

Urheilujuoman vaikutus nestetasapainoon pitkäkestoisessa juoksusuorituksessa – Northforce oy

Ville Altonen & Ismo Huotari

Opinnäytetyö

Vierumäen yksikkö

Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma

Kevät 2011



Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma

<p>Tekijät Ville Altonen & Ismo Huotari</p>	<p>Ryhmätunnus tai aloitusvuosi LOT 08-11</p>
<p>Raportin nimi Urheilujuoman vaikutus nestetasapainoon pitkäkestoisessa juoksu-suorituksessa – Northforce Oy</p>	<p>Sivu- ja liitesivumäärä 34</p>
<p>Opettajat tai ohjaajat Timo Vuorimaa</p>	
<p>Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko urheilujuoman erityisellä proteiinilisällä vaikuttaa sen hyödyllisyyteen elimistön nestetasapainon ja plasmatilavuuden ylläpitämisessä pitkäkestoisessa urheilusuorituksessa.</p> <p>Tutkimuksen kohderyhmänä olivat Haaga-Helia ammattikorkeakoulun liikunnanohjaajaopiskelijat, joita oli yhteensä 14. Testit sisälsivät kolme eri juoksukertaa. Testijuoksut juostiin viikon välein syksyllä 2010.</p> <p>Koeasetelma koostui kolmesta 20 kilometrin (naisilla 18 kilometrin) tasavauhtisesta juoksusta. Jokaisella testikerralla juostiin samalla teholla, joka oli 75 % maksimaalista hapenkulutusta vastaavasta juoksuvauhdistä. Jokaisella kolmella testikerralla koehenkilöt joivat eri juomaa, aina 1 litran verran. Testattavana oli kolme erilaista juomaa: vesi, hiilihydraatteja sisältävä Northforce Oy:n valmistama Lappidoc Universal sekä hiilihydraatteja ja proteiinia sisältävä Lappidoc Extreme. Testi toteutettiin kaksoissokkotutkimuksena, joten sekä testaajat että testattavat eivät tieneet, mitä juomaa kukin nautti milläkin juoksukerralla. Testattavat punnittiin digitaalisella henkilövaa'alla kolme kertaa testin aikana - ennen juoksua, välittömästi juoksun jälkeen ja 30 minuuttia juoksun jälkeen. Myös virtsan ominaispaino mitattiin samalla tavalla kolme kertaa. Virtsan ominaispainon mittaamisessa käytettiin valon refraktiota (taittumista) mittaavaa kannettavaa digitaalista refraktiometria. Hematokriittiarvot mitattiin ennen, ja välittömästi jälkeen juoksun.</p> <p>Kehon paino putosi eri juomilla 1 - 1,5 %, jonka perusteella ei näyttäisi tapahtuneen haitallista nestevajausta. Kuitenkin vettä nautittaessa virtsan ominaispaino ja veren hematokriittiarvot muuttuivat eniten.</p> <p>Tulosten perusteella Lappidoc Extreme -urheilujuoma näyttäisi suuntaa antavasti ylläpitävän plasmatilavuutta vettä ja normaalimpaa urheilujuomaa paremmin. Syynä tähän on todennäköisesti juoman sisältämä proteiini. Molemmat urheilujuomat näyttävät estävän suorituksen aikana nautitun nesteen puristumista munuaisen läpi virtsarakkoon, joka taas saattaa ehkäistä pitkän suorituksen ja nestemenetyksen aiheuttamia lihaskrampeja.</p>	
<p>Asiasanat Nestetasapaino, Kestävyysurheilu, Nesteen koostumus</p>	

Degree programme in sports and leisure management

<p>Authors Ville Altonen & Ismo Huotari</p>	<p>Group or year of entry LOT 08 - 11</p>
<p>The title of thesis Effects of an extreme sports drink on fluid balance in long-lasting run – Northforce Oy</p>	<p>Number of pages and appendices 34</p>
<p>Supervisor(s) Timo Vuorimaa</p>	
<p>The purpose of this study was to investigate if a sports drink with a specific amount of protein could benefit the body's fluid balance and plasma capacity in long-lasting performance.</p> <p>The target group consisted of 14 students from Degree programme of sports and leisure management (Haaga – Helia University of applied sciences). The tests included three different test runs. The test runs were executed weekly, three weeks in a row.</p> <p>The tests consisted of three 20 kilometer (women 18 kilometer) continuous run. Every test run was executed with the same velocity, which was 75% of the maximum oxygen consumption. In every test run each target group drank different fluids, one liter for each run. There were three different fluids to drink: water, Lapidoc Universal sports drink (Northforce Oy) which contains carbohydrates and Lapidoc Extreme sports drink (Northforce Oy) which contains both carbohydrates and protein. The study was executed as double blind study, thus neither the test staff nor the target group knew what fluid they drank each time. The target group's bodyweight was measured three times with a digital scale – before the run, immediately after the run, and 30 minutes after the run. The urine specific gravity was also measured three times. The urine specific gravity was measured with a digital refractometer, which measured the lights refraction. Bloods hematocrit values were measured before and immediately after each run.</p> <p>Total body weight dropped 1 to 1.5% which revealed that no harmful dehydration emerged. Nevertheless when drinking water, the urine specific gravity and blood hematocrit values varied the most.</p> <p>These results showed that Lapidoc Extreme sports drink seems to maintain plasma capacity better than water or normal sports drink. The main reason for this is probably protein. Both sports drinks appear to prevent fluids from squeezing through the kidney into the urinary bladder, which might prevent muscle cramps caused by long-lasting performance and loss of fluids.</p>	
<p>Key words fluid balance, fluid composition, endurance</p>	

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Nestetasapaino ja fyysinen suorituskyky	2
2.1	Vesi.....	2
2.2	Nesteytys	3
2.2.1	Nesteytys ennen urheilusuoritusta	3
2.2.2	Nesteytys urheilusuorituksen aikana	4
2.2.3	Nestetasapainon korjaaminen urheilusuorituksen jälkeen	6
2.2	Suola ja natrium	7
3	Energiatasapaino ja nesteenkoostumus.....	10
3.1	Nesteen koostumus liikuntatilanteessa.....	10
3.1.1	Hiilihydraattien merkitys suorituksen aikana	10
3.1.2	Proteiinin merkitys suorituksen aikana	13
3.2	Hikoilu ja lämmönsäätely	14
3.3	Nestehukka ja janon tunne.....	16
4	Nestetasapainon mittaaminen ja arviointi.....	18
4.1	Kehon paino	18
4.2	Virtsan ominaispaino	19
4.3	Veriarvot.....	20
4.4	Bioimpedanssi.....	20
5	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat	22
6	Menetelmät.....	23
6.1	Koehenkilöt.....	23
6.2	Koasetelma	23
6.3	Mittausmenetelmät.....	25
6.4	Tilastolliset tarkastelut	26
7	Tutkimustulokset.....	27
7.1	Nestetilan muutokset.....	27
7.1.1	Kehon painon muutokset.....	27
7.1.2	Virtsan ominaispainon muutokset	28
7.1.3	Hematokriitin muutokset	28

8 Pohdinta	30
Lähteet	33

1 Johdanto

Jokainen urheilija on jossain vaiheessa miettinyt parasta tapaa valmistautua harjoitukseen sekä kilpailuihin, jotta ylttäisivät parhaaseen lopputulokseen. Osa tätä valmistautumista on nesteiden nauttiminen ennen suoritusta sekä suorituksen aikana. Urheilija on yksilö, eikä yhtä kaavaa voida soveltaa jokaiseen, mutta se on todistettu, että nesteiden nauttimisen tärkeys korostuu pitkäkestoisissa kestävyyslajeissa.

Pitkäkestoisissa kestävyyskuntoa vaativissa suorituksissa nesteytyksen onnistuminen on lopputuloksen kannalta todella tärkeää. Veden päivittäinen tarve normaalissa lepotilassa on 2,5 l/vrk, mutta kovassa kuormituksessa ja kosteassa ilmastossa veden poistuminen saattaa olla jopa 6,3 l/vrk, josta hikoilun osuus 5,0 l. 2 - 3 %:n painon lasku suorituksen aikana aiheuttaa plasman tilavuuden huomattavan vähenemisen ja verenkierron tehon laskun. Tästä johtuen sekä suorituskyky (erityisesti kestävyys) että lämmönsäätely heikkenee. (Mero 2007, teoksessa Mero, Nummela, Keskinen, Häkkinen 2007, 174.)

Kovassa pitkäkestoisessa kuormituksessa myös hiilihydraattien merkitys kasvaa. Tutkimuksissa on osoitettu, että lihasglykokeenin käyttö hitaissa lihassoluissa pienenee kun nautitaan hiilihydraattia kuormituksen aikana. Tästä johtuen lihasglykokeeni kestää pidempään ja siten suorituskyky paranee. (Mero 2007, teoksessa Mero, Nummela, Keskinen, Häkkinen 2007, 159.)

Tutkimuksessa keskityttiin testaamaan suomalaisen urheiluravinnevalmistajan (Northforce Oy) Lappidoc Extreme – urheilujuomaa, joka on erityisesti suunniteltu pitkäkestoisiin suorituksiin vaativissa olosuhteissa. Tutkimus suoritettiin Vierumäellä ja koehenkilöinä toimivat liikunnanohjaajaopiskelijat (n=9).

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten Extreme -urheilujuoman nauttiminen vaikutti nestetasapainoon, verrattuna muihin juomiin. Tutkimuskohteina oli veren plasmatilavuus (hematokriitti), virtsan ominaispaino sekä kehonpaino.

2 Nestetasapaino ja fyysinen suorituskyky

2.1 Vesi

Vesi on meille ihmisille välttämätön ravinne, kehon painosta 40 – 70 % on vettä. Ihminen kuolee muutamassa päivässä, mikäli elimistö ei saa vettä. Veden tarve vaihtelee riippuen iästä, kehon painosta, kehon koostumuksesta, ruokavaliosta, ilmastosta, liikunnan määrästä sekä muista fysiologisista eroista johtuen. Ohjearvona voidaan kuitenkin aikuisilla pitää 2,5 – 5,0 litraa/vrk, riippuen energiansaannista (1ml/kcal). Lihaksen painosta 65 – 75 % on vettä, kun taas rasvamäärästä 10 % on vettä, jonka takia 75kg painavalla miehellä on enemmän vettä kehossaan kuin samanpainoisella naisella. (Fogelholm 2004, 257 – 258; Ilander & Pethman 2006, 33; Mero 2007, 173 – 174.)

