

# Juoksijoiden nestetila ja sen muutokset erilaisten kestävyystyyppisten harjoitusten yhteydessä

Hanna Pirinen

Opinnäytetyö  
Vierumäen yksikkö  
Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma  
Syksy 2009



Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma

<b>Tekijä</b> Hanna Pirinen	<b>Ryhmä</b> Lot-2009
<b>Opinnäytetyön nimi</b> Juoksijoiden nestetila ja sen muutokset erilaisten kestävyystyyppisten harjoitusten yhteydessä	<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> 37 + 1
<b>Ohjaaja</b> Timo Vuorimaa	
<p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kestävyysjuoksijoiden nestetilaa ja sen muutoksia erilaisten kestävyysjuoksuharjoitusten yhteydessä. Nestetila vaikuttaa suoraan suorituskyvyn ylläpitämiseen ja näin ollen se on tärkeä tutkimuskohde.</p> <p>Tutkimukseen osallistui Suomessa kymmenen nuorten maajoukkueeseen kuuluvaa suomalaista kestävyysjuoksijaa, joista neljä oli miehiä ja kuusi naisia sekä Keniassa kymmenen kansainvälisen tason kenialaista kestävyysjuoksijaa, joista kaikki olivat miehiä. Nuorilla nestetilatutkimus toteutettiin maajoukkueen viikonlopun pituisella harjoitusleirillä Vierumäellä keväällä 2009. Harjoitusleirin ensimmäisen päivän harjoitus oli kovatehoinen matkavauhtiharjoitus ja toisen päivän harjoitus matalatehoinen pitkäaikaisen kestävyuden harjoitus. Kestävyysjuoksijoilta mitattiin molemmilta harjoituspäiviltä nestetilan arvioimiseksi virtsan ominaispaino ja kehon paino ennen aamupalaa ja päivän ensimmäistä harjoitusta sekä välittömästi harjoituksen jälkeen. Lisäksi kestävyysjuoksijat täyttivät nestepäiväkirjaa, jolla kartoitettiin nautittujen nesteiden kellonaikaa, määrää ja laatua. Kenialaisten nestetilaa arvioitiin samoilla menetelmillä kuin nuorilla juoksijoilla. Kenialaisten suorittama harjoitus oli 30 kilometrin testijuoksu.</p> <p>Nuorten maajoukkuejuoksijoiden kehon painon muutos ensimmäisen kovatehoiden matkavauhtiharjoituksen aikana oli keskimäärin -0,86 % (<math>p = 0,023</math>). Toisen päivän matalatehoiden pitkäaikaisen kestävyysharjoituksen aikana painon muutos oli keskimäärin -0,61 % (<math>p = 0,036</math>). Virtsan ominaispainon muutos ensimmäisen harjoituksen aikana oli -0,008 yksikköä (<math>p = 0,005</math>). Toisen harjoituksen aikana virtsan ominaispainon muutos oli -0,013 yksikköä (<math>p = 0,025</math>). Nuoret kestävyysjuoksijat nauttivat nesteitä keskimäärin noin <math>3 \pm 0,8</math> litraa henkilöä kohden vuorokaudessa. Enemmän vettä ja mehua nauttineilla (<math>\geq 1,35</math> litraa ja <math>\geq 1</math> litraa, mainitussa järjestyksessä) juoksijoilla kehon paino laski merkittävästi (<math>p = 0,034</math> ja <math>p = 0,026</math>, mainitussa järjestyksessä) matalatehoiden pitkäaikaisen kestävyysharjoituksen aikana. Vähemmän vettä tai mehua nauttineilla (<math>\leq 1</math> ja <math>\leq 0,6</math> litraa, mainitussa järjestyksessä) ei tapahtunut muutosta virtsan ominaispainossa tai kehon painossa Kenialaisten kehon painon muutos 30 kilometrin testijuoksun aikana oli keskimäärin -3,65 % (<math>p &lt; 0,001</math>). Ennen suorituksia kenialaiset olivat nesteytyneemmässä kunnossa kuin suomalaiset juoksijat.</p> <p>Kehon painon ja virtsan ominaispainon perusteella voidaan todeta, ettei nuorilla kestävyysjuoksijoilla tapahtunut suorituskyyä heikentäviä muutoksia nestetilassa viikonloppuleirin aikana. Kenialaisten nestetilan muutokset taas olivat merkittävästi suorituskyyä heikentäviä. Enemmän vettä ja mehua nauttineilla nuorilla juoksijoilla kehon paino laski merkittävästi. Voidaan todeta, että enemmän nestettä nauttineilla oli enemmän kulutettavaa. Nuorten juoksijoiden tulisi kiinnittää enemmän huomiota nesteytykseen.</p>	
<b>Asiasanat</b> nestetila, nesteytys, nestehukka, virtsan ominaispaino	

Degree Programme in Sports and Leisure Management

<b>Author</b> Hanna Pirinen	<b>Group</b> Lot-2009
<b>The title of thesis</b> State of hydration and its changes for endurance runners between different endurance training sessions	<b>Number of pages and appendices</b> 37 + 1
<b>Supervisor</b> Timo Vuorimaa	
<p>This Bachelor's thesis examines the state of hydration for endurance runners. The aim of the study was to determine the state of hydration and its changes for endurance runners between different types of endurance training sessions. The state of hydration affects the athlete's performance and therefore this study is relevant.</p> <p>The target groups consisted of ten young <math>19 \pm 1</math>- year-old Finnish competitive and ten elite adults Kenyan competitive endurance runners. Data for this study was collected over a weekend camp in Vierumäki, Finland, in the spring of 2009. The Finnish subjects' completed two training sessions in two days. The first session consisted of high intense endurance training. The second session focused on low intense long duration running. Hydration status was assessed before the first practice and directly after the training sessions on both days. In addition subjects' completed a survey about the fluids they ingested during the weekend. The survey determined the type of fluid ingested the amount of the fluid and the time consumed. Kenyan competitive endurance runners' state of hydration was measured with the same methods as young Finnish competitive endurance runners. Kenyan endurance runners completed high intense 30 kilometers long duration running test.</p> <p>During the first training session an average body weight loss was -0.86% (<math>p=0,023</math>) and in the second training session the average was -0.61% (<math>p=0,036</math>). According to these averages there was no significant decrease in body weight that did affect the athlete's performance during the two days training. The average changes in the urine specific gravity during the first training session was -0,008 (<math>p=0,005</math>) and during the second training session -0,013 (<math>p=0,025</math>). According to the survey subjects' completed the average fluids ingested was <math>3 \pm 0,8</math> liters per day. Subjects' that ingested more water and juice (<math>\geq 1,35</math> liters and <math>\geq 1</math> liters, respectively) had body weight decreased significantly (<math>p=0,026</math> and <math>p=0,034</math>, respectively) during the second training session. Subjects' that ingested less water and juice (<math>\leq 1</math> and <math>\leq 0,6</math> liters, respectively) had no significant changes in their urine specific gravity or body weight. Kenyan runners' average body weight loss during the test run was significant 3.65% (<math>p &lt; 0,001</math>).</p> <p>The results of this study show that there were no significant changes in the hydration status that did affect the athlete's performance during the two days training on young competitive endurance runners between different training sessions. Kenyan endurance runners had significant changes in body weight that did affect athlete's performance. It was significant for the body weight loss what type or how much fluid was consumed. The findings indicate that young competitive runners' have to focus more on hydration. In every training session statistically significant limit was <math>p &lt; 0,05</math>.</p>	
<b>Key words</b> level of hydration, hydration, dehydration, urine specific gravity	

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Nestetila ja sen muutokset fyysisessä kuormituksessa .....	3
2.1	Hikoilu, lämmönsäätely ja nesteen menetys .....	3
2.2	Nestehukka .....	5
3	Nestetilan arviointi ja mittaaminen .....	8
3.1	Kehon paino .....	8
3.2	Virtsan ominaispaino ja osmolaliteetti .....	8
3.3	Yksilöllisen nestetarpeen arviointi .....	10
4	Nesteytys .....	11
4.1	Nesteen imeytyminen .....	11
4.2	Nesteytys ennen harjoitusta .....	11
4.3	Nesteytys harjoituksen aikana .....	13
4.4	Nesteytys harjoituksen jälkeen .....	16
5	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat .....	20
6	Menetelmät .....	21
6.1	Kohdejoukko .....	21
6.2	Koeasetelma .....	21
6.3	Mittausmenetelmät .....	22
6.4	Tilastolliset tarkastelut .....	22
7	Tutkimustulokset .....	23
7.1	Harjoitusten yhteydessä nautitun nesteen määrä ja laatu .....	23
7.2	Nestetilan muutokset .....	24
7.2.1	Kehon painon muutokset .....	24
7.2.2	Virtsan ominaispainon muutokset .....	25
7.2.3	Virtsan ominaispainon ja kehon painon korrelatiivinen tarkastelu .....	26
7.3	Nautitun nesteen yhteys nestetilan muutoksiin .....	26
7.3.1	Nesteen määrä ja virtsan ominaispaino .....	26
7.3.2	Nesteen määrä ja kehon paino .....	27
7.3.3	Nautitun nesteen laatu .....	28
8	Pohdinta .....	30
	Lähteet .....	36

## Liitteet

Liite 1. Nestetilaa seuraava tutkimuslomake.....	38
--	----

# 1 Johdanto

Nestetila vaikuttaa suoraan suorituskyvyn ylläpitämiseen. Sen tutkiminen on merkittävää etenkin urheilijoille, jotka menettävät paljon nestettä fyysisesti rankkojen harjoitusten ja kilpailujen aikana. Nuorten urheilijoiden tietotaso nestetasapainon ylläpitämisestä ja sen merkityksestä ei aina olekaan niin hyvä kuin voisi kuvitella. Lisäksi nuorten urheilijoiden juomatavoissa ja totumuksissa on puutteita.

Nestetasapainon ylläpitämisessä on otettava huomioon monia eri tekijöitä. Urheilusuoritusta ennen nautitun nesteen ajankohta, määrä ja laatu ovat merkittäviä elimistöön imeytymisen kannalta. Urheilijan tulisi tietää, milloin ja minkälaista nestettä kannattaa nauttia ennen liikuntaa. Liikunnan aikana elimistö poistaa ylimääräistä lämpöä hikoilemalla, joten suoritusta ennen ja sen aikana nautittujen nesteiden merkitys ovat relevantteja fyysisen suorituskyvyn ylläpitämiseksi, etenkin kestävyyttä vaativissa lajeissa. Lisäksi fyysisen suorituksen jälkeen on nautittava riittävästi ja laadullisesti oikeanlaisia nesteitä, jotta mahdollinen nestevaje saadaan korjattua. Nestevajeen korjaaminen mahdollisimman nopeasti on oleellista etenkin silloin, kun seuraava harjoitus on jo samana päivänä tai palautumisaika on lyhyt. Kilpaurheilijoille nopea palautuminen nestevajeesta on merkittävää myös kehittymisen kannalta.

Helteisellä ilmalla fyysisen rasituksen aikana voi muutamassa tunnissa hikoilla 4-5 litraa, jolloin vuorokauden nestetarve suurenee merkittävästi. Normaalisti vettä on saatava ainakin kaksi litraa vuorokaudessa. Elimistö tulee toimeen vähemmälläkin nestemäärällä, mutta tämä saattaa rasittaa esimerkiksi munuaisia niiden yrittäessä erittää kuona-aineita niukan vesimäärän kanssa. Vesitasapainon säätely tapahtuu parhaiten silloin, kun vettä juodaan annettuja suosituksia enemmän. Liikunta lisää nesteen tarvetta huomattavasti. Neste- ja lämpötasapainon ylläpito pitkän fyysisen rasituksen aikana asettaakin yhden ravitsemuksen suurimmista haasteista. (Borg, Fogelholm, Hiilloskorpi 2004, 259.)

Nestetasapainon säätely ja ylläpitäminen on ensisijaisen tärkeää etenkin urheilijoille kovissa ja pitkäkestoisissa suorituksissa, jotta suorituskyky pysyy mahdollisimman hyvänä. Monet juomissuosituksiset ennen suoritusta antavat urheilijoille hyvät viitearvot nesteistytyksestä, mutta jokaisen urheilijan tulisi löytää juuri itselleen sopiva juomisstrategia. Tätä voidaan helpottaa selvittämällä nestetilaa erilaisilla menetelmillä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kestävyysjuoksijoiden nestetilaa erilaisten kestävyystyyppisten harjoituskokonaisuuksien yhteydessä sekä kartoittaa nuorten kestävyysjuoksijoiden juomistapoja viikonlopun pituisella harjoitusleirillä.

## 2 Nestetila ja sen muutokset fyysisessä kuormituksessa

### 2.1 Hikoilu, lämmönsäätely ja nesteen menetys

Hiki on natriumkloridin ja muiden aineiden muodostamaa laimeaa vesiliuosta. Eniten hiessä on natriumia ja kloridia eli suolaa. Hikeä erittyy niin viileissä kuin lämpimissäkin olosuhteissa. Hikirauhasia on kahta päätyyppiä, pieniä ja suuria. Ihmisellä on pieniä hikirauhasia enemmän. Ne osallistuvat lämmönsäätelyyn erittämällä hikeä. (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkvist 1999, 99–100; Ilander, Borg, Laaksonen, Mursu, Ray, Pethman & Marniemi 2006, 189.)

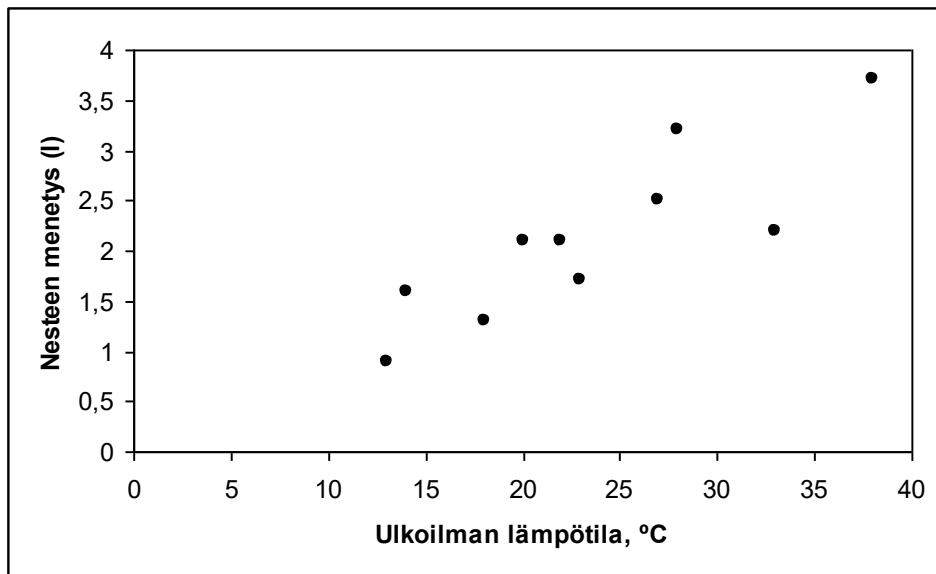
Hikoilun avulla ihminen kykenee säätelemään lämpötilaansa. Ilman lämpötila, kosteus ja rasituksen teho vaikuttavat pääasiassa hien määrään. Edellä mainittujen lisäksi hikoilun määrään vaikuttavat myös lämpösopeutuminen, perimä sekä henkilön koko ja fyysinen kunto. Fyysisen rasituksen aikana keho tuottaa enemmän lämpöä, jolloin myös hikeä erittyy enemmän. Lämmön nousu heikentää elimistön suorituskykyä, jolloin elimistö pyrkii pääsemään ylimääräisestä lämmöstä eroon. (Nienstedt ym. 1999, 99; Borg ym. 2004, 255–256, Fogelholm & Hiilloskorpi 2004, 260–261; Ilander ym. 2006, 430–431; Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 174.)

