse rõhu tõusu ning hormonaalsete (reniin, angiotensiin II, aldosteroon, arginiin-vasopressiin) muutustega janutunne süveneb ja ajendab jooma (Burns jt. 2001). Mida intensiivsem on higistamine ja suurem veekaotus, seda suurem on ka vajadus see koheselt taastada. Sarnast korrelatiivset seost on täheldatud ka mitmes teises uuringus (Aragon-Vargas jt. 2009; Osterberg jt. 2009; Silva jt. 2011), kuid mõnes töös jällegi mitte (DaSilva jt. 2012; Maughan jt. 2005). Ka siin võib seda seletada ennekõike joomise võimalustega. Treeningutel on need paremad kui võistlustel ning korvpalluritel ka võistlustel paremad kui jalgpalluritel (DaSilva jt. 2012; Osterberg jt. 2009).

Treeningueelne veestaatus (U_{SG}) ja treeningu ajal joodud veehulk olid meie töös omavahel nõrgalt kuid statistiliselt oluliselt seotud ($r = 0,236$; $p = 0,003$). Ehkki võiks eeldada, et need, kes on enne tööd enam dehüdreerunud ka joovad töö ajal rohkem, siis mitmed uuringud (DaSilva jt. 2012; Osterberg jt. 2009; Silva jt. 2011) seda ei kinnita. Kahes töös, üks külmas (Maughan jt. 2005) ja teine kuumas (Aragon-Vargas jt. 2009) keskkonnas läbiviiduna, korrelatiivne seos küll esines, kuid mõlemas sõltus statistiline olulisus üksiku erindi arvestamisest/mittearvestamisest. Meie töös muudab nõrga seose oluliseks suhteliselt suur

seosepaaride arv (152 treeningu andmed). Võttes näiteks kõigi treeningute individuaalsed keskmised (19 seosepaari) on seos küll mõnevõrra tugevamgi, samas mitteoluline.

Maresh jt. (2004) vaatlesid samuti veestaatuse efekti janutundele, joomisele ja veetasakaalule madala intensiivsusega tööl kuumas keskkonnas. Uuritavad alustasid 90-minutilist tööd ühel juhul eühüdreerununa ja teisel juhul hüpoühdreerununa ($-3,8\%$ kehamassist). Mõlema foonil vett *ad libitum* juues nähtus, et koormuseelne veedefitsiit võimendas janutunnet ja joomist koormuse ajal. Hüpoühdreerununa alustades joodi töö ajal enam ja sagedamini ning muutused veeregulatsiooni hormoonides, vereplasma mahus ja P_{Osm} reaktsioonis olid samad, mis eühüdreerununa alustanultki. Nende uuringu meetodika aga ei võimalda vaadelda, kuidas ja mis tasemest alates mõjutab koormuseelse hüpoühdratsiooni ulatus koormusaegset joomist. Väikesed erinevused koormuseelses veestaatuses ei tähenda koheselt paralleelseid muutusi koormusaegselt joodava koguses.

Nolte jt. (2011) osutavad, et tööaegne vee *ad libitum* joomine ja seeläbi higikaotuse 70% ulatuses kompenseerimine on piisav, et kindlustada efektiivne termoregulatsioon kuumas keskkonnas kehalisel tööl. Seda juhul, kui kehamass langeb töö lõpuks $\sim 4\%$ ja enamgi. Nad näitasid, et janu järgi joomine tagas vaatamata ulatuslikule elektrolüütide kaotusele ja kehamassi langusele optimaalse vere Na^+ kontsentratsiooni ja osmolaalsuse. Vee *ad libitum* kättesaadavusel ja janutunde järgi juues katsid meie vaatlusalused tööaegse joomisega higikaotuse keskmiselt 83% ulatuses ja kehamass langes töö lõpuks selle algusega võrreldes keskmiselt 0,7–1%. Arvestades, et tööd tehti ekstreemsetes kuumatingimustes, on need numbrid eelnevalt eeldatuga võrreldes märksa positiivsemad. Dehüdratsioon jäi märksa tagasihoidlikumaks tasemest ($>2\%$ kehamassi langust), millest alates töövõime ja füsioloogilised funktsioonid kahjustatud võivad saada (Sawka jt. 2007). See lubab järeldada, et koormuseelse veestaatuse mõju kuumas keskkonnas ~ 2 h kestvale mõõdukale tööle on tööaegsel joogivee vabalt kättesaadavusel vähene.