Aikuinen saa ruoan mukana vettä päivittäin keskimäärin 1000 – 1500 ml, sen lisäksi 300 – 350 ml rasvojen, proteiinien sekä hiilihydraattien hapettumisen johdosta. Näin ollen päivittäin tulisi juoda vettä 1 – 3 litraa, ruoan sisältämän nesteen lisäksi, jotta nestetasapaino saataisiin säilytettyä. Urheilijoilla sekä aktiiviliikkujiilla veden tarve on kuitenkin huomattavasti suurempi, johtuen hikoilusta. Harjoitusolosuhteet vaikuttavat myös veden päivittäiseen tarpeeseen, mitä kosteampi ja kuumempi ilmasto, sitä enemmän vettä poistuu elimistöstä ja näin ollen veden tarve kehossa lisääntyy. Veden tarve voidaan tyydyttää normaalilla vedellä tai muilla ruoka- ja janojuomilla. Mikäli nestevajausta syntyy, on se korjattava ennen seuraavaa harjoitusta, sillä nestevajeen on huomattu vaikuttavan huomattavasti fyysiseen suorituskykyyn. Mikäli näin ei tehdä, ei harjoituksista saada täyttä hyötyä jolloin tavoitteellinen harjoittelu kärsii. Tämän on havaittu päteväen etenkin kestävyystyypillisessä harjoittelussa. Nopeus-voimatyyppinen harjoittelu ei kärsi lievästä nestehukasta yhtä paljoa. (Ilander & Pethman 2006, 33; Ilander 2006, 421.)

Vettä menetetään useilla eri tavoilla. Iholta sitä poistuu huomaamattomasti diffuusion kautta 3 – 4 dl vuorokaudessa. Hengityksen mukana haihtuu vettä, raskas ja hengästyttävä liikunta lisää veden poistumista myös tätä kautta. Virtsan mukana poistuu päivittäin noin 1,40 litraa/vrk kun taas ulosteiden mukana 0,10 litraa/vrk. Hien

muodossa nestettä poistuu tavallisissa olosuhteissa vain 0,10 litraa/vrk, mutta liikunta sekä lämpötila vaikuttavat hikoilun määrään huomattavasti. (Fogelholm 2004, 258.)

Taulukko 1. Veden menetys eri olosuhteissa (l/vrk) (Fogelholm 2004, 258.)

	Normaali lämpötila	Kuuma lämpötila	Pitkäkestoinen fyysinen rasitus
Virtsa	1,40	1,20	0,50
Hengitys	0,35	0,25	0,65
Diffuusio iholta	0,35	0,35	0,35
Ulostet	0,10	0,10	0,10
Hiki	0,10	1,40	5,00
Yhteensä	2,30	3,30	6,60

2.2 Nesteytys

2.2.1 Nesteytys ennen urheilusuoritusta

Päivittäisen perusnesteytyksen lisäksi tulisi juoda noin puoli litraa ”ylimääräistä” vettä kilpailusuoritusta tai tärkeää harjoitusta edeltävänä iltana. Aamulla juodaan uudestaan 1/2 litraa heti heräämisen jälkeen, muuten päivän aikana juodaan niinkuin normaalistikin. 1,5 – 2 tuntia ennen urheilusuoritusta juodaan vielä noin puoli litraa urheilujuomaa tai vettä. Näin toimittaessa nestetasapaino on mahdollisimman hyvä urheilusuorituksen alkaessa ja ylimääräinen neste ehtii poistua virtsana ennen suorituksen alkamista. Koviin suorituksiin valmistauduttaessa urheilujuoma on hyvä valinta samalla saatavien hiilihydraattien takia. Juomista tulisi välttää 0,5 – 2 tuntia ennen suoritusta, sillä runsas juominen tällä aikavälillä saattaa johtaa virtsaamistarpeeseen ennen suoritusta tai sen aikana. Kuitenkin mikäli suoritus tapahtuu kuumassa ilmastossa, voidaan juoda vielä lähempänä suoritusta, jotta vältettäisiin nestehukka ennen suorituksen alkamista. Jos perusnesteytys on ollut puutteellista, tai se on jostain syystä epäonnistunut ja epäillään ettei nestetasapainoa olla saavutettu, voidaan toimia samalla tavalla kuin kuumalla ilmalla. (Borg & Fogelholm

2004, 253 – 254; Ilander 2006, 428 – 429)

Edellä kuvatun nesteytysmallin lisäksi voidaan nauttia niin kutsuttu praimereri 10 minuuttia ennen urheilusuoritusta. Praimerilla tarkoitetaan nesteannosta jonka tarkoituksena on suurentaa mahassa olevan nesteen määrää nopean mahan tyhjenemisen aikaansaamiseksi. Mahan nestetilavuutta ja nopeaa tyhjenemistä ylläpidetään urheilusuorituksen aikana nauttimalla pieniä nesteannoksia tihein välein heti suorituksen alettua. Praimeri parantaa myös kehon nestetasapainoa, sillä neste ei ehdi erittyä virtsana ennen suoritusta. Suorituksen alettua virtsanmuodostus vähenee, jolloin neste jää elimistön käyttöön. Praimeri voi sisältää myös hiilihydraatteja, jotka parantavat suorituskykyä etenkin pitkissä kestävyystyypissä suorituksissa. Praimerin tärkeys korostuu kuumassa ilmanalassa missä nestetasapainon säilyttäminen on erityisen haasteellista. (Ilander 2006, 429; Noakes 1991, 125, 128.)

Lazka & Sawka (2002, teoksessa Ilander ym. 2006, 429) toteavat, että hyvin runsaan nesteen nauttiminen tunteina ennen suoritusta (ylinesteytys eli hyperhydraatio) ei vaikuta parantavasti suorituskykyyn. Runsaan nesteen nauttiminen johtaa vain väliaikaisesti elimistön nestetilavuuden laajenemiseen, sillä virtsan erityksen myötä tilanne normalisoituu nopeasti. Hyperhydraatio voi pienentää veren natriumkonsentraatiota mikä suurentaa vaarallisen hyponatremian riskiä suorituksen aikana. (Ilander 2006, 429.)

2.2.2 Nesteytys urheilusuorituksen aikana

Nestehukka heikentää urheilijan suorituskykyä sekä harjoittelussa että kilpailuissa, sen vaikutus korostuu etenkin kestävyysurheilussa. Urheilijan tulisi olla nestetasapainossa heti suorituksen alkaessa. Haasteena onkin nestetasapainon ylläpitäminen suorituksen aikana, varsinkin kuumassa ilmanalassa. Esimerkiksi 70 kg painavalla henkilöllä 1,4 litran nesteen menetys (2 % kehon painosta) voi lämpimässä ilmanalassa syntyä jo tunnissa. Nestehukan ollessa 2,5 % kehon painosta kyky ylläpitää kovaa suorituskykyä voi heikentyä jopa 45 %. Voimakas nestevajaus ja siihen liittyvä kehon lämpötilan nousu voi aiheuttaa lämpöuupumuksen joka voi pahimmillaan johtaa kuolemaan. Nestevajauksen kielteiset vaikutukset suorituskykyyn syntyvät pääosin verentilavuuden pienenemisestä. Pienemmästä verimäärästä johtuen sydän joutuu tekemään enemmän

työtä verenpaineen säilyttämiseksi. Mountain & Coyle (1992, teoksessa Ilander 2006, 431) sanoo, että tämä on havaittavissa sekä sykkeen kohoamisena, että iskuilavuuden pienenemisenä nestevajauksen kasvaessa. Gonzales – Alonzo (1998, teoksessa Ilander 2006, 431 – 432) toteaa pienentyneen verimäärän rajoittavan veren virtausta työskenteleviin lihaksiin, mikä heikentää niiden toimintakykyä. Nesteytystä miettiessä on tärkeätä ottaa huomioon elektrolyytti tasapaino, varsinkin natrium. Nestevajauksen tavallisimpia oireita: huimaus, päänsärky, heikotus, sekavuus, nopea ja heikko syke, matala verenpaine, pahoinvointi, vatsavaivat. (Ilander 2006, 430 – 433; Mero 2007, 183 – 184.)

Hikoilun määrään vaikuttaa erityisesti sääolosuhteet, harjoituksen intensiteetti ja kesto sekä urheilijan yksilölliset ominaisuudet. Tämän takia on hankalaa määrittää yleispäteviä saantisuosituksia nesteen nauttimiselle rasiuksessa. Nestetasapainon säilyttäminen edesauttaa kestävyysuoritusta niin viileässä kuin lämpimässäkin, sillä se tehostaa lämmönsäätelyä ja ylläpitää veriplasman tilavuutta. Lämmönsäätelyn tärkeys korostuu etenkin lämpimissä olosuhteissa. Vettä juomalla voidaan lykätä uupumusta niin kovissa kuin kohtuutehoisissakin kestävyysuorituksissa. Levine (1991, teoksessa Ilander 2006, 433) toteaa, että kevyessä liikunnassa vesi näyttäisi olevan yhtä tehokas nestetasapainon säilyttämisessä kuin urheilujuomat. Useimmissa tapauksissa hiilihydraatteja sekä elektrolyyttejä sisältävän urheilujuoman avulla saavutetaan kuitenkin suurempi etu kuin pelkästään vettä nautittaessa. (Ilander 2006, 433; Mero 2007, 183.)

Uupumus kestävyysuorituksen aikana ilmenee aikaisemmin kuumassa kuin viileässä säässä. Nesteen nauttiminen on lämpösopeutumisen lisäksi tärkein keino parantaa kestävyyttä kuumassa ilmanalassa. Glace (2002, teoksessa Ilander 2006, 433) osoitti, että lämpimissä olosuhteissa juostussa 160 kilometrin ultrajuoksussa maaliin selvinneet olivat nauttineet nestettä huomattavasti enemmän kuin kilpailun keskeyttäneet juoksijat. Maaliin selvinneiden keskimääräinen nesteensaanti oli 0,74 l/h. Maaliin selvinneiden paino oli pienentynyt vain vähän, mikä osoittaa, että heidän nesteensaantinsa oli lähes yhtä suurta kuin nesteen menetys. Noakes (2003, teoksessa Ilander 2006, 433) kuitenkin paljasti, että maratonjuoksujen voittajat juovat useimmiten paljon vähemmän kuin kuntojuoksijat, ja he kärsivät usein voimakkaasta nestevajauksesta maaliin tullessa.