Lämmön haihtuminen iholta säteilyn tai virtauksen avulla on tehokasta vain silloin, kun ilmanvaihto on tehokas ja lämpötila alhainen. Kosteissa ja lämpimissä olosuhteissa ainoa tehokas keino alentaa kehon lämpötilaa on hikoilu. Iholle erittyneen hien haihtuminen kuljettaa lämpöä pois kehosta ja näin ollen se viilentää elimistöä. Hikoilu lisääntyy ilman lämpötilan noustessa. Kuumassa ja kosteassa, kovan rasituksen aikana ihminen voi hikoilla jopa yli kaksi litraa tunnissa, kun taas rauhallisessa liikunnassa viileässä vain 2-3 desilitraa tunnissa. (Nienstedt ym. 1999, 99; Borg ym. 2004, 255–256, Fogelholm & Hiilloskorpi 2004, 260–261; Ilander ym. 2006, 430–431.)

Kuumassa ja kosteassa veden tarve voi nousta 5-6-kertaiseksi lepotilaan verrattuna (kuvio 1). Esimerkiksi 2-3 % painon lasku hikoilun seurauksena saa aikaan plasman tilavuuden huomattavan vähenemisen ja verenkierron tehon laskun. Tästä seurauksena suorituskyky (erityisesti kestävyys) ja lämmönsäätely heikkenevät. Siirryttäessä lämpimään ilmastoon hikoilun määrä kasvaa ja lämmönsäätelykyky tehostuu elimistön lämpösopeutumisen myötä. (Nienstedt ym. 1999, 99; Borg ym. 2004, 255–256, Fogelholm & Hiilloskorpi 2004, 260–261; Ilander ym. 2006, 430–431; Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 174.)



Hikoilu on runsaampaa hyväkuntoisilla urheilijoilla kuin vähemmän liikuntaa harrastaneilla. Hikoilun määrä voi vaihdella voimakkaasti perimästä johtuen, vaikka fyysiset ominaisuudet, sääolosuhteet ja fyysinen rasitus ovat vakioita. Hikoilun aiheuttama nestevaje kohdistuu suhteellisen tasaisesti sekä solunulkoiseen että solunsisäiseen nestetilaan. (Nienstedt ym. 1999, 99; Borg ym. 2004, 255–256, Fogelholm & Hiilloskorpi 2004, 260–261; Ilander ym. 2006, 430–431; Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2007, 174.)



Kuvio 1. Nesteen menetys jalkapallo-ottelun aikana (yhteenveto 10 tutkimuksesta). (Borg ym. 2004, 260.)

Vesi on välttämätöntä ihmiselle, sillä ilman sitä elintärkeitä kemialliset reaktiot, aineiden kuljetus ja lämmönsäätely eivät toimi. Hoikassa miehessä on vettä noin 60 % painosta, normaalipainoisessa 55 % ja lihavassa miehessä noin 50 %. Naisilla on keskimäärin enemmän rasvaa kuin miehillä. Tästä syystä naisten vesipitoisuus on miehiä pienempi. Hoikassa tai normaalipainoisessa naisessa on vettä noin 55 % painosta, hieman ylipainoisessa 50 % ja lihavassa noin 45 %. Veden pienempi osuus lihavammilla ihmisillä johtuu siitä, että rasvakudoksen painosta vain noin 10 % on vettä, kun taas lihaksistossa ja muussa rasvattomassa kudoksessa vettä on yli 70 % painosta. Yli puolet kehon vedestä on solujen sisällä ja loppu solujen ulkopuolella, josta osa verenkierrossa ja osa solujen välitilassa. (Borg ym. 2004, 257–258.)

Elimistön vesimäärän säilyttäminen vakaana on tärkeää useimpien fysiologisten toimintojen kannalta. Ihminen menettää vettä usealla eri tavalla (taulukko 1). Vettä poistuu iholta huomaamattomasti diffuusion avulla noin 3-4 dl vuorokaudessa. Vettä haihtuu myös hengityksen mukana. Liikunnan aikana hengitys tihenee, jolloin suun kautta menetetään tavallista enem-

män vettä. Ulostoiden mukana vettä menetetään tavallisesti desilitran verran vuorokaudessa. Ruoan vesipitoisuus ei juuri vaikuta ulosteen vesimäärään. Kuitupitoinen ruoka taas suurentaa ulosteen vesimäärää, kun vähäkuituinen ruokavalio kuivattaa ulostetta. Virtsan mukana vettä menetetään noin kaksi litraa vuorokaudessa. Tähän vaikuttaa suuresti nautitun nesteen määrä. Lisäksi suola vaikuttaa kehon nestetasapainoon. Suolaa tarvitaan ylläpitämään plasman osmoottista painetta. Suolan saannin vähentyessä nopeasti osmoottinen paine pienenee, jolloin osa kehon vedestä poistuu. Suolan lisäksi nestetasapainoon vaikuttavat kalium ja proteiinit. Yksi tärkeimmistä veden tehtävistä elimistössä on lämmönsäätely. Solujen lämpötilan noustessa ylimääräinen lämpö kulkeutuu veren mukana iholle hikenä. Fyysisen rasituksen aikana ihminen voi hikoilla muutamassa tunnissa 4-5 litraa, jolloin vuorokauden nestetarve suurenee merkittävästi. Voimakas hikoilu aiheuttaa plasman tilavuuden pienenemisen ja samalla sen elektrolyyttipitoisuus suhteessa suurenee. Tästä syystä myös osmoottinen paine suurenee. Muutokset lisäävät antidiureettisen hormonin erittymistä ja tästä syystä muun muassa virtsaneritys vähenee ja virtsa väkevöityy. (Borg ym. 2004, 258–259.)

Taulukko 1. Veden menetys erilaisissa oloissa (litraa vuorokaudessa) (Borg ym. 2004, 258.)

	Tavallinen lämpötila	Kuuma lämpötila	Pitkäkestoinen fyysinen rasitus
Virtsa	1,4	1,2	0,5
Hengitys	0,35	0,25	0,65
Diffuusio iholta	0,35	0,35	0,35
Ulostet	0,1	0,1	0,1
Hiki	0,1	1,4	5
Yhteensä	2,3	3,3	6,6

## 2.2 Nestehukka

Vesi on elintärkeä ihmiselle. Ihminen kuolee muutamassa päivässä ilman vettä. Kehossa vesi on kuljetuksen ja reaktioiden väliaine. Lisäksi vesi on huomattava lämmönsäätelijä. Nesteen tarpeeseen vaikuttavat muun muassa ikä, ruokavalio, ilmasto ja liikunnan määrä. Energiansaannista riippuen aikuisilla kokonaisnesteensaannin ohjearvona pidetään noin 2,5-5 litraa. Ruoan sisältämän nesteen lisäksi päivittäinen nesteen tarve aikuisilla on 1-2 litraa. Runsaasti harjoittelevilla nesteen tarve on huomattavasti suurempi. (Iländer, Borg, Laaksonen, Mursu, Ray, Pethman & Marniemi 2006, 33; Mero ym. 2007, 174.)

Janon säätelykeskus, joka sijaitsee hypotalamuksessa, on erittäin herkkä plasman osmoottisen paineen muutoksille. Jo 2-3 % muutos saa aikaan sekä janon tunteen että kiihdyttää antidiureettisen (virtsan eritystä vähentävän) hormonin erittymistä. Janon ja virtsan erityksen fysiologinen säätely on kytketty toisiinsa. Lisäksi plasman tilavuuden ja laskimopaineen muutokset ovat yhteydessä janon tunteeseen, mutta eivät ole osmoottiseen paineeseen verrattuna niin herkkiä. Esimerkiksi ennen kuin janon tunne selvästi aistitaan, plasman tilavuuden on pienentävä yli 10 %. Tämä vaatisi useamman tunnin liikunnan kuumassa säässä ilman nestevajeen korvaamista. Janon fysiologinen säätely on siis riittävä estääkseen lämpöuupumisen tilanteissa, joissa fyysinen rasitus ei ole suurta. Suorituskykyä heikentävän nestehukan muodostumiseen janon tunne ei ole kuitenkaan riittävä. Se reagoi aivan liian hitaasti nestehukkaan. Kovatehoksessa fyysisessä rasituksessa urheilijan tulisi juoda 1,5-2 desilitraa kerrallaan 15 minuutin välein. Janoon vaikuttavat lisäksi suun limakalvojen kuivuminen ja mahalaukun venymisen aste. Janon tunne häviää nopeasti, kun suun limakalvot on kostutettu ja neste on mahassa. Tässä vaiheessa neste ei kuitenkaan ole vielä imeytynyt. Ilmiön seurauksena juominen lopetetaan liian aikaisin, yleensä ensimmäisen janontunteen tyydyttämisen jälkeen. (Borg ym. 2004, 264–265; Fogelholm & Vuorimaa 1991, 133–134.)

Nestehukka heikentää fyysistä suorituskykyä. Jo 1-2 % nestevaje voi heikentää valppautta ja keskittymiskykyä sekä voimistaa väsymyksen tunnetta. Suorituskyky heikkenee sitä nopeammin, mitä suuremmaksi nestehukka kasvaa. Hikoilun aiheuttama nestehukka pienentää veren tilavuutta, joka vähentää veren virtausta ihonalaisiin hiusverisuoniin. Tämä heikentää lämmön haihtumista, joka johtaa kehon kohonneeseen lämpötilaan. Nestevajeen kehittymisen myötä myös hikoilu vähenee, joka lisää kehon lämpötilan nousua entisestään. Lisäksi nestevajeesta aiheutuneen veren tilavuuden pienenemisestä johtuen sydän joutuu työskentelemään voimakkaammin verenpaineen ylläpitämiseksi, joka ilmenee sykkeen kohoamisena ja iskutilavuuden pienenemisenä. Tämä heikentää veren virtausta työskentelevissä lihaksissa, joka aiheuttaa toimintakyvyn heikkenemisen. (Iländer ym. 2006, 431; Fogelholm & Vuorimaa 1991, 133.)

Vuonna 2008 julkaistussa yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa arvioitiin nuorten nestetilaa neljä päivää kestäväällä harjoitusleirillä. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin nuorten tietotasoa nestetilasta ja heidän juomistapojaan leirin aikana. Tutkimukseen osallistui yhteensä 67 aktiivista nuorta, 57 ( $12 \pm 2$  vuotiasta) mies- ja 10 ( $13 \pm 2$  vuotiasta) naispuolista henkilöä. Nestetila arvioitiin ennen aamun ensimmäistä harjoitusta ja toisen harjoituksen jälkeen. Mittareina käytettiin kehon painoa, virtsan ominaispainoa ja osmolaliteettia, virtsan väriä ja janon tunnetta. Lisäksi osallistujat vastasivat kahteen tuntemuslomakkeeseen, nestetilan tietoisuutta mittaavaan kyselyyn ja loppukyselyyn. Tutkimus osoitti, että keskiarvolta osallistujilla aamuvirtsan omi-

naispaino ja osmolaliteetti vaihteli ”minimaalisesta” nestehukasta (1.020–1.024) erityiseen nestehukkaan (1.025–1.029) koko neljä päivää kestävä leirin ajan, vaikka harjoitteluolosuhteet olivat viileät. Tilastollisesti merkittävää oli, että loppukyselyn perusteella osallistujat tunnistivat oliko heidän nesteytyksensä riittävää vai ei. Nestetilän tietoisuutta testaava kysely mittasi nuorten yleistä tietotasoa nestetilasta. Kyselystä ilmeni, ettei tietoisuus nestetilasta ollut vahvalla pohjalla. Tutkimuksen päätulos oli, etteivät nuoret olleet tietoisia nesteytyksen merkityksestä ja erityistoimenpiteisiin tulisi ryhtyä, jotta nuorten juomisstrategiat kehittyisivät. (Decher, Casa, Yeargin, Ganio, Levreault, Dann, James, McCaffrey, O’Connor & Brown 2008.)

### **3 Nestetilan arviointi ja mittaaminen**

Nestetasapainon tulisi olla kunnossa harjoitusten alkaessa. Nestetasapainon arvioiminen vaikeutuu, jos ilma on kuuma ja rasituksia on useita päivässä. (Borg ym. 2004, 274–275.)

#### **3.1 Kehon paino**

Painon mittaaminen on yksinkertainen menetelmä nestetilan arviointiin. Menetelmän toistettavuus on hyvä, jos olosuhteet vakioidaan huolellisesti. Painon mittaaminen on menetelmänä halpa, nopea ja se sopii lyhytaikaiseen nestetasapainon arviointiin. Haittana painon mittaamisessa nestetilaa arvioidessa on se, ettei se anna absoluuttista tulosta ja sen tarkkuus on huono. Nestetilaa arvioidessa painon pieneneminen kertoo mahdollisesta nestevajeesta. Rasituksen aikana pudotettu paino on teoriassa yhtä suuri kuin menetetyn nesteen ja hiilihydraattien summa. Nestetasapaino palautuu, kun lähtöpaino saavutetaan. Pitkän harjoituksen jälkeen tulisikin juoda paljon. Painon palautuminen kertoo myös glykogeenivarastojen täyttymisestä, koska gramma glykogeenia sitoo 3–4 grammaa vettä. (Borg ym. 2004, 275; Fogelholm & Vuorimaa 1991, 47–48.)

Pidemmällä aikavälillä aamupainon mittaaminen toimii hyvänä nestetasapainomittarina. Aamupainon tulisi pysyä lähes muuttumattomana päivästä toiseen. Jos aamupaino pienenee normaalista, voidaan sen olettaa johtuvan suurimmaksi osaksi nestevajauksesta. (Suomen Olympiakomitea 2009.)