6. JÄRELDUSED

Kuumas keskkonnas 8-päevase kohanemistreeningu foonil koormuseelset veestaatust, koormusega kaasnevaid muutusi veetasakaalus ja nende omavahelisi seoseid hinnatuna järeltame:

1. Kahel kolmandikul juhtudest tullakse treeningule hüpohüdreerununa, millest kuuendikul kordadest sügavalt hüpohüdreerununa;
2. Higistamise intensiivsus ja higikaotus iga järgneva treeninguga progresseeruvalt suureneb;
3. Võrdeliselt higikaotuse suurenemisega kasvab iga järgneva treeninguga ka joodud veehulk, kompenseerides kaotatu keskmiselt 83% ulatuses;
4. Kehalise koormuse aegne vee tarbimine on usutavas seoses samaaegse higikaotusega. Koormuseelse veestaatuse ja koormusaegse vee joomise vaheline seos on nõrk.
5. Koormuseelse veestaatuse mõju kuumas keskkonnas mõõdukale tööle on tööaegsel joogivee vabalt kättesaadavusel vähene.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Allan JR & Wilson CG (1971) Influence of acclimatization on sweat sodium concentration. *J Appl Physiol* 30:708-712
2. Aragon-Vargas LF, Moncada-Jimenez J, Hernandez-Elizondo J, Barrenechea A, Monge-Alvarado M (2009) Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *Eur J Sport Sci* 9:269-276
3. Armstrong LE, Pumerantz AC, Fiala KA, Roti MW, Kavouras SA, Casa DJ, Maresh CM (2010) Human hydration indices: Acute and longitudinal reference values. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 20:145-153
4. Burdon CA, O'Connor HT, Gifford JA, Shirreffs SM (2010) Influence of beverage temperature on exercise performance in the heat: a systematic review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 20:166-174
5. Burns J, Clarkson PM, Coyle EF, Eichner ER, Kenney WL, Mack GW, Murray R, Passe D, Prentice W, Rosenbloom C (2001) Why don't athletes drink enough during exercise, and what can be done about it? *Sports Sci Exch Roundtable* 12:1-5
6. Byrne C, Lim CL, Chew SA, Ming ET (2005) Water versus carbohydrate-electrolyte fluid replacement during loaded marching under heat stress. *Mil Med* 170:715-721
7. Carter J, Jeukendrup AE, Mündel T, Jones DA (2003) Carbohydrate supplementation improves moderate and high-intensity exercise in the heat. *Pflugers Arch - Eur J Physiol* 446:211-219
8. Cheuvront SN & Sawka MN (2005) Hydration assessment of athletes. *Sports Sci Exch* 97:1-8
9. Cheuvront SN, Carter R 3rd, Castellani JW, Sawka MN (2005) Hypohydration impairs endurance exercise performance in temperate but not cold air. *J Appl Physiol* 99:1972-1976
10. Cheuvront SN, Carter R 3rd, Montain SJ, Stephenson LA, Sawka MN (2004) Influence of hydration and airflow on thermoregulatory control in the heat. *J Therm Biol* 29:471-477
11. Cheuvront SN, Kenefick RW, Montain SJ, Sawka MN (2010) Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. *J Appl Physiol* 109:1989-1995