Tämä osoittaa sen, että nestehukka ei automaattisesti johda suorituksen epäonnistumiseen, sillä suorituskykyyn vaikuttavat nestetasapainon lisäksi monet muutkin tekijät. Cheuvront (2003, teoksessa Ilander 2006, 434) On myös hyvä muistaa, että pieni (1 – 2 %) nestevaje ei heikennä suorituskykyä ratkaisevasti, eikä suorituksen aikaisella juomisella siksi tarvitse pyrkiä korvaamaan kaikkea suorituksen aikana menetettyä nestettä. Painonnousuun johtava liiallinen juominen voi aiheuttaa vaarallisen hyponatremian, joten siitäkään syystä ei ole järkevää pyrkiä korvaamaan kaikkea menetettyä nestettä suorituksen aikana. Yleensä suuret kerta-annokset tuntuvat vatsassa ikäviltä, ja siksi tulisi juoda pieniä (1 – 2 dl) kerta-annoksia mahdollisimman tasaisin väliajoin (10 – 15min). Janon tunne ei kerro nestevajeesta. Tutkimusten mukaan vapaasti juovat, kokeneetkin kestävyysurheilijat korvaavat vain puolet menetetyistä nesteistä. 70 – 80 % korjaus vaatii harjoittelua sekä suunnitelmallisuutta. Omalle elimistölle sopivan nesteytysmallin löytää jokainen urheilija itse kokeilemalla ja harjoittelemalla. (Fogelholm 2004, 262 – 263, 273 - 274; Ilander 2006, 433 – 434; Mero 2007, 183 – 184.)

2.2.3 Nestetasapainon korjaaminen urheilusuorituksen jälkeen

Nestevajeella tarkoitetaan hien mukana menetetyin ja liikunnan aikana saadun nestemäärän erotusta. Rasituksen aikana nestehukka voi vaihdella puolesta litrasta jopa kolmeen litraan tunnissa. Keskimäärin liikunnan aikana voidaan parhaimmillaankin nauttia noin 0,6 – 1,0 litraa nestettä, joten etenkin pitkään jatkuvan, kohtuullisen kovatehoisen liikunnan aikana nestevajetta ei pystytä estämään. Suorituksesta aiheutunut nestevaje tulisi korjata juomalla 1,5 -kertainen määrä nestettä rasituksen jälkeisinä tunteina. Mikäli seuraava urheilusuoritus tapahtuu samana päivänä, tulee nestevaje korvata mahdollisimman tehokkaasti nauttimalla nestettä 0,8 – 1,0 l/t, kunnes tarvittava kokonaismäärä on saavutettu. Mikäli nestevajeen palautumisella ei ole kiire, riittää että tarvittava nestemäärä nautitaan normaalin juomisen lisäksi seuraavan puolen vuorokauden aikana. (Borg 2004, 277 – 278.)

Hikoilun yhteydessä menetetyistä elektrolyyteistä natriumilla on keskeisin rooli nestevajeen palautumisessa. Natriumin nauttiminen yhdessä nestevajeen korjaamisen aikana lisää elimistöön jäävän nesteen osuutta 10 - 20 %, joka pienentää tarvittavan

juoman määrää. Sopiva natriumin määrä juomassa on noin 30 – 60 mmol/l, mikä vastaa noin 1 – 2 grammaa ruokasuolaa (1/4 tl) litrassa nestettä. Tarvittava natrium saadaan yleensä normaalista ruokavaliosta eikä siihen tarvitse kiinnittää erityistä huomiota. Mikäli palautumisen pitää tapahtua nopeasti eikä ruokaa ole tarjolla, ovat natrium pitoiset urheilujuomat käyttökelpoisia neste- ja natriumvajeen korjaamisessa. Urheilujuomien natriumpitoisuudet ovat tosin aika pieniä (5 – 30 mmol/l) joten runsaasti hikoiltaessa (helteessä) niihinkin voi lisätä suolaa (noin 1 g/l). (Borg 2004, 277 – 278.)

2.2 Suola ja natrium

Natriumin minimitarve (päivittäinen) on hyvin pieni, vain 0,4 – 0,8 g/vrk (1 – 2 g NaCl/vrk). Ruoasta saadaan helposti tarpeeseen nähden moninertainen määrä natriumia, ja puutokset ovatkin harvinaisia. Hikoilu lisää kuitenkin natriumin eritystä ja suurentaa huomattavasti sen tarvetta. Suolan saanti vaikuttaa oleellisesti nestetasapainoon, sillä suolaa tarvitaan ylläpitämään plasman osmoottista painetta. Nesteen osmoottinen paine riippuu siihen liuenneiden molekyylien määrästä. Mikäli suolan saanti vähenee nopeasti, myös osmoottinen paine pienenee, jolloin osa elimistön vedestä poistuu. Vastaavasti hyvin suolainen ruokavalio suurentaa osmoottista painetta. Tämän tasapainottamiseksi nestettä kerääntyy elimistöön normaalia enemmän joka aiheuttaa turvotuksen tunteen. Suola on tärkein nestetasapainoon vaikuttava ravintoaine. (Fogelholm 2004, 259)

Hikoillessaan ihminen menettää suoloja. Hiessä on sekä epäorgaanisia suoloja (elektrolyyttejä) että orgaanisia aineita. Ylivoimaisesti eniten hiki sisältää natriumia ja kloridia eli suolaa (NaCl). Shirreffs (2005, teoksessa Ilander 2006, 421) toteaa että hien koostumus vaihtelee voimakkaasti yksilöiden välillä, joten liikunnan aiheuttama elektrolyyttien menetyskin vaihtelee. Myös yksilön hien koostumus saattaa vaihdella eri ajankohtina. Koostumukseen vaikuttaa harjoittelumäärät sekä lämpötila. Maughanin (2001, teoksessa Ilander 2006, 421) mukaan vahva harjoittelutausta sekä hyvä lämpösopeutuminen suurentavat hikoilun määrää. Samalla hien natrium pitoisuus pienenee, eli hiki muuttuu laimeammaksi mitä enemmän ja useammin hikoilee. Tämä tehostaa lämmönsäätelyä ja säästää elektrolyyttejä, mikä auttaa urheilijaa ylläpitämään

verenpainetta ja tehokasta verenkiertoa nestevajeesta huolimatta. (Fogelholm 2004, 259; Ilander 2006, 421 – 422.)

Hiki sisältää keskimäärin 2 – 3 grammaa suolaa. Maughanin (2004, teoksessa Ilander 2006, 422) mukaan helteillä tapahtuvien kovien urheilusuoritusten aikana voidaan menettää jopa noin 6 grammaa suolaa tunnissa. Valtion ravitsemusneuvottelukunnan laatimat suositukset natriumin saannille ovat naisille enintään 6 grammaa ja miehille enintään 7 grammaa natriumkloridia vuorokaudessa. Tämä vastaa 2,4 ja 2,8 grammaa natriumia. Kovaa harjoittelevien ja runsaasti hikoilevien urheilijoiden ei kuitenkaan tulisi rajoittaa suolansaantiaan, jotta välttyttäisiin hyponatremian eli liian pienen veren natriumpitoisuuden riskiltä. Urheilijoilla päivittäinen suolan saanti on todennäköisesti hieman suurempaa muutenkin, johtuen suuremmasta energiansaannista. Suolan saannin rajoittamista tulisi välttää etenkin kesällä ja siirryttäessä kylmästä ilmastosta kuumaan ilmanalaan harjoittelemaan ja kilpailemaan. Edellä mainituissa olosuhteissa lämpösopeutuminen ei ole vielä tapahtunut, ja hien suolapitoisuus on suuri. (Ilander 2006, 189 – 193, 422.)

Taulukko 2. Juoman sopiva suolapitoisuus (NaCl) erilaisissa tilanteissa.

Tavoite	Tilanne	Juoman suolapitoisuus
Hyponatremian ehkäiseminen	Monituntiset ultrasuoritukset kuumassa ilmanalassa	1,7 – 3,0 g/l
Nesteen imeytymisen tehostaminen	Kaikki kestävyys suoritukset	0,8 – 2,0 g/l
Juomishalun lisääminen	Liikunta helteellä, turnaukset	0,8 – 1,0 g/l
Nesteretention parantaminen	Palautuminen, nestevajeen korjaaminen liikunnan jälkeen	1,0 – 3,0 g/l

Hyponatremia eli veren liian pieni natriumpitoisuus voi aiheuttaa jopa kuoleman. Hyponatremia johtuu useimmiten liian runsaasta juomisesta. Almondin (2005, teoksessa Ilander 2006, 437) mukaan Riskiä suurentaa kuuma ilma, huono lämpösopeutuminen ja erittäin pitkäkestoinen urheilusuoritus. Speedy (2002) väittää riskin lisääntyvän myös mahdollisesti liian vähäisestä suolansaannista sekä ennen suoritusta että sen aikana, joskin tästä kiistellään. Tyypillinen hyponatremiapotilas on

pienikokoinen naismaratoonari, jonka suoritus kestää 4 – 5 tuntia. Hidas vauhti ei ole syynä hyponatremiaan vaan mahdollisuus juoda paljon, jopa yli tarpeen. Kevyt rakenteisten naisten verentilavuus on myös pienempi joten liika juominen laimentaa naisten verta voimakkaammin kuin miesten. Hyponatremia riskin pienentämiseksi kansainvälinen maratonjuoksujen lääkäriyhdistys (IMMDA) julkaisi maratonjuoksijoille suunnatut uudet juomisohjeet. Niiden mukaan turvallinen nesteen saanti on 0,4 – 0,8 l/t, kun se aikaisemmin oli 0,6 – 1,2 l/t. Erityisen tärkeää suolansaanti on kuumissa ja kosteissa olosuhteissa tapahtuvissa pitkäkestoisissa kestävyystyypisissä suorituksissa, joissa hikoilu sekä juominen on runsasta. Tällöin suositeltava suolansaanti on 1,5 – 3,0 g/t. Sen sijaan kylmällä ilmalla ja matalalla teholla tapahtuvissa suorituksissa hyponatremian riski on pieni edellyttäen, että juodaan kohtuudella. Tämänkaltaisissa suorituksissa suolan saanti ei ole välttämätöntä. Pienestä suolansaannista (1 gramma suolaa tunnissa) on kuitenkin hyötyä janontunteen ylläpitämisen sekä nesteen imeytymisen tehostamisen muodossa. (Ilander 2006, 437.)

3 Energiatasapaino ja nesteenkoostumus

3.1 Nesteen koostumus liikuntatilanteessa

Fyysinen suorituskyky alkaa heikentyä, kun elimistön toiminnan kannalta ihanteellinen tasapainotila heikkenee. Nesteen nauttimisella liikunnan aikana yritetään ylläpitää neste-, elektrolyytti- ja energiatasapainoa. Nestettä menetetään kovassa liikunnassa olosuhteista ja tehosta riippuen 0,5 - 2 l/t. Juomalla on vaikea saada imeytymään enempää kuin yhden litran nestettä tunnissa. Litrassa hikeä menetetään noin 1 - 3 grammaa suolaa, mutta tämä määrä voidaan helposti korvata lisäämällä sama määrä suolaa nautittavaan juomaan. (Fogelholm 2004, 268.)