Italiassa vuonna 2009 tehdyssä nestetilatutkimuksessa nestetilan mittareina käytettiin bioimpedanssia, virtsan ominaispainoa ja kehon painoa. Tutkimuksessa todettiin, että kehon paino antaa luotettavan ja nopean tuloksen nestetilasta verrattuna muihin käytettyihin metodeihin. (Martarelli, Ugucioni, Stauffacher, Spataro, Cocchioni & Pompei 2009.)

#### **3.2 Virtsan ominaispaino ja osmolaliteetti**

Ihmisen menettäessä nestettä elimistö reagoi siihen pienentämällä virtsan määrää sekä väkevöittämällä sitä. Nestetasapainon suhteellisen kuvan saamiseksi voidaan mitata virtsan osmolaliteettia tai ominaispainoa. Menetelmä on periaatteessa hyvä, mutta fysiologinen variaatio on suuri. Toistettavuuden kannalta mittaolosuhteet tulee vakioida äärimmäisen huolellisesti, jotta testi olisi luotettava. Mittaaminen on helppoa ja oikein suoritettuna vakioituissa olosuhteissa se toimii hyvänä nestetasapainon arvioijana. Virtsan osmolaliteetin tai ominaispainon

mittaaminen ei kuitenkaan anna absoluuttista tulosta, koska ruokavaliolla voi olla vaikutusta tulokseen. Hyvässä nestetasapainossa aamuvirtsan väri on vaaleahko ja määrä runsas. Jos virtsaa erittyy aamulla vähän ja sen väri on tumma, nestevaje on todennäköistä. Nestetilan helpoin mittari on virtsan värin tarkkaileminen. Nestetila on optimaalisin, kun virtsa on vaalean väristä. (Borg ym. 2004, 275–276; Fogelholm & Vuorimaa 1999, 48; Noakes 1991, 198; Suomen Olympiakomitea 2009.)

Virtsan suhteellinen tiheys eli ominaispaino indikoi munuaisten konsentrointi- ja laimennuskykyä. Virtsan ominaispaino riippuu erilaisten virtsassa liuenneina olevien aineiden pitoisuuksista ja kuvastaa siten munuaisten virtsan väkevoitymiskykyä. Korkea glukoosi- ja proteiinipitoisuus virtsassa nostavat suhteellisen tiheyden arvoja. Puhtaan veden suhteellinen tiheys on 1. Virtsan tiheys on suurempi sen sisältämän suolojen ja muiden aineiden takia. Munuaisten väkevoitymiskyvyn ollessa huono saadaan toistuvasti arvoja alle 1.010. Virtsan suhteellinen tiheys riippuu paljon virtsan määrästä. Kun nestettä nautitaan paljon, ylimääräinen vesi erittyy virtsaan, jolloin se laimenee ja myös siinä olevien aineiden ja solujen pitoisuus laimenee. Refraktometrisen mittaus antaa luotettavamman kvantitatiivisen tuloksen kuin liuskatesti. (Kairisto 2008; Mustajoki & Kaukua 2008.)

Vuonna 2005 tehdyssä yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa tutkittiin kuntoilijoiden virtsan suhteellista tiheyttä eli ominaispainoa ennen fyysistä harjoitusta. Lisäksi tutkimuksessa haluttiin määrittää onko vuorokaudenajalla, maantieteellisellä sijainnilla tai sukupuolella vaikutusta virtsan suhteelliseen ominaispainoon. Tutkimus toteutettiin Chicagossa ja Los Angelesissa. Chicagossa koehenkilöitä oli 166 ja Los Angelesissa 163. Koehenkilöt noudattivat normaaleja juomistapojaan ja suorittivat lisäksi kyselyn heille tyypillisistä harjoittelutavoista. Ennen fyysistä harjoitusta annettua virtsanäytettä mitattiin kannettavalla refraktiomittarilla. Virtsan suhteellinen ominaispaino koehenkilöillä ennen harjoitusta oli keskimäärin  $1,018 (\pm 0,007)$ . Miehillä virtsan ominaispaino oli keskimäärin korkeampi ( $1,020 \pm 0,007$ ) kuin naisilla ( $1,017 \pm 0,008$ ). Urheilijoilla virtsan ominaispainoa mitattaessa käytettyjen standardien mukaan (virtsan suhteellinen ominaispaino  $\geq 1,020$ ) 46 % koehenkilöistä kärsi nestevajeesta. (Stover, Petrie, Passe, Horswill, Murray & Wildman 2005.)

Virtsan osmolaliteetilla tarkoitetaan liukoisten osasten määrää vesikiloa kohti, ja se vaihtelee 85–1400 milliosmoolia. Virtsan osmolaliteetti on sama kuin plasman ( $280\text{--}300 \text{ mosm/kg}$ ), kun munuaiset eivät kykene laimentamaan eivätkä väkevoimään virtsaa. Tämä on merkki munuaisten reservien loppumisesta, jolloin toimivia nefroneja on vain kymmenesosa normaalista. (Nienstedt ym. 1999, 356.)

### 3.3 Yksilöllisen nestetarpeen arviointi

Pitkäkestoisessa liikunnassa olisi optimaalista, että juominen perustuisi yksilölliseen tarpeeseen. Tästä syystä olisi tärkeää, että jokainen pitkäkestoiseen urheilusuoritukseen osallistuva selvittäisi etukäteen oman nestetarpeensa erilaisissa olosuhteissa ja muodostaisi tämän perusteella itselleen sopivan juomastrategian. (Ilander ym. 2006, 434.)

Liikunnan aiheuttamasta nestevajeesta voi saada suhteellisen hyvän arvion punnitsemalla itsensä ilman vaatteita juuri ennen suoritusta ja välittömästi sen jälkeen. Huomioimalla liikunnan aikana juodun nestemäärän voidaan selvittää, kuinka paljon hikoilun kautta nestettä on menetetty ja paljonko olisi syytä juoda vastaavassa tilanteessa. Jotta hikoilusta saa hyvän kuvan erilaisissa olosuhteissa, kannattaa punnitusmenetelmää käyttää vaihtelevissa sääolosuhteissa ja erityyppisten liikuntasuoritusten yhteydessä. Nestevaje lasketaan vähentämällä suorituksen jälkeinen paino ennen suoritusta otetusta painosta. Jos paino ennen harjoittelua on esimerkiksi 80,0 kilogrammaa ja harjoituksen jälkeen 78,5 kilogrammaa, saadaan nestevajeeksi 1,5 kilogrammaa eli 1,5 litraa, joka on 1,9 prosenttia kehon painosta. Juomisella tavoitellaan, ettei nestevaje muodostuisi suuremmaksi kuin 1 %. Nestetarpeen arvioinnissa huomioidaan myös harjoittelun aikana juotu nestemäärä (litraa/ tunti), jolloin nesteen menetys eli hikoilu saadaan yhteenlaskemalla nestevaje ja harjoittelun aikana juodun nesteen määrä. Jotta nestevaje ei muodostuisi suuremmaksi kuin 1 prosentti, tulisi suorituksen aikana juoda nestemäärä, joka vastaa noin 80 % hikoilun aiheuttamasta nesteen menetyksestä. (Ilander ym. 2006, 435; Noakes 1991, 208.)

Juomis- ja hikoilupäiväkirja antaa korvaamattoman avun yksilöllisen nestetarpeen arvioimiseksi ja henkilökohtaisen juomissuunnitelman tekemiseksi. Päiväkirja auttaa selvittämään liikunnasta aiheutunutta nesteenmenetystä ja riittävää juomista. Juomis- ja hikoilupäiväkirja voi sisältää esimerkiksi suorituksen kuvauksen ja olosuhteet, alastoman painon ennen ja jälkeen suorituksen, nestevajeen, suorituksen aikana nautitun nesteen määrän ja hikoilun määrän. Juomisen määrään kannattaa kiinnittää huomiota, jos kehon painosta menetetään säännöllisesti enemmän kuin prosentti. (Ilander ym. 2006, 435.)

## 4 Nesteytys

### 4.1 Nesteen imeytyminen

Veden ja ravintoaineiden imeytyminen tapahtuu ohutsuolessa. Imeytyminen tapahtuu pääasiassa osmoosin avulla. Kun veteen liuenneiden ravintoainemolekyylien lukumäärä (juoman osmolaliteetti) on pienempi kuin veren siirtyä vesi suolistosta verenkiertoon tehokkaimmin. Tällaisia nesteitä, joilla on sama osmolaliteetti kuin verellä (270–290 mosmol/kg) kutsutaan isotonisiksi. Nesteitä, joilla on suurempi osmolaliteetti kuin isotonisilla nesteillä (hypertoninen), imeytyvät hitaammin. Nopeimmin vesi imeytyy lievästi hypotonisista nesteistä, joiden osmolaliteetti on hieman pienempi (200–260 mosmol/kg). Pienet erot osmolaliteetissa aiheuttavat suuria eroja imeytymisnopeudessa. Esimerkiksi 230 mosmol/kg liuos imeytyy tuplasti nopeammin kuin 280 mosmol/kg liuos. Sen sijaan imeytyminen on selvästi hitaampaa osmolaliteetin ollessa pienempi kuin 200 mosmol/kg, joten erittäin hypotoniset nesteet kuten vesi, eivät imeydy tehokkaasti. Veden hidas imeytyminen selittyy sillä, että vettä siirtyy suolistosta verenkiertoon niin passiivisen osmoosin kuin ravintoaineiden imeytymisen myötä. Hiilihydraattien imeytyminen aiheuttaa samalla veden imeytymistä. Imeytyäkseen tehokkaasti hiilihydraatit tarvitsevat natriumia, joten juoman pieni natriumpitoisuus tehostaa sekä veden että hiilihydraattien imeytymistä. (Ilander ym. 2006, 439–440.)

### 4.2 Nesteytys ennen harjoitusta

Ihminen ei kykene harjoittelemaan, jos nestevaje on yli 10 prosenttia. Jos nestevaje on 20 prosenttia tai enemmän, seurauksena on kuolema. Nestetasapainon varmistaminen ennen urheilu-suoritusta on tärkeää. Nestettä tulisi nauttia noin 1–1,5 litraa ennen suoritusta, jolloin suoritusta edeltävän tunnin aikana juominen ei ole tarpeen. Mikäli juominen on ollut vähäistä, kannattaa puoli tuntia ennen suoritusta nauttia noin 3–5 desilitraa, muttei kuitenkaan yli 8 desilitraa tuntia kohden, koska neste ei juuri ennätä imeytyä. Yli tunnin kestävään kovatehoiseen suoritukseen valmistauduttaessa nauttimalla 2–4 desilitraa nestettä 0–30 minuuttia ennen liikuntaa saatetaan parantaa nestetasapainoa liikunnan aikana. Valmistauduttaessa koviin urheilusuorituksiin urheilujuoma on sopiva valinta. Juomista tulee kuitenkin välttää 0,5–2 tuntia ennen liikuntaa, koska runsas juominen tällä aikavälillä saattaa johtaa virtsaamistarpeeseen ennen liikuntaa tai rasituksen aikana. Lisäksi nesteen liiallinen nauttiminen ennen suoritusta lisää suolojen ja mineraalien vajetta virtsassa. (Borg ym. 2004, 253–254; Noakes 1991, 198.)



Juuri ennen kohtuutehoisia 1-4 tuntia kestäviä suorituksia hiilihydraattipitoisten juomien nauttiminen auttaa ylläpitämään verensokeria ja säättää aineenvaihduntaa runsaammin hiilihydraatteja kuluttavaksi, mikä parantaa työskentelytehoa. Hiilihydraatteja on kuitenkin nautittava myös suorituksen aikana, jotta ”viime hetken hiilihydraattitankkauksesta” saisi täyden hyödyn. Juuri ennen suoritusta nautittujen hiilihydraattien vaikutus näkyy erityisesti pitkien, kohtuutehoisten suoritusten lopussa, jolloin ne parantavat kykyä työskennellä kovalla teholla. Hiilihydraattien nauttiminen ennen suoritusta parantaa suorituskykyä lyhemmissäkin, kestoltaan alle 60 minuuttia olevissa suorituksissa. Suoritusta edeltävän hiilihydraattiannoksen hyöty on todennäköisesti suurin silloin, kun suoritukseen lähdetään jo valmiiksi vajailta glykogeenivarastoilla. (Ilander ym. 2006, 424–426.)

Lisäksi noin 10 minuuttia ennen suoritusta voidaan nauttia nesteannos, jota kutsutaan praimeriksi. Sen tarkoituksena on suurentaa mahassa olevan nesteen määrää nopean mahan tyhjenemisen aikaansaamiseksi. Lisäksi praimerin parantaa elimistön nestetasapainoa, sillä neste ei ehdi erittyä virtsana ennen suoritusta. Virtsanmuodostus vähenee suorituksen alettua, jolloin neste jää elimistön käyttöön. Mahan tehokkain tyhjeneminen saavutetaan, kun mahan nestetilavuus on 6 desilitraa. Praimerin käyttöön kannattaa kuitenkin totutella pienten annosten avulla, koska tottumattomalle liikunnan harrastaminen näin täydellä mahalla saattaa tuntua epämiellyttävältä. Ennen pitkiä kohtuutehoisia suorituksia sopivan hiilihydraatti-praimerin annoksen saa sekoittamalla noin 0,4 g/kg maltodekstriiniä ja 0,4 g/kg urheilujuomajauhetta 3-5 desilitraan vettä. Tämä edistää hiilihydraattien imeytymistä elimistöön ja on samalla hyödyllinen nestetasapainon ylläpitämisessä. Ennen kovempia suorituksia tulee praimerin pienentää (0,5-0,7 g/kg hiilihydraatteja 2-3 desilitraan vettä) vatsavaivojen välttämiseksi. Erittäin kovissa suorituksissa praimerin nauttimisajankohtaa tulee aikaistaa tai siitä on luovuttava kokonaan, jos on taipumusta vatsavaivoihin. Lisäksi on muistettava, että hiilihydraattien vaikutukset voivat vaihdella eri henkilöillä. Tästä syystä onkin tärkeää, että kilpailua edeltävät toimenpiteet perustuvat tutkimustietoon, omiin kokemuksiin ja havaintoihin erilaisten menetelmien toimivuudesta ja niiden mahdollisista haitoista. (Ilander ym. 2006, 426, 429.)