12. Clapp AJ, Bishop PA, Smith JF, Mansfield ER (2000) Effects of carbohydrate-electrolyte content of beverages on voluntary hydration in a simulated industrial environment. *AIHAJ* 61:692-699
13. Coyle EF (2004) Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci* 22:39-55
14. DaSilva RP, Mündel T, Natali AJ, Bara Filho MG, Alfenas RC, Lima JR, Belfort FG, Lopes PR, Marins JC (2012) Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *J Sports Sci* 30:37-42
15. Ebert TR, Martin DT, Bullock N, Mujika I, Quod MJ, Farthing LA, Burke LM, Withers RT (2007) Influence of hydration status on thermoregulation and cycling hill climbing. *Med Sci Sports Exerc* 39:323-329.
16. Ely BR, Chevront SN, Kenefick RW, Sawka MN (2010) Aerobic performance is degraded, despite modest hyperthermia, in hot environment. *Med Sci Sports Exerc* 42:135-141
17. Ely BR, Ely MR, Chevront SN, Kenefick RW, DeGroot DW, Montain SJ (2009) Evidence against a 40 degrees C core temperature threshold for fatigue in humans. *J Appl Physiol* 107:1519-1525
18. Gleeson M (1998) Temperature regulation during exercise. *Int J Sports Med* 19:S96-S99
19. Gonzalez-Alonso J, Calbet JA, Nielsen B (1998) Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. *J Physiol* 513:895-905
20. Gonzalez-Alonso J, Calbet JA, Nielsen B (1999a) Metabolic and thermodynamic responses to dehydration-induced reductions in muscle blood flow in exercising humans. *J Physiol* 520:577-589
21. Gonzalez-Alonso J, Mora-Rodriguez R, Below PR, Coyle EF (1997) Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *J Appl Physiol* 82:1229-1236
22. Gonzalez-Alonso J, Teller C, Andersen S, Jensen F, Hyldig T, Nielsen B (1999b) Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J Appl Physiol* 86:1032-1039
23. Hubbard RW, Sandick BL, Matthew WT, Francesconi RP, Sampson JB, Durkot MJ, Maller O, Engell DB (1984) Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *J Appl Physiol* 57:868-873
24. Jeukendrup AE (2004) Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 20:669-677

25. Jung AP, Bishop PA, Al-Nawwas A, Dale RB (2005) Influence of hydration and electrolyte supplementation on incidence and time to onset of exercise-associated muscle cramps. *J Athl Train* 40:71-75
26. Kenefick RW, Chevront SN, Palombo LJ, Ely BR, Sawka MN (2010) Skin temperature modifies the impact of hypohydration on aerobic performance. *J Appl Physiol* 109:79-86
27. Laursen PB, Suriano R, Quod MJ, Lee H, Abbiss CR, Nosaka K, Martin DT, Bishop D (2006) Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon. *Br J Sports Med* 40:320-325
28. Maresh CM, Gabaree-Boulant CL, Armstrong LE, Judelson DA, Hoffman JR, Castellani JW, Kenefick RW, Bergeron MF, Casa DJ (2004) Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *J Appl Physiol* 97:39-44
29. Maughan RJ & Shirreffs SM (1998) Dehydration, rehydration and exercise in the heat: concluding remarks. *Int J Sports Med* 19:S167-S168.
30. Maughan RJ, Shirreffs SM, Merson SJ, Horswill CA (2005) Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *J Sports Sci* 23:73-79.
31. McConell GK, Burge CM, Skinner SL, Hargreaves M (1997) Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Physiol Scand* 160:149-156.
32. McConell GK, Stephens TJ, Canny BJ (1999) Fluid ingestion does not influence intense 1-h exercise performance in a mild environment. *Med Sci Sports Exerc* 31:386-392
33. Montain SJ & Coyle EF (1992) Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift. *J Appl Physiol* 73:1340-1350
34. Montain SJ, Chevront SN, Sawka MN (2006) Exercise-associated hyponatremia: quantitative analysis to understand the aetiology. *Br J Sports Med* 40:98-106
35. Morgan RM, Patterson MJ, Nimmo MA (2004) Acute effects of dehydration on sweat composition in men during prolonged exercise in the heat. *Acta Physiol Scand* 182:37-43
36. Mündel T, King J, Collacott E, Jones DA (2006) Drink temperature influences fluid intake and endurance capacity in men during exercise in a hot, dry environment. *Exp Physiol* 91:925-933