Kevyissä ja lyhytkestoisissa harjoituksissa juomaksi sopii yleensä vesi. Pitkäkestoisissa, yli 2 tunnin kohtuutehoisissa harjoituksissa ja lyhyemmissä, 1 - 1,5 tuntia kestävässä kovissa harjoituksissa hiilihydraatteja ja suolaa sisältävät urheilujuomat ovat parempi valinta. Urheilujuoman merkitys korostuu silloin, kun ilman lämpötilan on korkea. Urheilujuoman väkevyys tulisi säädellä siten, että hiilihydraatteja saadaan 30 - 60 g/t. (Suomen Olympiakomitea.)

3.1.1 Hiilihydraattien merkitys suorituksen aikana

Kevyessä (alle 60 % VO_{2max}) liikunnassa rasva on tärkein energianlähde ja hiilihydraattien saanti on tässä vielä toissijaista, varsinkin jos harjoituksen tarkoituksena on kehittää rasva-aineenvaihduntaa. Kevyen liikunnan aikana ei ole tarpeellista nauttia hiilihydraatteja ensimmäisten tuntien aikana, koska hiilihydraatteja kulutetaan vain vähän ja glykogeenivarastot eivät tyhjene niin paljoa. Sen sijaan pitkissä ja kovatehoisissa (60 - 80 % VO_{2max}) suorituksissa hiilihydraatit ovat erittäin tärkeä ja ratkaiseva energianlähde. Näillä tehoilla työskentelevien lihasten glykogeenivarastot ovat liian pienet ja veren sokeripitoisuus pienenee liikaa. Tästä seurauksena on se, että suoritusta on mahdotonta jatkaa entisellä teholla. Hiilihydraattien nauttiminen tässä vaiheessa on tärkeää, koska se parantaa suorituskykyä ja kestävyyttä nimenomaan pitkäkestoisessa kestävyyskilpailussa. (Coombes & Hamilton 2000, teoksessa Ilander ym. 2006, 443.) Hiilihydraattien määrän yhteyttä uupumiseen ei tiedetä tarkkaan. Yleensä kuitenkin lihasten glykogeenipitoisuus on pienentynyt lepoti-

lan noin 150 mmol:sta/kg alle 50 mmol:aan/kg ja plasman glukoosipitoisuus on pienentynyt noin 4,5 mmol:sta/l jopa alle 3,5 mmol:iin/l. Vähäinen hiilihydraattien saanti vaikuttaa suoritukseen siten, että suoritus tietyllä teholla tuntuu rasittavammalta kuin yleensä ja lihaksiin ei saada enää energiaa yhtä nopeasti. (Fogelholm 2004, 268; Ilander 2006, 442 - 443.)

Hiilihydraattien nauttiminen suorituksen aikana ei vaikuta insuliinin eritykseen, toisin kuin levossa, jolloin erityks kiihtyy vakauttaakseen veren glukoosipitoisuutta. Näin ollen hiilihydraattien aiheuttamaa ”insuliinipiikkiä” ja sitä seuraavaa verensokerin pienenemistä ei tarvitse pelätä. Insuliinivasteen puutteesta huolimatta hiilihydraattien antaminen lisää niiden hapettumista rasittavan suorituksen yhteydessä. Samalla myös rasvojen käyttö energianlähteenä vähenee. (Fogelholm 2004, 269; Ilander 2006, 443.)

Hyvin pieni määrä hiilihydraatteja ei vielä aiheuta merkittäviä aineenvaihdunnallisia muutoksia kehossa. Tällaisena rajana voidaan pitää 20 g/t. 20 grammaa suurempia määriä voidaan jo pitää vaikuttavina. Aiemmin on luultu, että hiilihydraattien anto vähentäisi lihasten glykogeenin käyttöä. Koska hiilihydraattien nauttiminen 30 - 80 g/t parantaa kiistatta kestävyysuorituskykyä, on kuitenkin todennäköisempänä selityksenä hiilihydraattien saatavuuden paraneminen silloin, kun sekä lihaksen että maksan glykogeenin pitoisuus on pienentynyt liikaa. Periaatteessa hiilihydraatteja ei tarvitse nauttia suorituksen aikana jatkuvalle syötöllä, mutta tasaisin väliajoin nautittuna se tuottaa parhaan tuloksen. (Fogelholm 2004, 269)

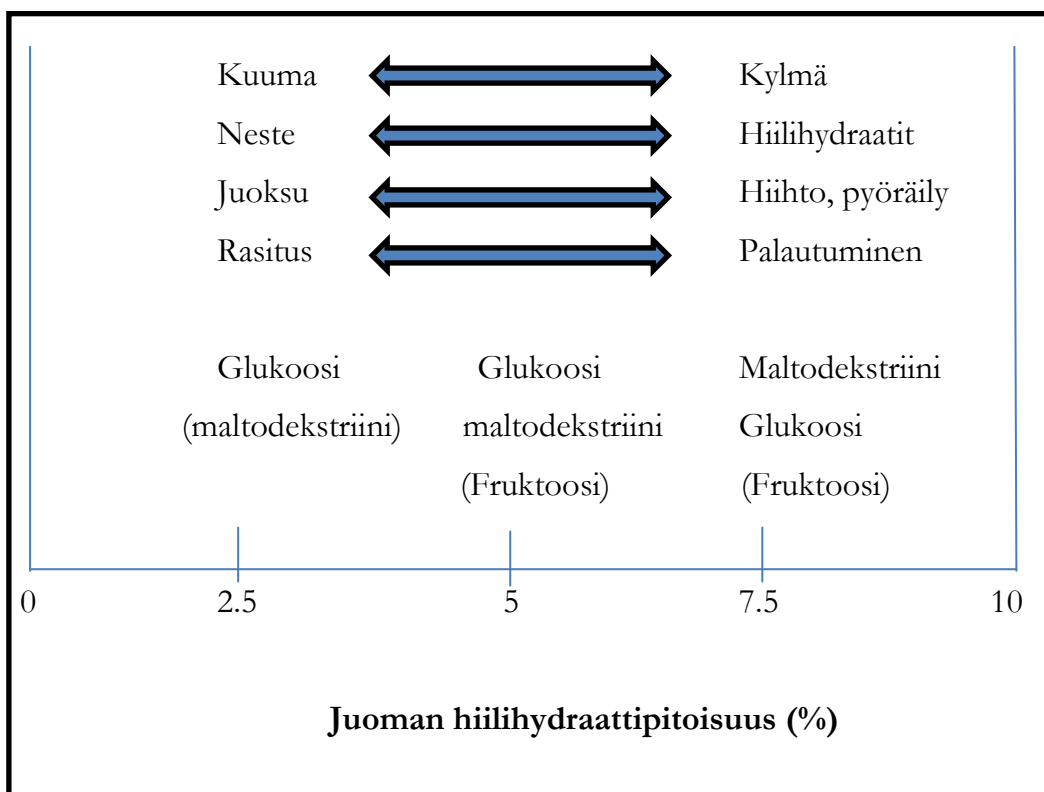
Maratonjuoksussa energiankulutus on noin 1050 kcal tunnissa. Hiilihydraatteja tästä luvusta on noin 55 - 70 %, jolloin hiilihydraattien hapettumisnopeus on 140 - 180 g/t. Mahalaukun tyhjentyminen ja suoliston imeytyminen hidastavat hyväksikäytettävyyttä, joten ihmisen ulkopuolelta ei näin paljon hiilihydraatteja voi saada. Eräiden tutkimusten mukaan ulkopuolelta tullutta glukoosia voidaan hapettaa korkeintaan noin 60 g/t. Tämä saadaan toteutettua, mikäli glukoosia nautitaan 70 - 80 g/t. Lukua suuremmat määrät eivät pysty enää parantamaan hiilihydraattien saatavuutta eivätkä suuremmat määrät myöskään imeyty enää kunnolla. Koska suolistoon kerääntyvä hiilihydraatti vetää nestettä kehosta pois, suuret glukoosimäärät ovat paitsi hyödyttömiä, myös suorituskykyä alentava tekijä. Suori-

tuskyky voi alentua elimistön kuivumisen ja suolistovaivojen takia. Fruktosi on tässä mielessä vielä herkempi, ja sitä ei ole suositeltavaa nauttia suorituksen aikana enempää kuin 20 g/t. (Fogelholm 2004, 269 - 270.)

Hiilihydraattien nauttiminen kovatehoissa, pitkäkestoisessa liikunnassa parantaa siis kiis-tatta suorituskykyä. Näyttöä on myös siitä, että juuri ennen rasiitusta tai sen aikana nautittu hiilihydraatti parantaisi noin 30 - 60 minuutin yhtäjaksoista suoritusta, esimerkiksi 30 km:n hiihto tai pyöräilyn aika-ajot. Näin lyhyessä rasiituksessa hiilihydraattien saatavuus ei muodosta ratkaisevaa estettä liikunnan jatkamiselle, joten mekanismin on oltava joku muu, esimerkiksi keskushermostoon liittyvä. (Fogelholm 2004, 270.)

Ihanteellisessa urheilujuoman koostumuksessa suolaa on hyvä olla noin 1 - 3 g/l. Tällä varmistetaan glukoosin imeytyminen ohutsuolessa. Suuremmasta suolamäärästä ei rasiituk-sen aikana ole hyötyä. Se voi suurentaa juoman osmoottista painetta, joka taas hidastaa imeytymistä. Hiilihydraateissa määrän ja laadun tarvetta säätelevät monet asiat, kuten suo-rituksen kesto, tyyppi ja lämpötila (kuvio 1). Mitään yleispätevää urheilujuomaa ei tästä johtuen edes ole vaan eri valmistajilla on erilaisia juomasekoituksia. Hyvä lähtökohta on kuitenkin se, että hiilihydraattia olisi hyvä olla juomassa vähintään 2 %. Alle tunnin kestä-vissä harjoituksissa juomaksi riittää pelkkä vesi, jolloin kyse on lähinnä suun limakalvojen kostuttamisesta ja janon tunteen vähentämisestä. Nesteen imeytymisen nopeus on suu-riimmillaan hypotonisissa liuoksissa eli niissä, joissa hiilihydraattipitoisuus on korkeintaan 4 %. Nämä juomat soveltuvat parhaiten kuumalla säällä liikkumiseen, jolloin nesteensaanti on keskeistä. Laimeahko liuos on myös turvallinen valinta juostessa, sillä mahassa ja suo-listossa oleva neste voi aiheuttaa hölskymistä ja pahoinvointia. 4 %:n juomissa on energia-tasapainon kannalta aika niukasti hiilihydraatteja, joten esimerkiksi kylmemmissä olosuh-teissa olisi syytä juoda väkevempiä liuoksia, kun juoman määrä on olosuhteista johtuen pienempi. Juoman vähäisempi määrä vaikuttaa myös siten, että mahaan jäävä neste ei koi-du niin suureksi ongelmaksi. Hiihdossa ja pyöräilyssä on aina mahdollista nauttia väke-vämpiä juomia, mutta pyrittäessä kovalla helteellä juomaan yli litra tunnissa, on suositelta-va maksimiväkevyyys 6 %. Muuten suositeltava väkevyyys energiatasapainon kannalta on 8 - 10 %. Pitkissä kilpailuissa voidaan turvautua nesteiden lisäksi myös hiilihydraattigeeleihin, joista voidaan saada noin 20 - 30 grammaa hiilihydraattia tunnissa. Kaikissa kilpailutilan-

teissa on kuitenkin tärkeintä, että hiilihydraatteja ja nestettä saadaan riittävästi. Vaihtoehtoja niiden saantiin on paljon. (Fogelholm 2004, 270 - 272.)