Vuonna 1993 tehdyssä yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa ilmenee ennen suoritusta nautitun nesteen merkitys. Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää nestetilan vaikutus juoksutehon ylläpitämiseen kuumassa ilmastossa ( $26.2 \pm 1.8$  celsius astetta). Tutkimukseen osallistui 17 kilpailevaa, hyväkuntoista kestävyysjuoksijaa, 9 miestä ja 8 naista. Koehenkilöt olivat iältään  $27 \pm 7$  vuotiaita, pituudeltaan  $171 \pm 9$  cm, painoltaan  $64,2 \pm 9$  kg ja rasvaprosenttiltaan  $14,6 \pm 5,5$  %. Jokainen koehenkilö suoritti juoksutestit sekä nestevajeessa että hyvässä nestetasapainossa. Jokainen koehenkilö juoksi kolme kertaa neljän kilometrin matkan, josta seurasi neljän minuutin

tin lepotauko. Tilastollisesti merkittävänä rajana pidettiin  $p \leq 0,05$ . Nestevajeessa koehenkilöillä kehon painon pudotus ( $-2,05 \pm 1,25$  ja  $-4,3 \pm 1,25$  %), joka mitattiin ennen suoritusta ja suorituksen jälkeen, oli suurempi kuin hyvän nestetasapainon aikana ( $-0,79 \pm 0,95$  ja  $-2,05 \pm 1,09$  %). Lisäksi hyvässä nestetasapainossa koehenkilöt juoksivat 12 kilometriä nopeammin ( $3,191 \pm 366$  sekuntia) kuin nestevajeessa ( $3,339 \pm 450$  sekuntia). Kolme kertaa suoritettavien neljän kilometrin matkojen ajat hyvässä nestetasapainossa olivat huomattavasti parempia kuin nestevajeessa. Erityisesti toisella ja kolmannella neljän kilometrin matkoilla nestevajeessa ajat heikkenivät huomattavasti. Hyvässä nestetasapainossa koehenkilöt kykenivät ylläpitämään juoksuvauhtia paremmin kuin nestevajeessa. Tutkimuksen päätulos oli, että nestevajeella oli merkittävä yhteys juoksuvauhdin heikkenemiseen. (Stearns, Casa, Lopez, McDermott, Ganio, Decher, Scruggs, West, Armstrong & Maresch 2009.)

#### **4.3 Nesteytys harjoituksen aikana**

Helposti hikoiluttavan liikunnan aikana nestevajaus syntyy erittäin helposti, vaikka olisikin huolehdittu riittävästä nesteytyksestä ennen suoritusta. Nestehukka on tärkein suorituskykyä heikentävä ja uupumusta aiheuttava tekijä kestävyysliikunnassa. Suorituksen alkaessa urheilijan tulisi olla nestetasapainossa. Riitävällä juomisella ehkäistään suuri nestevaje, mikä edesauttaa kestävyyssuoritusta niin viileissä kuin lämpimissäkin olosuhteissa, sillä se tehostaa lämmönsäätelyä ja ylläpitää veriplasman tilavuutta. Uupumusta voidaan lykätä veden juomisella niin kovissa kuin kohtuutehoisissakin kestävyyssuorituksissa. Kestävyysuorituksen aikana kuumalla ilmalla uupumus ilmenee aikaisemmin kuin viileällä. Lämpösopeutumisen lisäksi nesteen nauttiminen on tärkein keino parantaa kestävyyttä kuumissa olosuhteissa. (Ilander ym. 2006, 433.)

Elimistö ottaa vastaan korkeintaan noin litran nestettä tunnissa kovatehoisen liikunnan aikana. Vatsalaukun tyhjentyminen ja nesteen imeytyminen suolistosta rajoittavat nautitun nesteen määrää. Kerralla nautitun nesteen määrää säätelee myös vatsalaukun tyhjentymisnopeus. Urheilijan tulisi juoda 1,5- 2 desilitraa kerrallaan 15 minuutin välein kovatehoisessa liikunnassa. Kevyessä liikunnassa vatsalaukun ei tarvitse olla yhtä tyhjä, koska kevyt liikunta ei hidasta vatsalaukun tyhjentymistä yhtä paljon kuin kova. Vesi tyhjenee nopeasti vatsalaukusta ja imeytyy elimistöön melko hyvin. Tästä syystä se on luotettava ja varma juoma. Laimea suola- sokeriliuos on vielä parempi, sillä se imeytyy paremmin kuin vesi. Nesteen nauttiminen on suorituksen aikana on välttämätön kaikissa yli tunnin suorituksissa. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 133–135.)

Terveiden urheilijoiden ja kuntoilijoiden tulisi turvata sopiva natriumin vuorokausittainen saanti välttämällä tiukkaa suolarajoitusta. Urheilusuoritusten yhteydessä natriumin nauttiminen voi olla hyödyllistä, koska se esimerkiksi parantaa suorituksen aikana nautitun nesteen imeytymistä hieman. Lisäksi natriumpitoinen juoma lykkää uupumusta ja ehkäisee vaarallista hyponatremiaa tehokkaammin kuin suolaton juoma, kun harjoitellaan useita tunteja kuumissa, runsasta hikoilua aiheuttavissa olosuhteissa. Urheilijoille on tyypillistä vähäinen nesteen nauttiminen suoritusten aikana. Natriumpitoinen juoma ylläpitää janontunnetta ja näin ollen kannustaa jatkamaan juomista, joka taas johtaa suurempaan nesteensaantiin. Sitä vastoin suolaton neste laimentaa veren ja poistaa janontunteen ennen kuin nestetasapaino on saavutettu. (Ilander ym. 2006, 191.)

Nestetasapainon tehokkaampaa korjaantumista natriumpitoisen nesteen nauttimisella tukee Kreikassa vuonna 1992 tehty tutkimus, jonka tavoitteena oli tutkia natriumpitoisten urheilujuomien tehoa ehkäistä hyponatremiaa ja lihaskrampeja pitkittyneen suorituksen aikana kuumassa ilmastossa. Tutkimukseen osallistui 13 aktiivista mieshenkilöä. Koehenkilöt suorittivat neljä harjoitusta 30 celsius asteen lämpötilassa. Suoritukset koostuivat kolmen tunnin harjoituksesta (vaihtelevasti kävelyä ja pyöräilyä 30 minuutin ajan 130–140 sykealueella), seisaaltaan suoritettavista pohjeliikkeistä (8 sarjaa kertaa 30 toistoa) ja 45 minuutin reippaasta kävelystä. (5,5 kilometriä). Suoritusten aikana koehenkilöt nauttivat nestettä vastaavan määrän menetettyyn kehon painoon nähden. Jokaisella harjoituskerralla koehenkilöt nauttivat eri nestettä; hiilihydraatti elektrolyyttijuomaa (36.2 mmol/l natriumia), hiilihydraatti elektrolyyttijuomaa (19.9 mmol/l natriumia), mineraalivettä ja maustettua vettä. Harjoituskerroilla, joilla koehenkilöt nauttivat hiilihydraatti elektrolyyttijuomaa seerumi natrium pysyi suhteellisen muuttumattomana. Kun taas harjoituskerroilla, joilla nautittiin mineraali- tai maustettua vettä oli huomattavissa selvä lasku seerumi natriumissa. Samat huomiot tehtiin mitattaessa plasman osmolaliteettia. Tutkimuksen päätulos oli, että pitkittyneen harjoituksen aikana kuumassa ilmastossa natriumpitoisia juomia nauttimalla voidaan ehkäistä natriumin menetystä, joka voi johtaa hyponatremiaan silloin, kun nautittu neste vastaa hikoilun määrää. (Anastasiou, Kavouras, Arnaoutis, Gioxari, Kolia, Botoula & Sidossis, 1992.)

Maratonjuoksujen voittajat toisaalta juovat useimmiten paljon vähemmän kuin kuntojuoksijat, jolloin he maaliin tullessaan kärsivät usein voimakkaasta nestevajeesta. Nestehukka ei siis automaattisesti johda suorituksen epäonnistumiseen. Suorituskykyyn vaikuttavat nestetasapainon lisäksi monet muutkin tekijät. Suorituksen aikaisella juomisella ei siis tarvitse pyrkiä korvaamaan kaikkea suorituksen aikana menetettyä nestettä. Pieni (alle 1-2 %) nestevaje ei heikennä

suorituskykyä ratkaisevasti. Liiallinen juominen voi aiheuttaa hyponatremian. (Ilander ym. 2006, 433–434.)

Useita tunteja kestävänsä suorituksen aikana väsymys voi iskeä, vaikka nestettä olisi nautittu riittävästi. Väsähtäminen johtuu yleensä hiilihydraattien loppumisesta. Tällöin glykogeenivarastot ovat riittämättömät ja veren glukoosipitoisuus pieni. Suoritustehoa voi kuitenkin ylläpitää kohtuullisen tyhjälläkin glykogeenivarastoilla, jos veren glukoosipitoisuus pysyy riittävän suurena. Pitkäkestoisissa suorituksissa on tärkeää, että hiilihydraatteja ja elektrolyyttejä sisältäviä juomia nautitaan koko suorituksen ajan, suorituksen alusta alkaen. Hiilihydraatteja tulisi nauttia suorituksen aikana 30-60 grammaa tunnissa. Kuormituksen aikana hyvä urheilujuoma ylläpitää hiilihydraateista saatavan glukoosin tason veressä sekä antaa nestettä ja elektrolyyttejä riittävästi ylläpitääkseen nestetasapainon. Lisäksi hyvä urheilujuoma ei aiheuta mahaoireita ja se maistuu hyvältä. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 135; Mero ym. 2007, 189.)

Useimmat urheilijat nauttivat liian vähän nestettä liikunnan aikana. Heikko janon tunne ja juomiseen liittyvät käytännön ongelmat voivat vähentää juomista suorituksen aikana. Erityisesti kilpailutilanteissa juominen saatetaan kokea häiriötekijänä. Myös säännöt säätelevät juomista tietyissä lajeissa. Jotta juominen olisi sujuvaa ja nestettä nautittaisiin riittävästi, tulisi etukäteen suunnitella juomisrytmi ja juomiseen liittyvät yksityiskohdat. International Marathon Medical Directors Associationin suuntaa antavan nesteensaannin ohjesääntö suorituksen aikana kestävyysjuoksijoille on 0,4–0,8 litraa tunnissa. Suositusarvoja voidaan soveltaa kylmällä ilmalla tai harjoittellessa matalalla teholla. 1,2 litraa tunnissa voidaan pitää suurimpana turvallisena ja tehokkaana nesteensaantina urheilijoilla. (Ilander ym. 2006, 434–435.)

1900-luvun alun maratoonijuoksijat eivät olleet tottuneita nauttimaan nestettä suorituksen aikana. Yhdysvaltalainen Joseph Forshaw juoksi neljänneksi vuoden 1908 Olympialaisissa ja kymmenenneksi vuoden 1912 Olympialaisissa. Forshaw kirjoitti, että hän juoksi maratoonin ilman minkäänlaista nesteytystä suorituksen aikana. Forshawin maratoonin ajaksi tuli 2.57.10,4. (Noakes 1991, 199.)

#### **4.4 Nesteytys harjoituksen jälkeen**

Palautumisen käynnistämiseksi ja palautumisprosessin ylläpitämiseen fyysisen rasituksen jälkeen elimistön on saatava nestettä ja ravintoaineita. Näin liikunnan tyhjentämät energiavarastot

täyttyvät, nestehukka korjaantuu ja elimistö saavuttaa muutenkin ravitsemuksellisen tasapainon ja kehittymiselle otollisen tilan. Hyvä ja nopea palautuminen on edellytys kehitykselle. Joissakin tilanteissa urheilijan on kyettävä palautumaan jopa alle vuorokaudessa maksimaalisesta rasituksesta seuraavaan samanlaiseen rasitukseen. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi pallolajien turnaukset. (Borg ym. 2004, 277; Ilander ym. 2006, 453.)

Mitä suuremmasta nestehukasta on kyse, sitä tärkeämpää sen nopea korjaaminen on. Suuri nestevaje saattaa olla jopa hengenvaarallinen. Lievemässä nestehukassa minimitavoite tulisi olla nestetasapainon saavuttaminen ja suorituskyvyn palauttaminen viimeistään seuraavaan suoritukseen mennessä. Juomista voidaankin pitää valmistavana toimenpiteenä seuraavaa harjoitusta varten. Seuraavan suorituksen ollessa saman päivän aikana olisi noudatettava erityistä juomisohjelmaa, jotta nestetasapaino saavutettaisiin. Palautumisajan ollessa enemmän kuin vuorokausi, voidaan nestetasapaino yleensä saavuttaa normaalin juomisen ja ateriarvotmin puitteissa. Kuitenkin esimerkiksi kilpaurheilijoiden on tällöinkin järkevintä pyrkiä korjaamaan nestevaje mahdollisimman nopeasti suorituksen jälkeen, koska muut palautumiseen liittyvät tekijät kuten glykokeenin muodostuminen ja uuden lihasproteiinin rakentuminen tapahtuvat luultavasti hitaammin, kun kärsitään nestehukasta. (Ilander ym. 2006, 453.)

Tarvittavan nestemäärän arviointi nestetasapainon saavuttamiseksi voidaan arvioida punnituksella ennen ja jälkeen suorituksen. Jotta nestetasapaino saavutettaisiin nopeasti ja tehokkaasti on palautumisen yhteydessä juotava huomattavasti enemmän nestettä kuin sitä on menetetty. Nestevajauksesta huolimatta elimistö erittää virtsaa ja myös jälkihikoilussa menetetään nestettä. Nestehukka voi vaihdella rasituksen aikana puolesta jopa kolmeen litraan tunnissa ja liikunnan aikana kyetään nauttimaan nestettä keskimäärin noin 0,6–1,0 litraa tunnissa. Tällöin eteenkin pitkään jatkuvan ja kohtuullisen kovatehoisen liikunnan aikana nestevajetta ei kyetä estämään. Nestevajetta vastaava juomamäärä riittää korjaamaan vain noin 50 prosenttia nestevajeesta. Riittävän nestemäärän juominen helpottuu, kun nesteen nauttiminen on tasaista. Tämä johtaa suurempaan kehoon jäävään nestemäärään ja ylläpitää paremmin janontunnetta. (Borg ym. 2004, 277–278; Ilander ym. 2006, 453–454.)

Kuormituksen jälkeen hiilihydraatteja on nautittava heti mielellään nesteinä tai helposti sulavana kiinteänä ravintona yhdessä helposti sulavien proteiinien kanssa. Tämä ei tehostaa glykokeenin palautumista ja proteiinisynteesin toimintaa. (Mero ym. 2007, 189.)