37. Neuffer PD, Young AJ, Sawka MN (1989) Gastric emptying during exercise: effects of heat stress and hypohydration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 58:433-439
38. Nolte HW, Noakes TD, VanVuuren B (2011) Trained humans can exercise safely in extreme dry heat when drinking water ad libitum. *J Sports Sci* 29:1233-1241
39. Nybo L & Nielsen B (2001) Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol* 91:1055-1060
40. Nybo L (2012) Brain temperature and exercise performance. *Exp Physiol* 97:333-339
41. Osterberg KL, Horswill CA, Baker LB (2009) Pregame urine specific gravity and fluid intake by National Basketball Association players during competition. *J Athl Train* 44:53-57
42. Popowski LA, Oppliger RA, Patrick Lambert G, Johnson RF, Kim Johnson A, Gisolfi CV (2001) Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc* 33:747-753
43. Rehrer NJ & Burke LM (1996) Sweat losses during various sports. *Austr J Nutr Diet* 53:S13-S16
44. Rehrer NJ (2001) Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Med* 31:701-715
45. Roelands B, Buyse L, Pauwels F, Delbeke F, Deventer K, Meeusen R (2011) No effect of caffeine on exercise performance in high ambient temperature. *Eur J Appl Physiol* 111:3089-3095
46. Ryan AJ, Lambert GP, Shi X, Chang RT, Summers RW, Gisolfi CV (1998) Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise. *J Appl Physiol* 84:1581-1588
47. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NJ (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 39:377-390
48. Sawka MN, Chevront SN, Kenefick RW (2012) High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. *Exp Physiol* 97:327-332
49. Sharp RL (2006) Role of sodium in fluid homeostasis with exercise. *J Am Coll Nutr* 25:S231-S239
50. Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratos L, Zachwieja JJ (2005) The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int J Sports Med* 26:90-95.

51. Silva RP, Mündel T, Natali AJ, Bara Filho MG, Lima JR, Alfenas RC, Lopes PR, Belfort FG, Marins JC (2011) Fluid balance of elite Brazilian youth soccer players during consecutive days of training. *J Sports Sci* 29:725-732
52. Stover EA, Petrie HJ, Passe D, Horswill CA, Murray B, Wildman R (2006) Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Appl Physiol Nutr Metab* 31:320-327
53. Taylor NA & Cotter JD (2006) Heat adaptation: guidelines for optimisation of human performance. *Int SportMed J* 7:33-57
54. Volpe SL, Poule KA, Bland EG (2009) Estimation of prepractice hydration status of national collegiate athletic association division I athletes. *J Athl Train* 44:624-629
55. Walsh RM, Noakes TD, Hawley JA, Dennis SC (1994) Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int J Sports Med* 15:392-398
56. Wansink B, Cardello A, North J (2005) Fluid consumption and the potential role of canteen shape in minimizing dehydration. *Mil Med* 170:871-873

Pre-training hydration status and water balance during 8-day heat acclimation program

Karin Vigla

SUMMARY

The aim of our descriptive study was to estimate pre-training hydration status and changes in water balance during training sessions in the heat on eight consecutive days. We assessed the changes in pre-training urine specific gravity, pre- and post training body mass, sweat loss and water intake during each training session. We also calculated the sweat rate and the extent of dehydration. Correlation analysis was used to determine relationships between pre-training urine specific gravity and water intake as well as sweat loss and water consumption during training.

Nineteen physically active young males volunteered to participate in the study. The volunteers' physical characteristics were as follows: age: 22.4 ± 3.1 years, height 1.81 ± 0.06 m and body mass 79.8 ± 10.9 kg. The subjects participated in an 8-day heat acclimation program using a controlled-hyperthermia technique. The training sessions took place in a hot environment (48°C ; 18% relative humidity) in a climatic chamber. The training session consisted of a warm-up (running on treadmill) about 15 minutes and thereafter walking for three 30 min sessions separated by 5 min resting period. During the training sessions, the participants were allowed to drink water *ad libitum*.

In our study, we observed that on many occasions participants arrived to a training session in a hypohydrated state and water intake during training did not match water loss. Urine specific gravity was >1.020 for 105 of 152 measurements (69%). Both mean sweat loss and mean water intake consistently increased and from the third day, these values were significantly higher in comparison with the first day. Mean body mass change for the participants varied from 0.7 to 1%. Data indicate a significant moderate correlation between the extent of sweat loss and the volume of water consumed during training sessions on eight consecutive days. A weak but significant correlation existed between pre-training urine specific gravity and water intake.