Kuvio 1. Urheilujuoman koostumukseen vaikuttavat tekijät. (Fogelholm 2004, 271.)

Sokerin laadun merkitys kasvaa, kun juoman hiilihydraattipitoisuus kasvaa. Laimea juoma voi olla nimittäin pelkästään glukoosia. Sakkaroosi ei ole paras mahdollinen vaihtoehto, sillä sen hajotessa ohutsuolessa glukoosia ja fruktoosia syntyy yhtä paljon. Suositeltavaa on, että pitkäketjuisen maltodekstriinin osuus suurenee yhdessä hiilihydraattipitoisuuden kanssa. Lähtökohtaisesti juomassa olisi glukoosia 3 – 5 %, ja jos väkevyys siitä suurenee, loppu on maltodekstriiniä. (Fogelholm 2004, 272.)

3.1.2 Proteiinin merkitys suorituksen aikana

Pitkäkestoisen, kestävyystyyppisen liikuntasuorituksen aikana lihasproteiinin purkaminen kiihtyy saaden aikaan helposti katabolisen tilan elimistössä. Katabolinen vaikutus liittyy olennaisesti liikunnan tehoon ja sen kestoan. Proteiinien hajoamista tapahtuu, kun proteiinisynteesi hidastuu. Pitkäkestoisessakin suorituksessa proteiineista saadaan vain 3 - 6 % energiantuotosta. Energian puute lisää proteiinien hapetusta. Kestävyystyyppisessä harjoit-

telussa tai kilpailussa tarvitaan siis proteiinia myös lisääntyneeseen energiankäyttöön. Koopman ym. kertovat (2004, teoksessa Ilander ym. 2006, 451.), että hiilihydraattien nauttiminen parantaa lihasproteiinitasapainoa suorituksen aikana. Tämän vaikutus ei kuitenkaan riitä positiivisen tasapainon saavuttamiseen, vaan lihasproteiinin purkaminen pysyy suurempana kuin sen rakentuminen. Viimeisten vuosien aikana proteiinipitoisten urheilujuomien käyttö on yleistynyt varsinkin juoksu- ja pyöräilykilpailuissa. Harvojen tutkimusten jälkeen on todettu, että proteiini-hiilihydraattijuoma vaikuttaa parantavasti lihasproteiinitasapainoon sekä vähentää suorituksen jälkeisiä lihassoluvaurioita. (Koopman ym, 2004; Saunders ym, 2004; teoksessa Ilander ym. 2006, 451; Hakkarainen, 4.)

Proteiini-hiilihydraattijuoman (noin 7 % hiilihydraatteja ja 2 % proteiinia) nauttiminen kovan kestävyysuorituksen aikana näyttää myös parantavan kestävyysuorituskykyä ja lykkäävän uupumusta verrattuna tavalliseen urheilujuomaan. (Ivy ym. 2003; Saunders ym. 2004, teoksessa Ilander ym. 2006, 452.) Suorituskykyä parantavan vaikutuksen mekanismista ei ole toistaiseksi löydetty kunnan selitystä. Joidenkin arvioiden mukaan proteiini itsessään ei tuo hyötyvaikutusta, vaan pikemminkin syynä olisi proteiini-hiilihydraattijuoman suurempi energiasisältö. Proteiinin antikatabolinen vaikutus edistää sekä palautumista että ylläpitää vastustuskykyä kovan harjoittelun aikana. Proteiinin nauttimista voi yleisesti suositella huippu-urheilijoille heidän päivittäisessä harjoittelussa, kun harjoitusmäärät ja -tehot ovat suuret, ja palautuminen on tiiviin harjoittelurytmin vuoksi ongelmallista. (Ilander 2006, 452.)

3.2 Hikoilu ja lämmönsäätely

Lämmönsäätely on veden tärkeimpiä tehtäviä elimistössämme. Liikuntasuorituksen, saunan tai auringonpaisteen johdosta ihmisen kehoon syntyy suuria määriä lämpöä. Koska lämpötilan nousu heikentää elimistön toiminta- ja suorituskykyä, ylimääräisestä lämmöstä on päästävä eroon. Jos liikunta on liian rankkaa eikä elimistö pysty tasapainottamaan kehon lämpöä, voi seurauksena olla lämpöuupumus. Tuntomerkkejä lämpöuupumukselle ovat yleinen huonovointisuus, johon voi liittyä esimerkiksi päänsärkyä. Pahimmassa tapauksessa lämpöuupumus voi kehittyä vielä astetta vakavammaksi lämpöhalvaukseksi, johon voi liittyä esimerkiksi rytmihäiriöitä sekä sekavuutta. Kuumilla kesähelteillä pelkkä aurin-gossa oleminenkin voi aiheuttaa sekä lämpöuupumuksen että lämpöhalvauksen, mikäli

elimistön lämpötasapainosta ei huolehdita riittävästi. Lämpö haihtuu iholta säteilyn tai virtauksen avulla tehokkaasti vain silloin, kun ympäristön lämpötila on tarpeeksi alhainen ja kehoa ympäröivä ilma vaihtuu tehokkaasti esimerkiksi viiman tai tehokkaan ilmanvaihdon vaikutuksesta. Hikoilu on ainut keino alentaa kehon lämpötilaa, jos olosuhteet ovat lämpimät tai tuulettomat. Jos hikoilua ei tapahtuisi, elimistön sisälämpötila nousisi ennen pitkää vaarallisen korkealle. Hikoilu viilentää elimistöä, koska hien haihtuminen iholta kuljettaa lämpöä pois kehosta. (Fogelholm 2004, 259; Ilander 2006, 430.)

Hikoilu pienentää veriplasman tilavuutta, mikä taas aiheuttaa sen, että lämmön kulkeutuminen lihaksista iholle heikentyy. Nestetasapainon heikentyessä elimistön sisälämpötila nouseekin suuremmaksi kuin jos menetetty neste on voitu korvata ja plasmatilavuus säilyttää. Pienentynyt plasmatilavuus heikentää erilaisten aineiden kulkeutumista veressä, joka taas voi vähentää lihasten hapensaantia. Myös sydämen iskutilavuuden pieneneminen ja syketiheyden suureneminen ovat suoraan verrannollisia nestehukkaan. Montainin ja Coylen tutkimuksessa (1992, teoksessa Borg ym. 2004, 262 - 263) kerrotaan, että hyvin pienikin, jopa vain 1-2 %:n nestehukka kehoon painoon suhteutettuna, heikentää suoritusta yli tunnin kestävässä kovassa liikunnassa. Kehon sisälämpötilaan ei näin pieni nestemenetys vaikuta vielä kovinkaan voimakkaasti. Suorituskyvyn laskuun ovat siis yhteydessä muut mekanismit, kuten aineiden heikentynyt kuljetus veressä. Noin 3-4 %:n nestehukka aiheuttaa sen, että maksimaalinen hapenkäyttökyky ja vastaavalla teholla tapahtuvat fyysiset, noin 5-15 minuuttia kestävät suoritukset, heikkenevät. Tehdyistä tutkimuksista voi päätellä, että suorituskyky säilyy vielä noin 5 %:n nestehukkaan asti. Nestehukan merkitys elimistön lämmönsäätelykykyyn pienenee sen mukaan, mitä kylmemmissä olosuhteissa liikutaan. (Fogelholm 2004, 262 - 263; Ilander 2006, 430 – 433; Ahonen, Lahtinen, Sandström, Pogliani & Wirhed 1988, 99.)

Elimistön lämpötilan kohoaminen aiheuttaa siis ainakin osittain ihmisen suorituskyvyn heikkenemisen. Mielenkiintoista on myös se, että kehon sisälämpötilan kohoamisen sietokyky riippuu myös nestetasapainosta. Jos tarkastellaan lämpötilan yhteyttä suorituskykyyn, samassa lämpötilassa suorituskyky on parempi, jos plasmatilavuus on voitu säilyttää edes jollain lailla. (Fogelholm 2004, 264.)

Hikoiluun, sen koostumukseen ja määrään katsotaan vaikuttavan ainakin sukupuolen, iän, perimän sekä tietenkin liikunnan tehon ja vallitsevien olosuhteiden. Sukupuolien välisestä eroista ei tosin ole olemassa kovin uusia tutkimuksia. Lapset ja ikääntyneet hikoilevat määrällisesti vähemmän, mutta heidänkin on syytä huolehtia nestetasapainostaan, koska kehon sisälämpötila kuitenkin nousee hyvin helposti jo pienenkin nestehukan seurauksena. (Fogelholm 2004, 264.)

3.3 Nestehukka ja janon tunne

Janon tunnetta säätelevä keskus sijaitsee hypotalamuksessa. Sääntely on varsin herkkä plasman osmoottisen paineen muutoksille, ja ainoastaan 2-3 %:n muutos riittää saamaan aikaan janon tunteen. Sen lisäksi muutos kiihdyttää virtsaneritystä vähentävän hormonin erittymistä, joten janon ja virtsanerityksen fysiologinen sääntely on kytketty toisiinsa loogisesti. Yli litran hikoilu aiheuttaa tuon 2-3 %:n suurenemisen osmoottisessa paineessa, mikäli kärsittyä nestehukkaa ei korvata mitenkään. Jos puolet kärsitystä nestehukasta korvataan elektrolyyttejä sisältävällä juomalla, osmolaliteetin muutos jää noin yhteen prosenttiin. (Fogelholm 2004, 264.)