Hikoilun yhteydessä menetetään elektrolyyttejä, jolloin natriumin rooli on merkittävä nestevajeen palautumisessa. Suolattomat juomat aiheuttavat veren nopean laimenemisen, joka lisää

virtsaneritystä ja poistaa janontunteen, joten niiden hyötysuhde on huono. Suuren nestehukan korjaaminen ilman samanaikaista natriuminsaantia onkin vaikeaa. Natriumpitposella juomalla nestetasapaino korjaantuukin huomattavasti nopeammin. Natriumin vaikutuksesta elimistö vähentää virtsaneritystä ja ylläpitää janontunnetta, jolloin myös juodaan enemmän. Sopiva natriumin määrä juomassa on noin 1-2 grammaa litrassa. Jo tämä määrä riittää korjaamaan nestetasapainoa selvästi tehokkaammin kuin täysin suolaton juoma, kuten vesi. Mahdollisimman tehokas nesteytys vaatii suuremman määrän natriumia, noin 3-5 grammaa suolaa litraa kohti. Näin väkevien suolaliuosten ongelmana on kuitenkin niiden paha maku. Tästä syystä urheilujuomien natriumpitoisuus onkin vain 0,5–1,5 grammaa litraa kohti. Valmiisiin urheilujuomiin onkin lisättävä suolaa, mikäli tavoittelee parasta mahdollista nesteytystehoa. Natriumin ei kuitenkaan tarvitse olla juomassa, vaan sen voi saada myös kiinteän ravinnon kautta. Lisäksi nopean nesteytyksen saavuttamiseksi tarvitaan optimaalinen juomisrytmi. On tutkittu, että nestensaannin keskittäminen palautumisen ensimmäisiin tunteihin suurentaa virtsaneritystä voimakkaammin, kuin saman nestemäärän jakaminen pidemmälle aikavälille. Tästä huolimatta keskitetty juominen tuottaa nopeamman nesteytyksen palautumisen alkutunteina. Kun nestetasapaino on saavutettava nopeasti, voidaan suositeltavana juomamääränä pitää yhtä litraa tunnissa. (Borg ym. 2004, 278; Ilander ym. 2006, 454–456.)

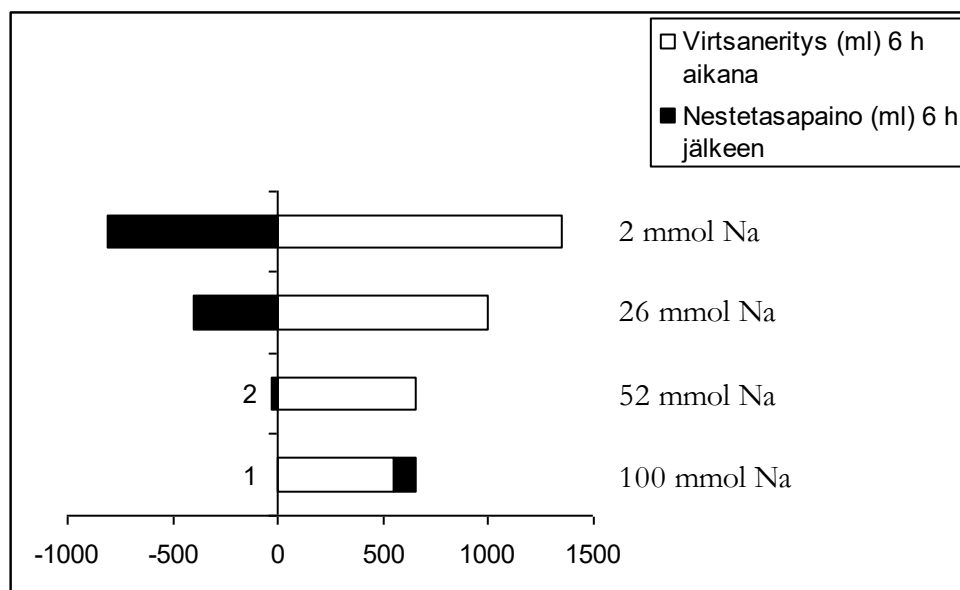
Juoman sopiva natriumpitoisuus voidaan määrittellä halutun vaikutuksen mukaan (taulukko 2). (Ilander ym. 2006, 192).

Taulukko 2. Juoman sopiva natriumpitoisuus erilaisissa tilanteissa. (Ilander ym. 2006, 192.)

Tavoite	Tilanne	Juoman suolapitoisuus
Hyponatremian ehkäiseminen	Monituntiset ultrasuoritukset kuumassa ilmanalassa	1,7-3 g/l
Nesteen imeytymisen tehostaminen	Kaikki kestävyysuoritukset	0,8-2 g/l
Juomishalun lisääminen	Esimerkiksi liikunta helteellä, turnaukset	0,8-1 g/l
Nesteretention parantaminen	Palautuminen, nestetasapainon korjaaminen liikunnan jälkeen	1-3 g/l

Suorituksen jälkeisessä palautumisessa juoman natriumpitoisuus pienentää virtsaneritystä ja tehostaa nestetasapainon korjaantumista. Noin kahden prosentin nestevajeessa olevat koehen-

kilöt joivat noin kaksi litraa nestettä, joka oli puolitoistakertainen määrä nestevajeeseen verrattuna. Suolatonta nestettä juoneilla virtsaneritys oli suurinta. Kuusi tuntia juomisen jälkeen he olivat edelleen 0,8 litran nestevajeessa. Kun 1,5 grammaa suolaa litraa kohden juoneilla virtsaneritys oli pienempää. Nestevaje ei kuitenkaan poistunut tällä juomamäärällä kokonaan. Noin kolme grammaa suolaa litraa kohden sisältävällä nesteellä nestetasapaino korjaantui lähes kokonaan. Vielä väkevämpi suolaliuos johti pienempään virtsaneritykseen ja positiiviseen nestetasapainoon (kuvio 2). (Ilander ym. 2006, 454.)



Kuvio 2. Juoman natriumpitoisuus vähentää virtsaneritystä ja tehostaa nestetasapainon korjaantumista suorituksen jälkeisessä palautumisessa. (Ilander ym. 2006, 454.)

## 5 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kestävyysjuoksijoiden nestetilaa erilaisten kestävyystyyppisten harjoitusten yhteydessä sekä kartoittaa nuorten juoksijoiden juomistapoja ja tottumuksia viikonlopun pituisella harjoitusleirillä.

Tutkimusongelmat olivat seuraavat:

1. Kuinka paljon ja mitä nesteitä nuoret juoksijat nauttivat viikonloppuleirin aikana?
2. Miten kestävyysjuoksijoiden nestetila muuttuu kolmen erityyppisen harjoituksen aikana?
3. Riippuuko nestetila nautitun nesteen määrästä ja laadusta?
  - 3.1 Riippuuko aamuinen nestetila edellisen päivän juomisesta?
  - 3.2 Riippuuko harjoituksen aikainen nestetilanmuutos juomisesta?



## 6 Menetelmät

### 6.1 Kohdejoukko

Tutkimusjoukko koostui kahdesta ryhmästä: Suomen nuorista maajoukkuejuoksijoista ja kenialaisista kestävyysjuoksijoista. Suomalaisten nuorten maajoukkueen kestävyysjuoksijoista kuusi oli naisia ja neljä miehiä. Juoksijoiden ikä oli  $19 \pm 1$  vuotta, paino  $62 \pm 10$  kg ja pituus  $175 \pm 8$  cm.

Kenialaiset kestävyysjuoksijat olivat kaikki miehiä, iältään  $28 \pm 6$  vuotta, painoltaan  $60 \pm 6$  kg ja pituudeltaan  $181 \pm 7$  cm.

Juoksijoilla ei ollut tutkimuksen aikana nestetasapainoon vaikuttavaa lääkitystä.

### 6.2 Koeasetelma

Nuorten kestävyysjuoksijoiden viikonlopun kestävä harjoitusleiri Suomen Urheiluopistolla, Vierumäellä alkoi perjantai-iltana 6.3.2009. Samana iltana juoksijat alkoivat täyttää nestepäiväkirjaa leirin aikana nautitun nesteen määrän, laadun ja ajankohdan selvittämiseksi. (Liite 1.)

Lauantai-aamuna juoksijat antoivat virtsanäytteen kello 6.00–6.30 välisenä aikana ennen aamupalaa sekä päivän ensimmäistä harjoitusta. Samalla heidät punnittiin. Ensimmäinen harjoitus juostiin sisätiloissa. Harjoitus oli 1000 m:n toistoista koostunut kovatempoinen matkavauhti-harjoitus. Heti harjoituksen jälkeen juoksijat antoivat virtsanäytteen ja heidät punnittiin toistamiseen.

Tutkimuksen toinen harjoituspäivä, sunnuntai 8.3.2009, sisälsi samat mittaukset kuin ensimmäinen päivä eli kaksi virtsanäytettä ja kaksi punnitusta. Toisen päivän harjoitus oli matalatehoinen pitkäaikainen kestävyysharjoitus, joka juostiin ulkona.

Keniaassa toteutetussa tutkimuksessa juoksijat juoksivat 30 km:n testijuoksun 24 celsiusasteen lämpötilassa ja harjoitus suoritettiin noin 2200 metriä merenpinnan yläpuolella. Suorituksen aikana juoksijat nauttivat litran 4 % hiilihydraattia sisältävää urheilujuomaa.

### 6.3 Mittausmenetelmät

Virtsan ominaispainoa määritettiin valon refraktiota eli taittumista mittaavalla digitaalisella refraktiomittarilla.

Kehon paino mitattiin digitaalisella tarkkuusvaa'alla, joka oli sama jokaisella mittaukskerralla. Juoksijat punnittiin kilpailuasussa ilman kenkiä kaikilla testikerroilla.

Nestepäiväkirjaan juoksijat merkitsivät nautitun nesteen määrän ja laadun sekä kellonajan, jolloin kyseistä nestettä oli nautittu. Tämän lisäksi kestävyysjuoksijat ilmoittivat mahdollisen meilläään olevan lääkityksen.

### 6.4 Tilastolliset tarkastelut

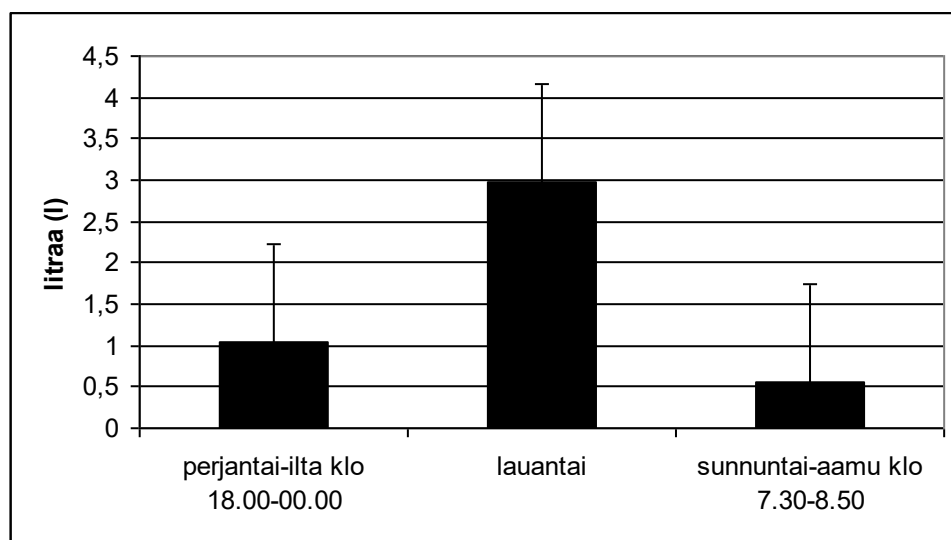
Tuloksia tarkasteltiin keskiarvoina ja keskihajontoina. Keskiarvojen erojen testaamisessa käytettiin toistettujen mittausten osalta kaksisuuntaista parittaisten otosten t-testiä. Yhteyksiä eri muuttujien välille (virtsan ominaispaino ja kehon paino) määriteltiin käyttämällä Pearsonin kaksisuuntaista korrelaatiokerrointa. Tilastollisesti merkittävänä rajana pidettiin  $p < 0,05$ .

Nesteen määrän ja laadun yhteyttä nestetilän muutoksiin tarkasteltiin jakamalla nuoret juoksijat kahteen eri ryhmään. Nesteen määrällisessä tarkastelussa nuoret juoksijat jaettiin enemmän ja vähemmän nestettä nauttineisiin. Nesteen laadullisessa tarkastelussa nuoret juoksijat jaettiin tarkasteltavan nesteen määrän mukaan enemmän ja vähemmän vettä sekä mehua nauttineisiin.

## 7 Tutkimustulokset

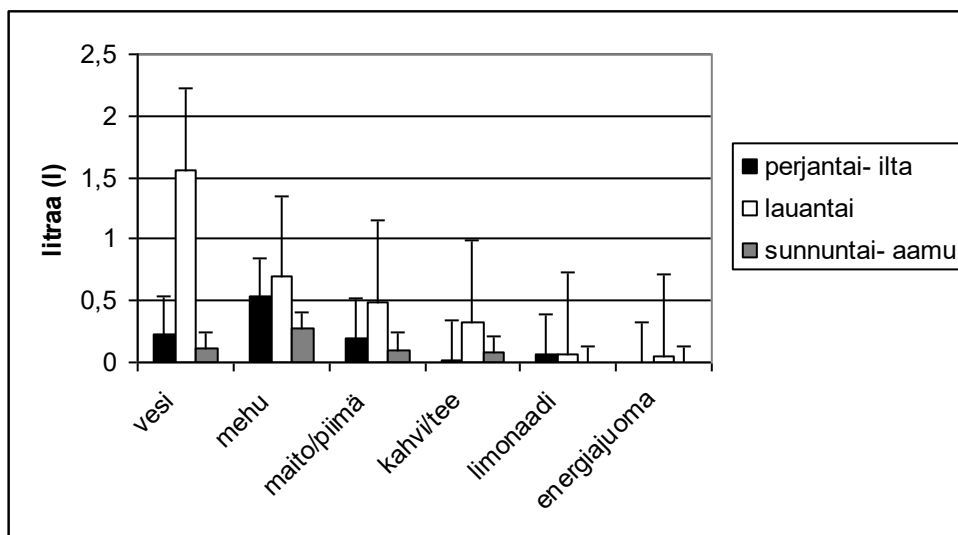
### 7.1 Harjoitusten yhteydessä nautitun nesteen määrä ja laatu

Nuoret juoksijat nauttivat leirin aikana seuraavia nesteitä: vettä, mehua, maitoa, piimää, kahvia, teetä, limonadia ja energiajuomaa. Ensimmäistä harjoituspäivää edeltävänä iltana klo 18.00-00.00 juoksijat nauttivat nestettä  $1,2 \pm 0,3$  litraa henkilöä kohden, ensimmäisenä harjoituspäivänä  $3,0 \pm 0,7$  litraa henkilöä kohden ja toisen harjoituspäivän aamuna klo 7.30-8.50  $0,6 \pm 0,2$  litraa henkilöä kohden (kuvio 3).



Kuvio 3. Nuorten juoksijoiden nauttima nestemäärä viikonloppuleirin aikana. N = 7.

Nuoret juoksijat nauttivat ensimmäistä harjoituspäivää edeltävänä iltana  $0,2 \pm 0,2$  litraa vettä,  $0,5 \pm 0,6$  litraa mehua,  $0,2 \pm 0,2$  litraa maitoa tai piimää,  $0,02 \pm 0,1$  litraa kahvia tai teetä ja  $0,1 \pm 0,2$  litraa limonadia henkilöä kohden. Ensimmäisenä harjoituspäivän aikana juoksijat nauttivat  $1,6 \pm 0,7$  litraa vettä,  $0,7 \pm 0,4$  litraa mehua,  $0,5 \pm 0,5$  litraa maitoa tai piimää,  $0,3 \pm 0,4$  litraa kahvia tai teetä,  $0,1 \pm 0,2$  litraa limonadia ja  $0,04 \pm 0,1$  litraa energiajuomaa henkilöä kohden. Toisen harjoituspäivän aamuna juoksijat nauttivat  $0,1 \pm 0,1$  litraa vettä,  $0,3 \pm 0,1$  litraa mehua,  $0,1 \pm 0,1$  litraa maitoa tai piimää ja  $0,1 \pm 0,1$  litraa kahvia tai teetä henkilöä kohden (Kuvio 4).



Kuvio 4. Nuorten juoksijoiden nauttima nestemäärä juomatyypeittäin viikonloppuleirin aikana. N = 7.

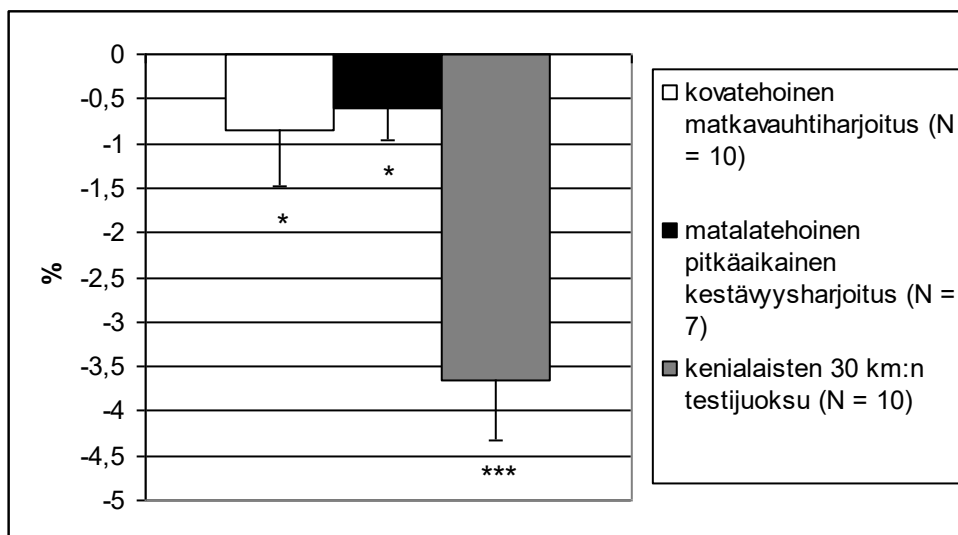
Kenialaiset juoksijat nauttivat ennen harjoitusta (30 km testijuoksu) kevyen aamiaisen, jonka yhteydessä ja ennen testiharjoitusta noin 0,75 litraa nesteitä (tee ja vesi). Testijuoksun aikana jokainen juoksija joi litran 4 % hiilihydraattia sisältävää urheilujuomaa.

## 7.2 Nestetilan muutokset

### 7.2.1 Kehon painon muutokset

Akuutti kehon painon muutos nuorilla juoksijoilla ensimmäisen harjoituksen (kovatehoinen matkavauhtiharjoitus) aikana oli  $-0,5 \pm 0,6$  kg ( $-0,86$  %,  $p = 0,023$ ). Toisen harjoituksen (matalatehoinen pitkäaikainen kestävyysharjoitus) aikana akuutti kehon painon muutos oli  $-0,4 \pm 0,4$  kg ( $-0,61$  %,  $p = 0,036$ ). (Kuvio 5.)

Kenialaisten kestävyysjuoksijoiden 30 kilometrin testijuoksun aikana akuutti kehon painon muutos oli  $-2,2 \pm 0,7$  ( $-3,65$  %,  $p < 0,001$ ). Harjoitus suoritettiin 2200 metriä merenpinnasta 24 celcius asteen lämpötilassa. Harjoitus koostui 30 kilometristä kovatehoista juoksua, jonka aikana koehenkilöt nauttivat litran 4 % hiilihydraattia sisältävää urheilujuomaa. (Kuvio 5.)

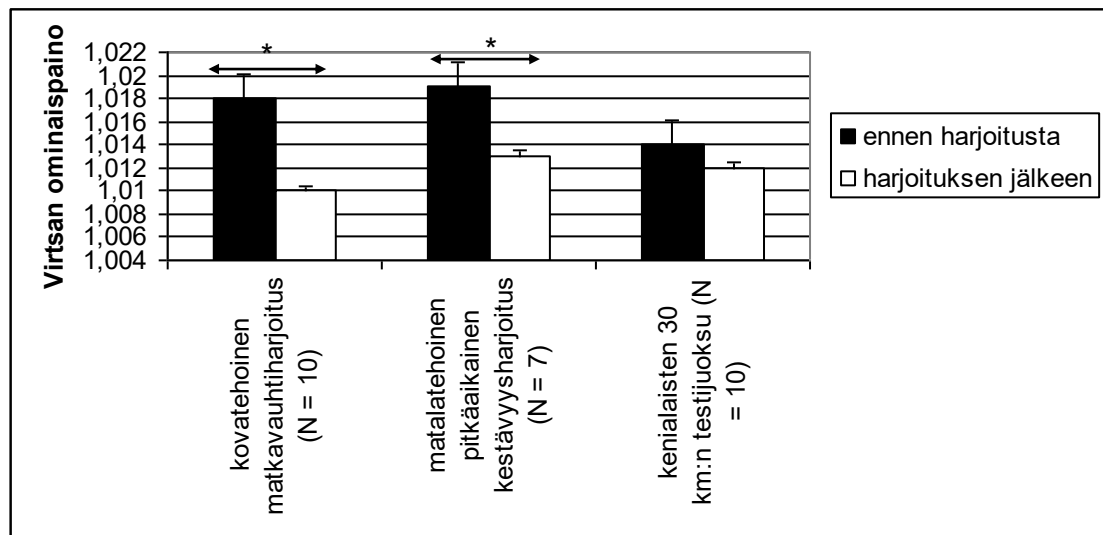


Kuvio 5. Painon muutos prosentteina kolmen eri harjoituksen aikana \*  $p < 0,05$  ja \*\*\*  $p < 0,001$ .

## 7.2.2 Virtsan ominaispainon muutokset

Urheilijoilla käytetyn standardin mukaan virtsan ominaispainon ollessa  $\geq 1,020$  nesteveaje on todennäköinen. Tämän mukaan neljä kymmenestä nuoresta juoksijasta kärsi nesteveajeesta ennen ensimmäistä harjoitusta ja aamupalaa. Kuitenkin virtsan ominaispaino nuorilla juoksijoilla ennen ensimmäistä harjoitusta oli  $1,018 \pm 0,009$  ja suorituksen jälkeen  $1,010 \pm 0,006$  ( $p = 0,005$ ). Virtsan ominaispaino nuorilla juoksijoilla ennen toista harjoitusta oli  $1,020 \pm 0,005$  ja harjoituksen jälkeen keskimäärin  $1,010 \pm 0,006$  ( $p = 0,025$ ) (kuvio 6).

Kenialaisten kestävyysjuoksijoiden suorittamassa 30 kilometrin testijuoksussa virtsan ominaispaino pysyi jokseenkin ennallaan ollen ennen juoksua  $1,014 \pm 0,007$  ja välittömästi juoksun jälkeen  $1,012 \pm 0,007$  (kuvio 6).



Kuvio 6. Virtsan ominaispainon muutos (y-akseli) kolmen eri harjoituksen aikana \*  $p < 0,05$ .

### 7.2.3 Virtsan ominaispainon ja kehon painon korrelatiivinen tarkastelu

Aamuvirtsan ominaispainon yhteys aamupainoon oli ensimmäisenä harjoituspäivänä  $r = 0,46$  ( $p < 0,001$ ). Toisena harjoituspäivänä yhteys oli  $r = -0,29$ . Eli ensimmäisenä harjoituspäivänä aamuvirtsan ominaispaino selittää 25 % kehon painosta ja toisena harjoituspäivänä 9 %. Muuttujien (virtsan ominaispaino/ kehon paino) välillä esiintyi ensimmäisenä harjoituspäivänä positiivista riippuvuutta ja toisena harjoituspäivänä negatiivista riippuvuutta. Toisena harjoituspäivänä aamuvirtsan ominaispainon yhteydessä kehon painoon ei tapahtunut merkittäviä muutoksia.

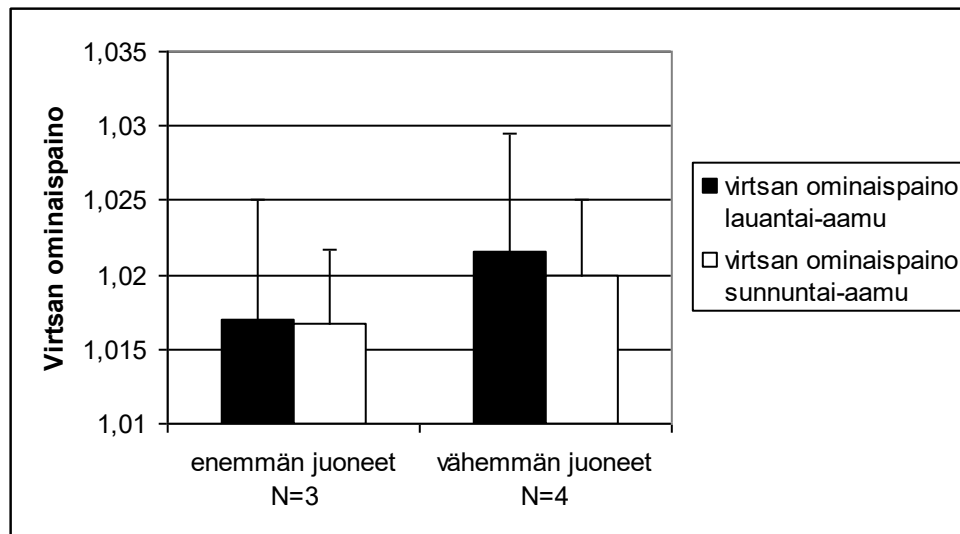
Virtsan ominaispainon muutoksella ei ollut tilastollisesti merkittävää yhteyttä kehon painon muutokseen kummankaan harjoituspäivän aikana.

## 7.3 Nautitun nesteen yhteys nestetilan muutoksiin

### 7.3.1 Nesteen määrä ja virtsan ominaispaino

Kuviossa 7 juoksijat on jaettu kahteen ryhmään nautitun nestemäärän perusteella. Enemmän nestettä nauttineet joivat ensimmäisenä harjoituspäivänä  $\geq 3$  litraa ja vähemmän nestettä nauttineet joivat  $< 3$  litraa. Enemmän nestettä nauttineet juoksijat joivat  $3,68 \pm 0,79$  litraa ja vähemmän nestettä nauttineet juoksijat joivat  $2,45 \pm 0,23$  litraa. Enemmän nestettä nauttineiden juoksijoiden virtsan ominaispaino toisen harjoituspäivän aamuna oli ennen harjoitusta  $1,017 \pm$

0,004 ja vähemmän nestettä nauttineiden juoksijoiden  $1,020 \pm 0,005$ . Kumpanakaan aamuna ryhmien välinen ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä.

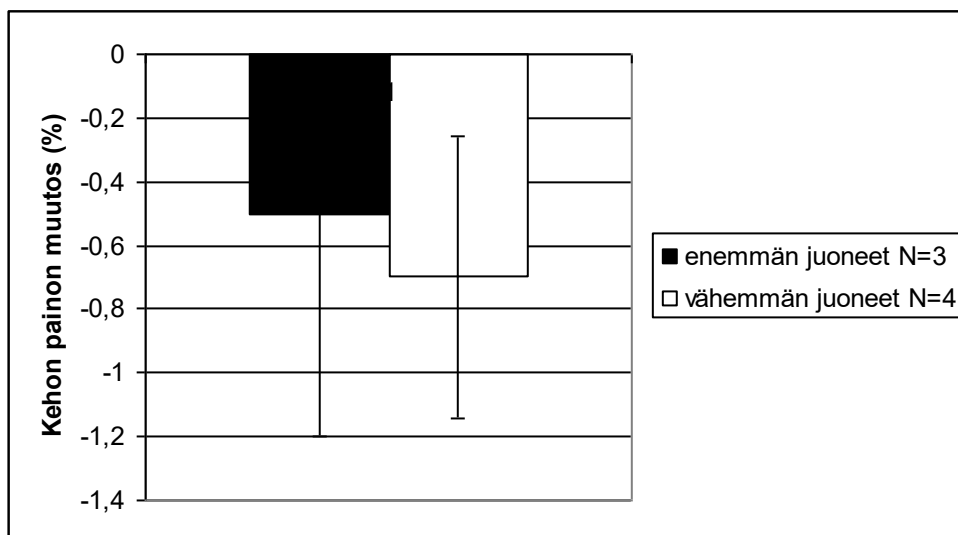


Kuvio 7. Nuorten juoksijoiden virtsan ominaispaino ensimmäisen ja toisen harjoituspäivän aamuna. (Juoksijat jaettu kahteen ryhmään lauantain juontimäärän perusteella; enemmän juoneet > 3 litraa ja vähemmän juoneet < 3litraa.) N = 7.

Molemmilla ryhmillä virtsan ominaispaino laski samalla tavoin toisen harjoituspäivän matalatehoisen pitkäaikaisen kestävyysharjoituksen aikana. Virtsan ominaispainossa ei tapahtunut tilastollisesti merkittäviä muutoksia harjoituksen aikana kummallakaan ryhmällä.