Plasman tilavuus ja laskimopaineen muutokset ovat myös osaltaan vaikuttamassa janon tunteen syntymiseen. Nämä mekanismit eivät ole kuitenkaan yhtä herkkiä verrattuna osmoottiseen paineeseen. Janon tunteen selvä aistiminen vaatii jo yli 10 %:n vähenemisen plasman tilavuudessa. Käytännössä se vaatisi monen tunnin raskaan liikunnan kuumassa ilmastossa ilman, että nestehukkaa korvattaisiin lainkaan. Janoon vaikuttavia muita seikkoja ovat muun muassa suun limakalvojen kuivuminen ja mahalaukun venymisen aste. Juomisen yhteydessä tämä näkyy siinä, että janon tunne häviää todella nopeasti, koska limakalvot kostuvat heti ja neste tulee mahaan. Janon tunne häviää, vaikka yhtään nestettä ei ole siinä vaiheessa edes imeytynyt. Tästä seurauksena on monesti se, että liikunnan aikana juominen lopetetaan liian aikaisin ensimmäisen janontunteen tyydyttämisen jälkeen. Fysiologisiin janonsäätelymekanismeihin liittyy myös paljon samaa kuin syömiseen, eli esimerkiksi opitut kellonajat tai tietyt tilanteet saattavat laukaista janon tunteen vaikka edellisestä juomisesta ei olisikaan kulunut kovin kauaa. Urheilu- tai kuntoilutilanteessa tämä on ainakin hyvä asia, sillä urheilija tai kuntoilija voi näin oppia huolehtimaan nestetasapainostaan paremmin. (Fogelholm 2004, 265.)

Pitkäkestoisessa liikunnassa optimaalista olisi, että juominen perustuisi mieluummin yksilölliseen tarpeeseen, kuin janontunteeseen tai yleisiin ohjeisiin. Jokaisen pitkäkestoiseen urheilusuoritukseen osallistuvan olisikin siis hyvä tietää ja selvittää etukäteen omat neste-tarpeensa erilaisissa olosuhteissa. Tarpeidensa perusteella urheilija tai kuntoilija voisi muodostaa itselleen sopivan juomastrategian. Kuitenkaan kaikki kuntoilijat eivät varmastikaan osaa arvioida omaa nesteentarvettaan, joten heidän avukseen on laadittu ohjesääntö International Marathon Medical Directors Associationin (IMMDA) mukaan. Ohjeistuksessa mainitaan, että kestävyysjuoksijoiden kannalta riittävänä ja turvallisena nesteensaantina voidaan pitää 0,4-0,8 l/t. (Noakes 2003b, teoksessa Ilander ym. 2006, 434.) Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että juomaa tulisi nauttia 10 - 15 minuutin välein, 1-2 desilitraa kerrallaan, jotta nestetasapaino säilyisi parhaiten. Ohjeistus toimii myös muissa lajeissa, mutta nestemäärissä on hieman eroja eri koulukuntien välillä. Sopivana juomisen vaihteluvälinä on mainittu myös 0,6-1,2 l/t. (Convertino ym. 2006, teoksessa Ilander ym. 2006, 434.) IMMDA:n ohjeistus sopii yleisesti ottaen suurelle osalle liikkujista ja useimpiin tilanteisiin. Hyvin isokokoiset urheilijat ja paljon kuumassa liikkuvat voivat silti hyötyä suuremmastakin nesteensaannista. Huippu-urheilijoilla 1,2 l/t voidaan pitää suurimpana turvallisena ja tehokkaana nesteensaantina. (Fogelholm & Rehunen 1996, 76; Ilander 2006, 434 - 435.)

4 Nestetasapainon mittaaminen ja arviointi

Nestetasapainon ylläpitäminen on ensisijaisen tärkeää onnistuneen urheilusuorituksen toteuttamisessa. Ennen harjoitusta tai kilpailua on pidettävä huoli, että keho saa tarpeeksi nestettä. Nesteen juominen korostuu kuumalla ja kostealla kelillä, jolloin nestettä haihtuu hien mukana kehosta enemmän. Kuumassa ja kosteassa ilmastossa tapahtuvan raskaan liikunnan aikana hikeä eritetään keskimäärin 1,5-2 l/t. Kovatehoinen harjoittelu viileämmässäkin ilmastossa on myös kuluttavaa, joten nestehukan mahdollisuus ei ole pelkästään lämpimien olosuhteiden ongelma. (Ilander 2006, 431.)

Nestetasapainon mittaamiseen ja arviointiin on olemassa useita yksinkertaisia menetelmiä. Yhdistäviä tekijöitä näillä menetelmillä on se, että niiden luotettavuudessa on kuitenkin paljon aukkoja, ja niitä voidaankin pitää ainoastaan suuntaa-antavina. (Fogelholm 2004, 275; Ilander 2006, 436.)

4.1 Kehon paino

Kehon painon mittaaminen on käyttökelpoinen mittari nestetasapainon mittaukseen. Se on myös urheilijalle yksinkertainen ja helpoin toteuttaa. Aamupainon tulisi pysyä lähes samoissa lukemissa päivästä toiseen. Aamupainon vaihtelut lyhyellä aikavälillä johtuvat suurelta osin nimenomaan nestetasapainon vaihteluista. (Ilander ym. 2006, 436.)

Jo 2 % nestevajaus heikentää merkittävästi suorituskykyä. Painon nopea lasku rasituksen aikana on teoriassa yhtä suuri kuin menetetyt nesteen ja hiilihydraattien yhteenlaskettu summa. Kun paino on rasituksen jälkeen taas palautunut normaaliksi, on nestetasapaino korjaantunut. Mikäli painon lisäys on pysyvämpää, kertoo se rasvan tai lihasmassan lisääntymisestä. Ihopoimiumittauksella voidaan varmistaa, kummasta on kysymys. Kehon painon mittaaminen nestetasapainon määrittämisessä ei anna absoluuttisen luotettavaa tulosta, mutta se on halpa, nopea ja sopii lyhytaikaisen nestetasapainon arviointiin. Sen tarkkuus on huono, mutta toistettavuus on hyvä. Kehon painon mittaaminen nestetasapainon määrittämisessä edellyttää kuitenkin tarkkaa vaakaa, jotta tulos olisi mahdollisimman tarkka ja käyttökelpoinen. (Fogelholm 2004, 275; Fogelholm & Vuorimaa, 1991, 47 - 48.)

4.2 Virtsan ominaispaino

Kun ihminen menettää nestettä, elimistö reagoi siihen pienentämällä virtsan määrää. Näin ollen virtsa väkevöityy ja sen huomaa virtsan värin tummumisesta. Nestevajeen aikana myös virtsaamistiheys harvenee. Virtsan ominaispainoa tai osmolaliteettia mittaamalla saadaan suhteellinen kuva nestetasapainosta. Kuitenkaan tämäkään menetelmä ei anna absoluuttista tulosta, koska ruokavalio voi vaikuttaa virtsan koostumukseen. Runsas juominen päivän aikana suurentaa virtsaneritystä ja vaalentaa sen väriä, vaikka nestevaje ei olisikaan vielä korjaantunut. Virtsan ominaispaino ja osmolaliteetti on kuitenkin helppo mitata ja oikein suoritettuna vakio-oloissa se toimii hyvänä nestetasapainon osoittimena. Tämän menetelmän tarkkuus on periaatteessa hyvä, mutta fysiologinen variaatio on suuri. Toistettavuus on sen sijaan huono, ellei mittausolosuhteita vakioida äärimmäisen huolellisesti. (Fogelholm 2004, 275 - 276; Fogelholm & Vuorimaa 1991, 48; Ilander 2006, 436.)

Virtsan suhteellinen tiheys eli ominaispaino riippuu erilaisten virtsassa liuenneina olevien aineiden pitoisuuksista. Näin ollen se kuvastaa munuaisten virtsan väkevöimiskykyä. Glukoosi ja proteiinit virtsassa nostavat suhteellista tiheyttä. Kohonneita virtsan ominaispainoarvoja tavataan joissakin tautitiloissa, kuten esimerkiksi proteinuriassa, epätasapainossa olevassa diabeteksessa sekä raskaustoksemiassa. Virtsan ominaispainon nousu nestepaaston aikana kertoo munuaisten kyvystä konsentroida virtsaa. Yövirtsan suhteellisen tiheyden tutkiminen edellyttää, että nestepaasto on ollut ehdotonta edellisestä illasta lähtien. Virtsan suhteellisen mittauksen avulla voidaan varmistaa myös virtsanäytteen laatu. Jos munuaisten väkevöimiskyky on huono, saadaan toistuvasti arvoja alle 1.010. (Kairisto 2008.)

Normaalin virtsan ominaispaino voi vaihdella 1.003 - 1.030 välillä. Tavallisella aikuisella, jolla on normaali ruokavalio ja joka nuo nestettä normaalisti, virtsan ominaispaino on tavallisesti 1.016 - 1.022 välistä luokkaa. (Biotop Oy.)

4.3 Veriarvot

Hemoglobiini on veren punasoluissa esiintyvä proteiini, joka toimii hapen kuljettajana kudoksiin. Hemoglobiini rooli on erityisen tärkeä työskentelevien lihasten hapentarpeen tyydyttämisessä. Hemoglobiinin rakenteessa rauta on tärkeässä osassa. Jos rautaa on elimistössä liian vähän, punasoluja tuotetaan vähemmän ja niiden hemoglobiinipitoisuus pienenee. Tämä vaikuttaa negatiivisesti veren hapenkuljetuskykyyn. Aerobisen energiantuotannon kapasiteetti heikkenee ja maitohappoa syntyy liikunnan aikana enemmän, mikäli lihakset eivät saa riittävästi happea. Hematokriitillä tarkoitetaan punaisten verisolujen tilavuusosuutta, eli se ilmoittaa kuinka suuri osa verestä on punasoluja. (Ilander 2006, 134, 205; Mustajoki, Kaukua 2008.)

Verestä pystytään mittaamaan monia eri arvoja ja pitoisuuksia. Hemoglobiini- ja hematokriittiarvot suurenevät veressä, kun veren nestemäärä pienenee. Näiden arvojen muutokset raskaan suorituksen aikana voivat antaa myös tietoa nestetasapainon muutoksista. Varsinkin lyhytaikaisen nestepainon arvioinnissa tämä keino on toimiva. Pitkäkestoinen rasitus aiheuttaa kuitenkin mittaukseen ongelmia, sillä pitkä rasitus laajentaa nestetilavuutta. Sen vaikutus punasolumittareihin on siis päinvastainen kuin nestemenetyksen. Näin mittauksen tarkkuus kärsii ja tekee siitä epäluotettavamman. Toistettavuus ja halpuus ovat hemoglobiini- ja hematokriittimittauksen hyviä puolia. (Fogelholm 2004, 275 - 276.)

4.4 Bioimpedanssi

Bioimpedanssista (BIA) puhuttaessa tarkoitetaan biosähköistä impedanssimenetelmää. Se mittaa kehon kykyä johtaa sähköä. Johtavuus paranee sen mukaan, mitä suurempi on solunulkoinen nestetilavuus. Hoikilla ihmisillä on suhteellisesti enemmän vettä elimistössään verrattuna lihavampiin ihmisiin, koska rasva on lähes vedetöntä kudosta. Yksilöiden välisiä eroja mittauksessa aiheuttavat solun ulkoisen vesitilavuuden ja koko kehon vesitilavuuden suhde sekä koko kehon vesimäärän osuus rasvattomasta kudoksesta. Mittauksessa käytetään yleisesti yksifrekvenssistä virtaa, joka kulkee enimmäkseen solunulkoisessa nesteessä. Nykyisissä uudemmissa monifrekvenssilaitteissa virta kulkee myös solujen sisällä. (Fogelholm 2004, 158.)

Rankan hikoilun jälkeinen nesteen menetys suurentaa vastusta ja rasvan määrän ennustetta. Ylimääräinen neste elimistössä puolestaan pienentää rasvaprosentin ennustetta ja samalla lisää sähkönjohtavuutta. Näitä ylimääräisiä nesteitä voi tulla kehoon esimerkiksi ennen kuukautisia ja aterian jälkeen. Tästä johtuen mittauksen ja edellisen aterian välillä on oltava vähintään neljä tuntia. Ihanteellisin tilanne olisi, että mittaus tehdään aamulla 8-12 tunnin paaston jälkeen. Virtsarakko tulee myös tyhjentää 30 min sisällä ennen mittauksia. Mittaustilanteessa on myös tärkeää, että testattava henkilö ei ole hikoillut eikä nauttinut runsaasti alkoholia viimeisen 24 tunnin aikana. (Fogelholm 2004, 158 - 159.)

Bioimpedanssi toimii kohtuullisen hyvänä nestetasapainon arviointimenetelmänä, mutta vaatimus on, että mittauslaite (BIA-laite) antaa välittömästi resistanssilukeman. Resistanssilukema antaa arvion kehon nestemäärästä, kun se sijoitetaan ennusteyhtälöön. Bioimpedanssi-menetelmä on vakioituissa mittausolosuhteissa ja oikeilla laitteilla tehtynä helppo, nopea ja kohtuullisen tarkka. Tämäkään menetelmä ei ole kuitenkaan täysin absoluuttisesti totuudenmukainen. (Fogelholm 2004, 275 - 276.)

5 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin Northforce Oy:n valmistaman Lappidoc - Extreme urheilujuoman vaikutuksia nestetasapainoon, pitkäkestoisessa kuormittavassa liikuntasuorituksessa.

Tarkoituksena oli selvittää:

1. Kuinka paljon n. 1 h 30 minuutin mittaisen sisähallissa (200m radalla) toteutetun kovatehoisen juoksuosuituksen aikana tapahtui nestevajausta?

1.1 Miten kehon paino muuttui juoksun aikana?

1.2 Miten virtsan ominaispaino muuttui juoksun aikana?

1.3 Miten hematokriittiarvot muuttuvat juoksun aikana?

2. Oliko nestetilassa tapahtunut muutos erilainen nautittaessa vettä, Lappidoc Universal -urheilujuomaa tai Lappidoc Extreme -urheilujuomaa?

2.1 Oliko kehon painon muutos erilainen?

2.2 Oliko virtsan ominaispainon muutos erilainen?

2.3 Oliko hematokriitin muutos erilainen?

6 Menetelmät

6.1 Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistui 14 liikunnanohjaajaopiskelijaa joista 5 lopetti kesken tutkimuksen, joten lopullinen $n = 9$. Testin lopettaneet henkilöt lopettivat joko loukkaantumisen tai aikataulullisten syiden johdosta. Näistä yhdeksästä henkilöstä seitsemän (7) juoksi kaikki kolme juoksua ja kaksi (2) henkilöä juoksi kaksi juoksua. Näistä yhdeksästä henkilöstä miehiä oli kuusi (6) ja naisia kolme (3).

Kaikilla koehenkilöillä oli liikunnallinen tausta, osalla vahva juoksu- ja kestävyysurheilu, toisilla eri palloilulajeja tai yleisurheilua.

Taulukko 3. Koehenkilöiden taustatiedot.

	ikä	paino	pituus	hr.max	m/s
1	23	81,4	183	201	4,7
2	22	77,8	185	175	4,6
3	25	86,2	182	197	4,8
4	22	69,8	177	200	5,0
5	22	63,4	170		4,3
6	23	83,1	185	190	4,8
7	20	65,7	168	184	4,3
8	24	70,0	175	208	4,9
9	21	61,2	167	205	3,8
k.a	22,4	73,2	176,9	195,0	4,6
k.h	1,509231	9,175344	7,270565	11,21224	0,380058

6.2 Koeasetelma

Testiryhmälle pidettiin info, jossa kerrottiin mihin he ovat ryhtymässä ja millä aikataululla, jolloin jokainen epävarma sai joko varmistuksen siitä, että pystyvät osallistumaan tai sitten siitä, että ei pysty osallistumaan testeihin. Tarkoituksena oli että jokainen testeihin osallistuva sitoutuu suorittamaan testit loppuun asti. Tutkimus suoritettiin kaksoissokkotutkimuksena, jossa koehenkilöt eivätkä testaajat tiedä, mitä

juomaa kenelläkin on milläkin kerralla.

Koehenkilöt suorittivat ensimmäisenä tutkimuspäivänä maksimaalisen juokсутestin (Conconi - testin) 200 m:n sisäradalla klo 9:00. Testin aloitusvauhti oli 2,5 m/s. Vauhtia nostettiin valo-ohjatusti 200 m:n välein 0,1 m/s uupumukseen asti. Maksimaaliseksi juokсутsuorituskyvyksi hyväksyttiin viimeinen nopeus, jolla juoksija vielä pysyi ohjatussa vauhdissa. (Maksimaalisen juokсутsuorituskyvyn perusteella arvioitiin kunkin juoksijan maksimaalinen hapenotto-kyky.)

Maksimaalisen juokсутsuorituskyvyn perusteella koehenkilöt jaettiin kolmeen samantasoiseen ryhmään A, B ja C. Jokainen ryhmä sai eri juomaa jokaisella kerralla, A-ryhmä järjestyksessä a – b – c, B-ryhmä järjestyksessä b – c – a ja C-ryhmä järjestyksessä c – a – b.

Juomat (1 litra)

- a) Vesi
- b) Lapidoc Universal (71g hiilihydraattia, 1g natriumia)
- c) Lapidoc Extreme (1g proteiinia, 15g hiilihydraattia, 1g natriumia)

Ensimmäiset varsinaiset testit juostiin viikolla 47. Juokсу alkoi molempina päivinä kello 8.30. Sitä ennen koehenkilöiltä otettiin verinäyte, virtsanäyte sekä paino. Testin ensimmäinen osa oli 20 km juokсу (naisilla 18 km), jonka jokainen juoksi esiasetetulla vauhdilla joka oli 75 % maksimaalisen juokсутestin uupumisnopeudesta (maksimaalista hapenkulutusta vastaavasta vauhdista).

Mikäli juoksijoilla oli ongelmia sopivan vauhdin löytämisessä, käytettiin apuna valoa joka kiersi rataa juoksijalle määrättyllä vauhdilla. Puolessa välissä matkaa tehtiin suunnanvaihto. Juoksijoita ohjeistettiin juomaan seuraavasti: 2 dl juomaa juuri ennen juokсутua sekä 2 dl neljän kilometrin välein. Välittömästi (5 min) pitkän juokсутun (1:30 – 1:45) jälkeen otettiin verinäyte, virtsanäyte sekä paino (tässä järjestyksessä) jonka jälkeen odotettiin puoli tuntia, toistettiin virtsanäyte ja painon mittaaminen ennen testin toista osaa, 1 kilometrin juokсутua. 1 kilometrin juokсу pyrittiin juokसेmaan samalla vauhdilla kuin pitkä juokсу.

Toinen testijuoksu suoritettiin viikolla 48. Juoksu asetelma oli täysin sama kuin ensimmäisellä kerralla.

Kolmas juoksukerta oli viikolla 49. Muutama sai juoksu-urakan päätökseen, mutta suurimmalla osalla jäi jokin juoksu välistä, joten järjestimme rästikerran.

Taulukko 4. Testausaikataulu

	Conconi-testi (vko 45)	1. juoksu (vko 47)	2. juoksu (vko 48)	3. juoksu (vko 49)	Rästikerta (vko 50)	Paikka
08.00 – 08.30		- paino - verinäyte - virtsanäyte	- paino - verinäyte - virtsanäyte	- paino - verinäyte - virtsanäyte	- paino - verinäyte - virtsanäyte	Suomen Urh.Opiston lääkäriasema
08.30 – 10.00	Conconi – testi (09.00 – 10.00)	20 km juoksu	20 km juoksu	20 km juoksu	20 km juoksu	Urheiluhallin sisärata (200m)
10.00		- paino - verinäyte - virtsanäyte	- paino - verinäyte - virtsanäyte	- paino - verinäyte - virtsanäyte	- paino - verinäyte - virtsanäyte	Suomen Urh.Opiston lääkäriasema
10.25		- virtsanäyte - paino	- virtsanäyte - paino	- virtsanäyte - paino	- virtsanäyte - paino	Suomen Urh.Opiston lääkäriasema

6.3 Mittausmenetelmät

Virtsan ominaispainon mittaamisessa käytettiin valon refraktiota (taittumista) mittaavaa kannettavaa digitaalista refraktiomitaria (Atago, Japan Tokyo). Mittaukset suoritettiin vakioidussa tilassa, jotta valon määrä ja heijastuminen ei muuttuisi.

Ennen juoksua ja välittömästi juoksun jälkeen otetusta laskimoverinäytteestä analysoitiin pieni verenkuva. Sen puna- ja valkosolumuuttujista keskitytään tässä tutkimuksessa tarkastelemaan akuutin plasmatilavuuden muutoksia hyvin kuvaavaa

hematokriittiarvoa, eli punasolujen suhteellista osuutta veressä. Verikokeet otettiin testiasemalla, koehenkilöiden istuessa. Pistoksen jälkeen heille annettiin jääpalapussi, jota he painoivat haavan kohdalle, jotta veri hyytyisi, eikä leviäisi kudoksiin. (Fogelholm 2004, 275 - 276).