### 7.3.2 Nesteen määrä ja kehon paino

Kuviossa 9 nuoret juoksijat on jaettu kahteen ryhmään nautitun nestemäärän perusteella. Enemmän juoneet nauttivat nestettä ensimmäisenä harjoituspäivänä  $\geq 3$  litraa ja vähemmän juoneet < 3 litraa. Enemmän juoneet juoksijat joivat  $3,68 \pm 0,79$  litraa henkilöä kohden ja vähemmän juoneet juoksijat  $2,45 \pm 0,23$  litraa henkilöä kohden. Ensimmäisen harjoituspäivän aikana enemmän nestettä nauttineilla kehon paino laski  $0,3 \pm 0,5$  kg toisen harjoituspäivän matalatehoisen pitkäaikaisen kestävyysharjoituksen aikana. Vähemmän nestettä nauttineilla kehon paino laski  $0,4 \pm 0,3$  kilogrammaa toisen harjoituspäivän matalatehoisen pitkäaikaisen kestävyysharjoituksen aikana (kuvio 8). Painon muutos ei tällä perusteella riippunut nautitun nesteen määrästä.



Kuvio 8. Nuorten juoksijoiden kehon painon muutos prosentteina toisen harjoituksen (matalatehoinen pitkäaikainen kestävyys harjoitus) aikana. (Juoksijat jaettiin kahteen ryhmään; enemmän juoneet nauttivat nestettä > 3 litraa henkilöä kohden ja vähemmän juoneet < 3 litraa henkilöä kohden) N = 7.

Enemmän nestettä nauttineilla juoksijoilla kehon paino toisen harjoituspäivän aamuna nousi omasta ”normaalipainosta” (kaikkien leirillä mitattujen painojen keskiarvo)  $0,03 \pm 0,1$  kg ja vähemmän nestettä nauttineilla juoksijoilla kehon paino laski  $-0,06 \pm 0,1$  kg. Muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

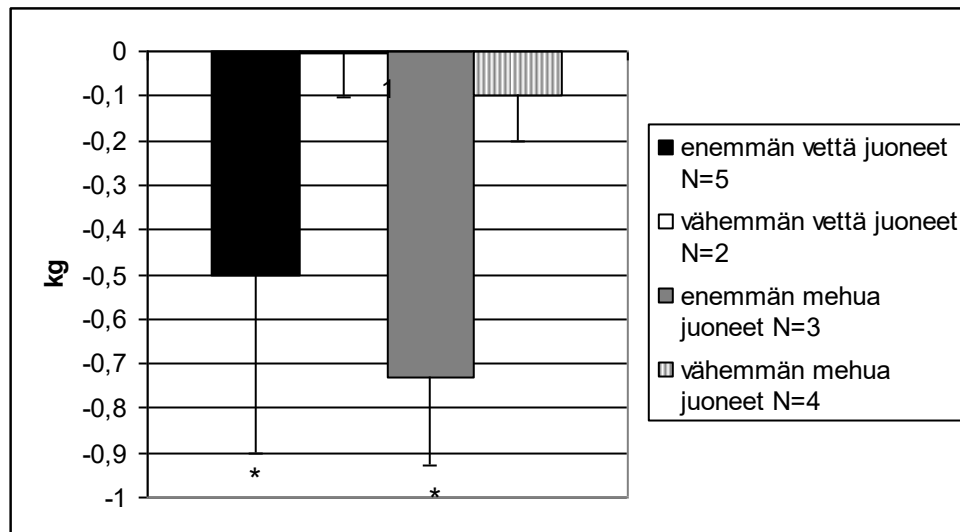
### 7.3.3 Nautitun nesteen laatu

Juoksijoilla, jotka nauttivat ensimmäisenä harjoituspäivänä enemmän vettä,  $1,82 \pm 0,62$  litraa, virtsan ominaispaino ei muuttunut merkittävästi ja kehon paino laski  $-0,5 \pm 0,4$  kg ( $p = 0,034$ ) (Kuvio 9). Juoksijoilla, jotka nauttivat vähemmän vettä ensimmäisenä harjoituspäivänä,  $0,9 \pm 0,14$  litraa, ei tapahtunut merkittävää muutosta virtsan ominaispainossa eikä kehon painossa. Enemmän vettä ensimmäisen harjoituspäivän aikana nauttineiden virtsan ominaispaino oli toisen harjoituspäivän aamuna  $1,015 \pm 0,006$  ja kehon paino  $61,2 \pm 9,9$  kg. Vähemmän vettä nauttineiden virtsan ominaispaino oli  $1,015 \pm 0,003$  ja kehon paino  $60,4 \pm 15,1$  kg.

Juoksijoilla, jotka nauttivat ensimmäisenä harjoituspäivänä enemmän mehua,  $1,1 \pm 0,17$  litraa, virtsan ominaispainon lasku seuraavan harjoituspäivän aamuun ei ollut merkittävä, mutta kehon paino laski merkittävästi  $-0,73 \pm 0,20$  ( $p = 0,026$ ) (Kuvio 9). Kun taas juoksijoilla, jotka nauttivat vähemmän mehua ensimmäisenä harjoituspäivänä,  $0,39 \pm 0,27$  litraa, virtsan ominaispaino nousi ja kehon paino laski, muttei merkittävästi. Enemmän mehua ensimmäisen



harjoituspäivän aikana nauttineiden virtsan ominaispaino oli toisen harjoituspäivän aamuna  $1,022 \pm 0,006$  ja kehon paino  $65,0 \pm 11,2$  kg. Vähemmän mehua nauttineiden virtsan ominaispaino oli  $1,016 \pm 0,002$  ja kehon paino  $59,7 \pm 9,7$  kg.



Kuvio 9. Nuorten juoksijoiden kehon painon muutos matalatehoisen pitkäaikaisen kestävyysharjoituksen aikana. \* $p < 0,05$ . (Juoksijat jaettu kahteen ryhmään; enemmän vettä ja vähemmän vettä juoneisiin sekä enemmän mehua ja vähemmän mehua juoneisiin.)  $N = 7$ .

## 8 Pohdinta

Tämän tutkimuksen keskeisin tulos oli, että nuoret kestävyysjuoksijat olivat keskimäärin suhteellisen hyvässä nestetilassa viikonlopun pituisella harjoitusleirillä ennen kumpaakin harjoitusta, kun nestetasapainon arvioinnissa mittareina käytettiin kehon painoa ja virtsan suhteellista tiheyttä eli ominaispainoa. Tilastollisesti merkittävimmät muutokset nuorilla juoksijoilla tapahtuivat molempien harjoitusten (kovatehoinen matkavauhtiharjoitus ja matalatemponen pitkäaikaisen kestävyys harjoitus) aikana sekä kehon painossa että virtsan ominaispainossa. Merkittäviä tuloksia saatiin myös tarkasteltaessa nautitun nesteen laadun yhteyttä kehon painon muutoksiin.

Kenialaisten juoksijoiden nestetilassa tapahtui merkittäviä muutoksia testijuoksun aikana. Kenialaisten juoksijoiden kehon painon putoamisen perusteella voidaan arvioida olevan jo heikentävää vaikutusta suorituskykyyn.

Nuorten kestävyysjuoksijoiden nesteytystä seurattiin viikonloppuleirin aikana nestepäiväkirjan avulla. Juoksijoille kerrottiin tutkimuksen tarkoitus ja he sitoutuivat täyttämään nestepäiväkirjaa. Heille ei erikseen annettu neuvoja tai ohjeita nesteytykseen liittyen, vaan he noudattivat normaaleja juomistottumuksiaan. Juoksijat täyttivät lomaketta heti sen saatuaan aina viimeiseen harjoitukseen asti. Päiväkirjojen mukaan juoksijat nauttivat keskimäärin riittävästi nesteitä. Kuitenkin yksilötasolla oli huomattavissa puutteita nesteytyksessä. Suosituksen mukaan aikuisilla kokonaisnesteensaannin ohjearvona pidetään noin 2,5-5 litraa vuorokaudessa. Neljä seitsemästä juoksijasta nautti ensimmäisen harjoituspäivän aikana alle 3 litraa nesteitä. Kun otetaan huomioon fyysinen rasitus ja siinä menetetty neste alle, 3 litran nestemäärä on erittäin vähäinen. Vähemmän nesteitä nauttineilla (< 3 litraa) juoksijoilla olikin keskimäärin korkeampi aamuvirtsan ominaispaino (1,020) toisena harjoituspäivänä kuin enemmän nestettä nauttineilla (1,017).

Nautitusta nestemäärästä saatiin tässä tutkimuksessa kuitenkin vain yhden kokonaisen vuorokauden tulokset. Pidemmän aikavälin seurannalla olisi mahdollista saada luotettavampia tuloksia. Lisäksi nuoret juoksijat olivat itse vastuussa nesteytyslomakkeen täyttämisestä ja on mahdollista, että lomakkeissa voi olla puutteita, jos he eivät ole muistaneet aktiivisesti täyttää lomaketta tai ovat mahdollisesti unohtaneet merkitä nautitun nesteen tai arvioineet sen virheellisesti.

Kenelläkään juoksijalla ei ollut käytössä lääkitystä, joka vaikuttaisi nestetilaan. Nuoret nauttivat leirin aikana määrällisesti eniten vettä, mehua ja maitoa tai piimää. Erikoista oli, etteivät juoksijat nauttineet urheilujuomaa lainkaan leirin aikana. Urheilujuomien natriumpitoisuuden ansios- ta elimistö vähentää virtsaneritystä ja tällöin elimistön käyttöön jää enemmän nestettä. Toisaal- ta juoksijat ovat todennäköisesti saaneet tarvittavan natriumin kiinteästä ruoasta. Jos suorituk- set olisivat olleet kestoltaan pidempiä ja rasittavuudeltaan kovempia, olisi natriumia sisältävä neste ollut tarpeen.

Hiilihydraattien nauttimista alle tunnin mittaisissa kovatehoisissa suorituksissa on perinteisesti pidetty turhana, koska lihasglykokeenin riittävyys ei yleensä ole ongelma lyhyissä suorituksissa, vaan tärkein uupumukseen johtava syy on veren ja lihasten maitohappopitoisuuden liiallinen nousu. Vastoin yleistä uskomusta hiilihydraattipitoisten urheilujuomien nauttiminen näyttää kuitenkin parantavan suorituskykyä myös kovatehoisissa suorituksissa. Suorituskykyä paranta- va vaikutus johtuu todennäköisesti tehokkaammasta hiilihydraattiaineenvaihdunnasta, joka mahdollistaa kovemman työskentelytehon ylläpitämisen. Hiilihydraattien nauttiminen kovien suoritusten aikana parantaa suorituskykyä todennäköisesti eniten silloin, kun suoritukseen läh- detään yön yli paastonneena. Jos taas suoritusta edeltää hiilihydraattipitoinen ateria, on hiili- hydraattien merkitys todennäköisesti pienempi. (Ilander ym. 2006, 444-446.) Nuorilla juoksi- joilla hiilihydraattipitoisten juomien nauttimisesta olisi siis ollut hyötyä myös ennen kovate- hoista harjoitusta ja sen aikana. Kuitenkin ennen molempia harjoituksia juoksijat nauttivat aamupalan, josta he ovat todennäköisesti saaneet tarvittavat hiilihydraatit suoritukseen. Kenia- laiset nauttivat kovatehoisen 30 kilometrin testijuoksun aikana litran 4 % hiilihydraatteja sisäl- tävää urheilujuomaa, jolloin tämä on vaikuttanut todennäköisesti tehokkaampaan hiilihydraat- tiaineenvaihduntaan ja näin ollen mahdollistanut hyvän työskentelytehon ylläpitämisen.

Nestetilaa arvioitaessa kehon painon muutos oli nuorilla juoksijoilla suurin ensimmäisen kova- tehoisen matkavauhtiharjoituksen aikana. Sekä ensimmäisen että toisen harjoituksen aikana tapahtunut kehon painon lasku oli tilastollisesti merkittävä, muttei kuitenkaan suorituskykyä heikentävä. Kehon paino ei laskenut kummankaan suorituksen aikana edes 1 %:n verran, joten suorituskykyä heikentävää nestehukkaa ei ennättänyt kehittyä kummankaan harjoituksen aika- na. Kehon paino laski enemmän ensimmäisen kuin toisen harjoituksen aikana, joten voidaan olettaa, että ensimmäinen kovatehoinen matkavauhtinen toistoharjoitus on ollut enemmän energiaa kuluttava kuin toinen pitkäaikainen kestävyys- ja keuhko- ja sydänharjoitus. Voidaan todeta, että matalate- hoinen pitkäaikainen kestävyys- ja keuhko- ja sydänharjoitus ei ollut riittävän pitkä, jotta kehon paino olisi laskenut enemmän. Kehon paino nestetilan arvioinnissa on tässä tutkimuksessa luotettava mittari, kos- ka mittausolosuhteet saatiin vakioitua jokaisella mittauksella.

Verrattaessa kenialaisten kestävyysjuoksijoiden nestetilan muutoksia suomalaisiin juoksijoihin voidaan todeta, että kehon painon lasku suomalaisilla oli pientä. Kenialaisten harjoitus oli kes-  
toltaan pitempi ja rasittavuustasolla erittäin rankka. Kenialaisilla painon lasku 30 kilometrin  
testijuoksun aikana oli merkittävä (3,65 %) ja suorituskykyä heikentävä huolimatta siitä, että  
juoksijat nauttivat litran urheilujuomaa suorituksen aikana. Jo 1-2 %:n painon lasku voi vaikut-  
taa heikentävästi suorituskykyyn. (Ilander ym.2006, 431).

1900- luvun alussa maratoonari Joseph Forshaw kertoo juosseensa maratonin kahdesti ilman  
minkäänlaista nesteytystä lähes kolmeen tuntiin. Tuohon aikaan maratoonarit eivät olleet tot-  
tuneet nauttimaan nestettä suorituksen aikana. (Noakes 1991, 199.) On selvää, että tuon ajan  
maratoonarit kärsivät suorituksen jälkeen vakavasta nestehukasta, joka heikensi suorituskykyä  
ja saattoi olla jopa hengenvaarallista elimistölle. Nykypäivän maratoonarit juoksevat maratonin  
hieman yli kahteen tuntiin. Voidaankin todeta, että nykypäivän maratoonarit ovat tietoisempia  
nestetasapainon ylläpitämisen merkityksestä suorituksen aikana ja sen myönteisestä vaikutuk-  
sesta suorituskykyyn.

Nuorten juoksijoiden virtsan ominaispainossa tapahtui merkittävin muutos ensimmäisen (ko-  
vatehoinen matkavauhtiharjoitus) harjoituksen aikana, jolloin virtsan ominaispaino laski mer-  
kittävästi. Molempien harjoitusten aikana virtsan ominaispainon muutos oli merkittävä. Välit-  
tömästi suorituksen jälkeen mitatussa virtsan ominaispainossa tapahtuva akuutti lasku ei kui-  
tenkaan kerro todellista nestetilaa. Virtsan ominaispaino kertoo virtsan väkevyydestä, joten  
suuremmalla arvolla virtsa on väkevämpää.

Tässä tutkimuksessa nuorten juoksijoiden virtsan ominaispaino laski suorituksen aikana, minkä  
mukaan juoksijoiden nestetila olisi parempi suorituksen jälkeen. Tämä ei pidä paikkaansa välit-  
tömästi harjoituksen jälkeen mitatun virtsan ominaispainon akuutin laskun takia. Virtsan omi-  
naispaino laskee akuutisti kestävyysharjoituksen aikana, koska harjoituksen käynnistyttyä ve-  
renpaine ja veren virtausmäärä munuaisissa lisääntyy jyrkästi. Tästä syystä ja aineenvaihdunnan  
myötä lisääntyneen veden tuotannon seurauksena munuaisista ”vuotaa” enemmän nestettä  
virtsatteihin ja virtsa laimenee. Mikäli elimistössä (munuaisissa) kiertää nestettä, jonka suola-ja  
proteiinipitoisuus on suuri, vähenee kyseessä oleva akuutti nesteen ulosvuoto munuaisista.  
Korkea glukoosi-ja proteiinipitoisuus virtsassa nostavat suhteellisen tiheyden arvoa. (Kairisto  
2008). Välittömästi harjoituksen jälkeen mitatun virtsan ominaispainon akuutin laskun takia,  
kehon painon muutos antaakin luotettavamman tuloksen nestetilan muutoksista tässä tutki-  
muksessa. Juoksijoiden aamuvirtsassa oli huomattavia eroja yksilöiden välillä. Ensimmäisenä

aamuna 40 %:lla juoksijoista virtsan ominaispaino oli  $\geq 1.020$ , eli lähes puolet kärsi nestevejesta ensimmäisenä aamuna. Kenialaisilla huippujuoksijoilla merkittävää muutosta virtsan ominaispainossa kovatehoisen kestävyysharjoituksen aikana ei tapahtunut.

Tarkasteltaessa nautitun nesteen määrän yhteyttä juoksijoiden aamuvirtsan ominaispainoon ja kehon painon muutoksiin nuoret juoksijat jaettiin kahteen ryhmään; määrällisesti enemmän nestettä nauttineisiin ja vähemmän nestettä nauttineisiin. Kummallakaan ryhmällä ei tapahtunut tilastollisesti merkittäviä muutoksia virtsan ominaispainossa eikä kehon painossa. Määrällisesti enemmän nesteitä nauttineilla juoksijoilla kehon aamupaino nousi hieman normaalista, kun vähemmän nesteitä nauttineilla se laski. Voidaan todeta, että enemmän nesteitä nauttineiden juoksijoiden aamupaino oli hieman normaalia suurempi, koska heillä oli enemmän nestettä kehossa. Vähemmän nesteitä nauttineilla juoksijoilla vähäinen nestemäärä on kulunut palautumiseen ja näin ollen tämä näkyy hieman alentuneena kehon painon laskuna normaalista aamupainosta.

Enemmän nesteitä ensimmäisen harjoituspäivän aikana nauttineilla juoksijoilla virtsan ominaispaino oli keskimäärin hieman pienempi seuraavana aamuna verrattuna vähemmän nesteitä nauttineisiin. Tämä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä, mutta osoittaa, että edellisen päivän nesteytyksellä on myönteinen vaikutus seuraavan päivän nestetilään. Virtsan ominaispaino mitattiin molempina mittauspäivinä samaan aikaan ja samalla mittauslaitteella, joten mitaus oli menetelmänä luotettava. Aamuvirtsan ominaispaino nousi keskimäärin ensimmäisestä harjoituspäivästä hieman, muttei merkittävästi. Testin luotettavuuteen kuitenkin vaikuttaa se, ettei arvoja saatu kuin kahden päivän ajalta. Lisäksi osa juoksijoista joutui poistumaan leiriltä ennen leirin loppumista, jo ensimmäisen harjoituspäivän harjoitusten loputtua. Näin ollen heidän arvojaan ei voitu vertailla seuraavan päivän arvoihin. Tästä syystä otanta on osittain pienempi. Aamulla mitatut arvot virtsan ominaispainosta kertovat hyvin, millainen nestetila on aamulla ennen suoritusta ja ennen aamupalaa.

Kenialaisilla ei tapahtunut muutosta virtsan ominaispainossa suorituksen aikana. Kenialaisten juoksijoiden ennen harjoitusta mitattu virtsan ominaispaino oli keskimäärin 1,014, kun se oli suomalaisilla ensimmäisenä harjoituspäivän aamuna 1,018 ja toisen harjoituspäivän aamuna 1,019. Suomalaisten juoksijoiden virtsan ominaispainon aamuarvot olivat huomattavasti korkeammat ja lähempänä arvoa 1,020, joka ilmaisee nestevajetta.

Tutkimuksessa tarkasteltiin nautitun nesteen määrän lisäksi nautitun nesteen laadun mahdollista yhteyttä virtsan ominaispainoon ja kehon painon muutoksiin. Tässä tutkimuksessa nuoret

juoksijat jaettiin neljään ryhmään: juoksijoihin jotka nauttivat enemmän vettä, ja juoksijoihin, jotka nauttivat vähemmän vettä, sekä juoksijoihin, jotka nauttivat enemmän mehua, ja juoksijoihin, jotka nauttivat vähemmän mehua leirin aikana. Nautitun nesteen määrän ja laadun arvioinnissa käytettiin ensimmäisenä harjoituspäivänä nautittuja nesteitä ja toisen harjoituspäivän kehon painon muutoksia sekä ensimmäisen harjoituspäivän aamuvirtsan ominaispainon arvoja verrattuna toisen harjoituspäivän aamuvirtsan ominaispainoon.

Virtsan ominaispainon akuutti muutos ei näyttänyt riippuvan nautitusta vesi- tai mehumäärästä. Sen sijaan suurempi veden sekä mehun nauttiminen vaikutti merkittävästi akuuttiin painon putoamiseen ensimmäisen kovatehoisen matkavauhtiharjoituksen aikana. Voidaan todeta, että juoksijoilla, jotka nauttivat enemmän vettä tai mehua edellisenä päivänä, oli enemmän mitä kuluttaa. Toisen harjoituksen aikana merkittäviä muutoksia enemmän tai vähemmän vettä tai mehua nauttineilla ei tapahtunut. Pidemmällä aikavälillä ja suuremmalta joukolta mitattuna saataisiin luotettavampi tulos siitä, onko nautitun nesteen määrällä tai laadulla yhteys nestetilan muutoksiin. Nautittujen nesteiden yhteydestä nestetilan arvioinnissa olisi saatu luotettavampia tutkimustuloksia, jos ensimmäistä harjoituspäivää edeltävältä päivältä olisi saatu koko vuorokauden nautittujen nesteiden määrä ja laatu, jolloin tarkasteluun oltaisiin voitu ottaa yhden vuorokauden sijaan kaksi vuorokautta. Tässä tutkimuksessa koko vuorokauden nautittujen nesteiden määrä ja laatu saatiin selville ainoastaan ensimmäisen harjoituspäivän ajalta.

Virtsan ominaispainon ja kehon painon korrelatiivisessa tarkastelussa tilastollista merkitsevyyttä oli ainoastaan aamuvirtsan ominaispainon yhteydessä aamupainoon. Voidaan siis todeta, että mitä korkeampi virtsan ominaispainon arvo oli eli mitä väkevämpää virtsa oli, sitä nesteytyneemmässä kunnossa nuoret juoksijat olivat. Kuitenkin on syytä huomioida, että otanta oli merkitsevä vain yhden päivän tuloksissa ja kohdejoukko on suhteellisen pieni. Lisäksi kehon painon muutokset ”normaalipainosta” olivat prosentuaalisesti pieniä. Normaalisti virtsan ominaispainon arvon ollessa korkeampi nestetila on heikompi.

Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa, jossa tutkittiin kuntoilijoiden virtsan ominaispainoa ennen fyysistä harjoitusta, virtsan ominaispaino ennen harjoitusta miehillä ja naisilla oli  $1,018 \pm 0,007$ . Koehenkilöistä 46 % kärsi nestevajeesta ennen harjoitusta. (Stover ym.2005.) Tämän opinnäytetyön tutkimuksessa virtsan ominaispaino ennen ensimmäistä harjoitusta oli keskimäärin 1,018 ja ennen toista harjoitusta keskimäärin 1,019. Tämän tutkimuksen keskiarvojen mukaan nestevajetta ennen harjoituksia ei ollut. Kuitenkin osa aamuisista virtsanäytteistä oli yli 0,020, joka osoittaa nestevajetta.

Tässä tutkimuksessa ensimmäisen harjoituspäivän aamuna 40 % juoksijoista kärsi nestevajeesta ja toisen harjoituspäivän aamuna 29 %. Kenialaisista huippujuoksijoista 20 % kärsi nestevajeesta ennen suoritusta. Tämän perusteella onkin erityisen tärkeää, että nestetilatutkimuksia tehtäisiin, jotta varsinkin nuorten juomisstrategioita voitaisiin kehittää. Urheilijoiden tulisi tietää, milloin ja mitä nestettä tulisi nauttia. Suorituskyvyn ylläpitämisen kannalta nesteytys ennen suoritusta ja suorituksen aikana ovat relevantteja. Lisäksi jokaisen urheilijan tulisi selvittää yksilöllinen nestetarpeensa ja löytää juuri itselleen sopiva nesteytysstrategia. Nesteytyksen merkitys kasvaa etenkin harjoitusleireillä tai silloin, kun rasitus on kova ja palautumisaika ennen seuraavaa suoritusta on lyhyt.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kestävyysjuoksijoiden nestetilaa ja siinä tapahtuvia muutoksia erilaisten harjoitusten yhteydessä. Tutkimustulokset osoittavat, että nuorten juoksijoiden nestetilaa ennen harjoituksia oli keskimäärin suhteellisen hyvä, joskin nuorissa juoksijoissa oli enemmän nestevajauksesta kärsiviä kuin kenialaisissa. Kenialaisilla kestävyysjuoksijoilla nestetilaa ennen harjoitusta oli hyvä. Osalla tämän tutkimuksen nuorista kestävyysjuoksijoista oli huomattavissa puutteita nesteytyksessä, mikä ilmenee nestetilan arvioinnissa käytetyissä mittauksissa. Tästä syystä nuorten nestetilatutkimus on tärkeä tutkimuskohde ja lisätutkimuksia olisi hyvä tehdä. Tutkimuksia tulisi tehdä mieluiten suuremmalle joukolle ja pidemmällä aikavälillä, jotta nestetilasta saataisiin luotettavampi kuva. Jatkotutkimuksessa olisi hyvä ottaa huomioon virtsan ominaispainon akuutti lasku välittömästi suorituksen jälkeen mitattuna. Tästä johtuen virtsan ominaispaino kannattaisi mitata myös myöhemmin harjoituksen jälkeen, jolloin todellinen nestetilaa saataisiin osoitettua. Lisäksi jatkotutkimusta ajatellen tutkimukseen voisi ottaa mukaan myös muita nestetilaa mittaavia indikaattoreita, kuten esimerkiksi veriarvot ja bioimpedanssi. Koehenkilöt voisivat myös täyttää juomispäiväkirjan lisäksi ravintopäiväkirjaa, jolloin saataisiin selville muun muassa ravinnosta saatu natrium.

## Lähteet

- Anastasiou, C. A., Kavouras, S. A., Arnaoutis, G., Gioxari, A., Kollia, M., Botoula, E. & Sidos-sis, L. S. 2009. Sodium replacement and plasma sodium drop during exercise in the heat when fluid intake matches fluid loss. National Athletic Trainers' Association.
- Borg, P., Fogelhol, M & Hiilloskorpi, H. 2004. Liikkujan ravitsemus- teoriasta käytäntöön. Edita Prima Oy. Helsinki.
- Decher, N. R., Casa, D. J., Yeargin, S. W., Ganio, M. S., Levreault, M. L., Dann, C. L., James, C. T., McCaffrey, M. A., O'Connor, C. B. & Brown, S. W. 2008. Hydration status, knowledge, and behavior in youths at summer sport camps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, pp. 262 – 278.
- Fogelholm, M & Vuorimaa, T. 1991. Haasteena pitkät kestävyyslajit. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.
- Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K. & Marniemi, A. 2006. Liikuntaravitseminen. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Martarelli, D., Ugucioni, F., Stauffacher, S., Spataro, A., Cocchioni, M. & Pompei, P. 2009. Assessment of body fluid balance and voluntary drinking in ultimate players during a match. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49, pp. 265.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2007. Urheiluvalmennus. 2. painos. VK-Kustannus Oy. Lahti.
- Nienstedt, W., Hänninen, O., Arstila, A. & Björkvist, S-E. 2006. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 15.–16. painos. Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Noakes, T. 1991. Lore of running. 4th ed. Oxford University Press. Southern Africa.
- Stearns, R.L., Casa, D.J., Lopez, R.M., McDermott, B.P., Ganio, M.S., Decher, N.R., Scruggs, I.C., West, A.E., Armstrong, L.E. & Maresh, C.M. 1993. Influence of hydration status on pacing during trail running in the heat. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*.



Stover, E. A., Petrie, H. J., Passe, D., Horswill, G. A., Murray, B. & Wildman, R. 2006. Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 31, pp. 320–327.

Suomen Olympiakomitea 2009. Nestetasapaino. Luettavissa:  
[http://www.noc.fi/urheilijan\\_ravitsemus/nestetasapaino/](http://www.noc.fi/urheilijan_ravitsemus/nestetasapaino/)

TYKSLAB 2008. Suhteellinen tiheys, virtsasta. Luettavissa:  
<http://www.tyks.fi/store/tykslab/ohjekirja/2715.html>. Luettu: 20.8.2009.

TERVEYSKIRJASTO 2008. Virtsan seulontatutkimus.  
Luettavissa: [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03151](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03151). Luettu: 20.8.2009.

**Nestetilaa seuraava tutkimuslomake**

Tutkitaan millä tasolla nuorten mj- juoksijoiden nestetila on ja miten se vaihtelee. Täytä lomaketta perjantai iltapäivän harjoituksen jälkeen aina sunnuntain viimeiseen harjoitukseen asti.

Nimi: \_\_\_\_\_

Syntymäaika: \_\_\_\_\_

Onko jokin lääkitys päällä? Jos niin mikä? \_\_\_\_\_

Kellonaika/pvä	Määrä (dl)	Juoma