Koehenkilöiden paino mitattiin Vierumäen testaus-/lääkäriaseman digitaalisella henkilövaakalla, jonka tarkkuus oli ± 100 grammaa. Koehenkilöillä oli jokaisella juoksukerralla samat vaatteet, jolloin vaatetuksesta johtuva painonvaihtelu saatiin minimoitua. Juoksijat punnittiin ilman kenkiä.

20 kilometrin juoksu suoritettiin urheiluhallissa 200 metrin sisäradalla, jolloin juoksuolosuhteet pysyivät täysin samoina jokaisella juoksukerralla. Juoksulinja oli merkitty kartioilla jotta jokainen kierros olisi tasan 200 metriä. Sopivan vauhdin löytämisessä käytettiin apuna juoksuvaloa, jonka pystyi säätämään halutulle nopeudelle. Juoksijat vaihtoivat suuntaa puolessa välissä matkaa. Jokaisella juoksijalla oli kaksi (2) juomapulloa jossa luki kunkin juoksijan oma nimi. Juomapullot olivat sijoitettu pöydälle juoksuradan varteen, josta juoksijat pystyivät helposti ottamaan oman pullonsa.

6.4 Tilastolliset tarkastelut

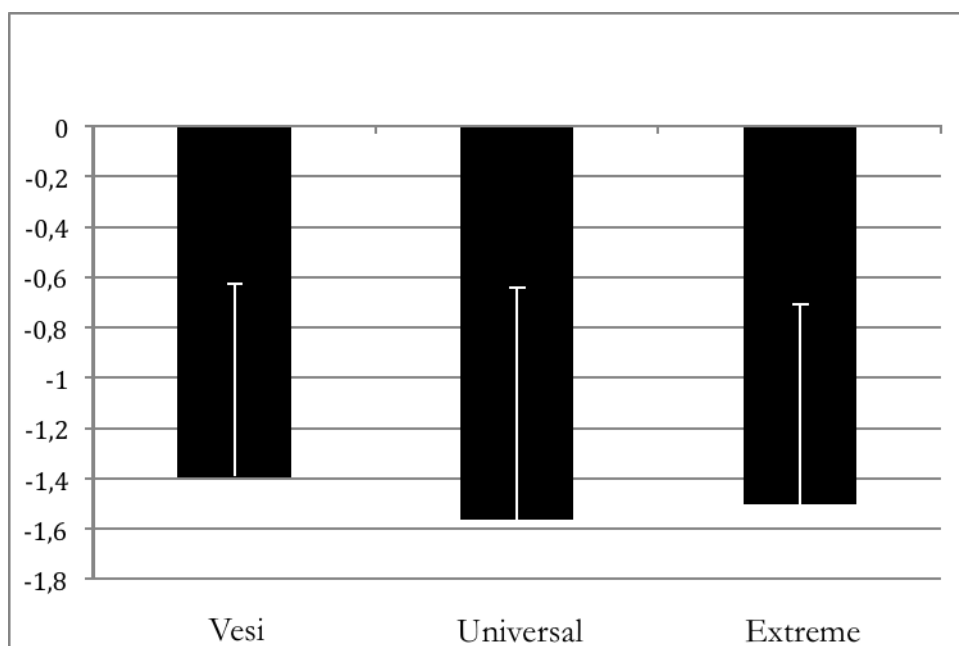
Tulosten tarkastelussa keskityttiin keskiarvoihin sekä keskihajontaan. Testikertojen (muuttujien) välisiä keskiarvojen eroja testattiin kaksisuuntaisella parittaisten otosten t-testillä. Tilastollisen merkitsevyyden rajana pidettiin $p < 0.05$ (kaikissa testeissä).

7 Tutkimustulokset

7.1 Nestetilan muutokset

7.1.1 Kehon painon muutokset

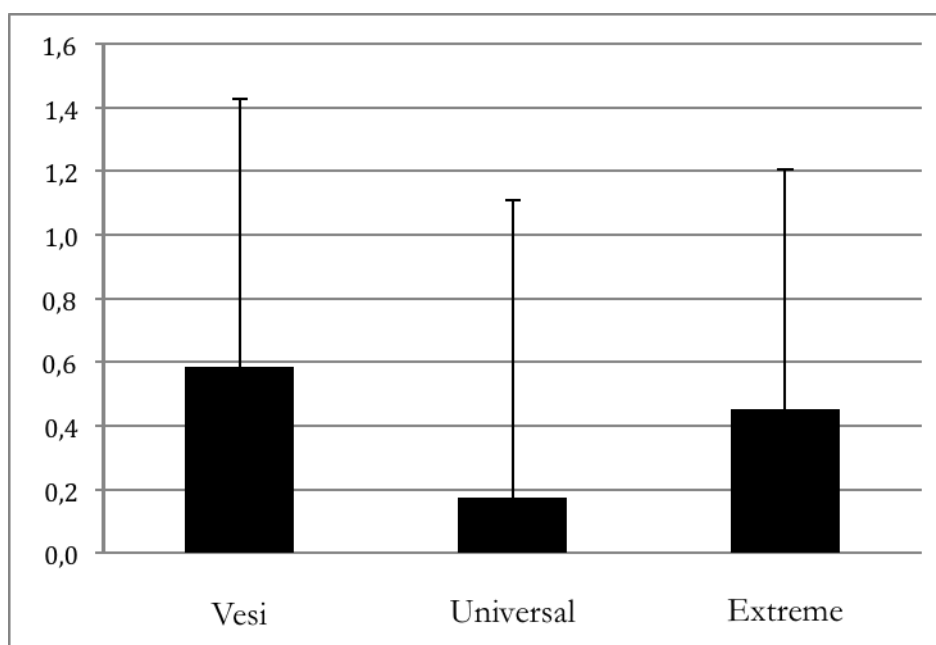
Paino putosi kaikilla juoksukerroilla. Painon lasku oli vähäisintä, kun juomana oli vesi (1,39 %). Toiseksi vähäisintä se oli nautittaessa Lappidoc Extreme -urheilujuomaa (1,50 %) ja suurinta painon lasku oli nautittaessa Lappidoc Universal -urheilujuomaa (1,56 %). Painon muutoksissa ei tapahtunut tilastollisesti merkittäviä muutoksia. Kehon paino mitattiin testin aikana kolme kertaa: ennen juoksua, välittömästi juoksun jälkeen ja 30 minuuttia juoksun jälkeen.



Kuvio 2. Kehon painossa tapahtunut muutos (%) 20 km:n juoksun aikana nautittaessa kolmea eri juomaa (n=9).

7.1.2 Virtsan ominaispainon muutokset

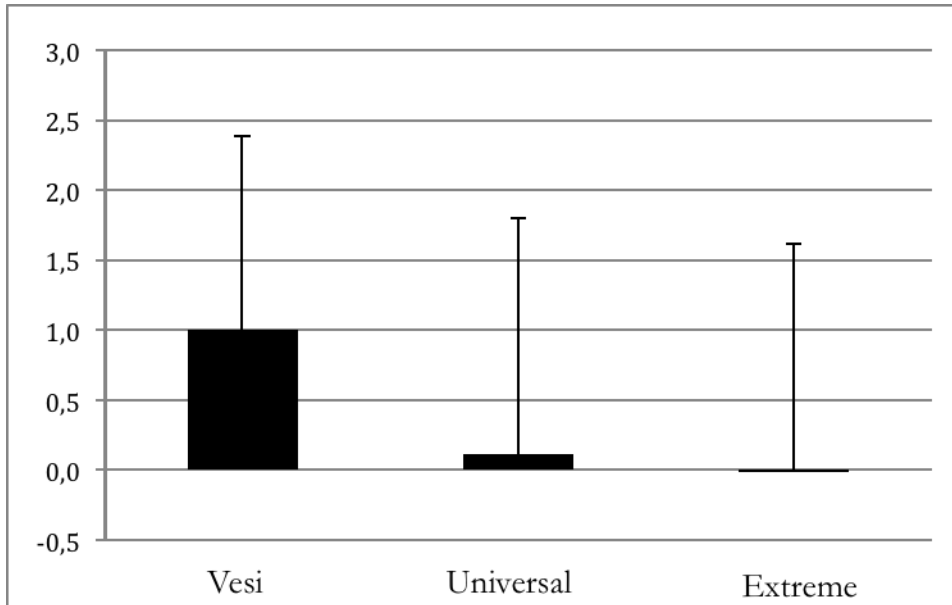
Virtsan ominaispainossa ei suorituksen aikana tapahtunut suuria notkahduksia, kun nautittiin urheilujuomia. Vettä nautittaessa vaihtelu oli kuitenkin merkittävästi suurempaa. Virtsan ominaispaino kohosi eniten juottaessa vettä (0,58 %) sekä Lappidoc Extreme – urheilujuomaa (0,45 %), vähiten se kohosi nautittaessa Lappidoc Universal – urheilujuomaa (0,17 %). Keskihajonnan ollessa suuri ($\pm 0,75 - 0,93$) eivät muutokset ole tilastollisesti merkitseviä ($P > 0,05$). Virtsan ominaispaino mitattiin testin aikana kolme kertaa: ennen juoksua, välittömästi juoksun jälkeen ja 30 minuuttia juoksun jälkeen, ennen kilometrin juoksua.



Kuvio 3. Virtsan ominaispainossa tapahtuneet muutokset (%) 20 km:n juoksun aikana nautittaessa kolmea eri juomaa (n=9).

7.1.3 Hematokriitin muutokset

Suurin muutos veren hematokriitti arvoissa tapahtui nautittaessa vettä (+ 1,0 %), vähäisintä muutos oli nautittaessa Lappidoc urheilujuomia, Universal (+ 0,11 %) ja Extreme (- 0,02 %). Nämä muutokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä, johtuen keskihajonnan suuruudesta ($\pm 1,38 - 1,69$ %). Veren hematokriitti arvot mitattiin testin aikana muista poiketen kaksi kertaa: ennen juoksua ja välittömästi juoksun jälkeen.



Kuvio 4. Hematokriittissä tapahtuneet muutokset (%) 20 km:n juoksun aikana nautittaessa kolmea eri juomaa (n=9).

8 Pohdinta

Tämän tutkimuksen päälöydöksenä voidaan pitää sitä, että pitkän noin 1h 40 min kestävän juoksusuorituksen aikana syntyvä, ja jo selvästi haitallinen painonpudotus (2 - 3 %), ja siihen yleisesti liitetty nestevajaus voidaan estää nauttimalla suorituksen aikana 2,5 dl nestettä 20 minuutin välein. Jos nautittu neste on sokeria ja suoloja sisältävän urheilujuoman sijasta vettä, näyttäisi suuri osa siitä tai elimistön varastonesteestä diffusoituvan suorituksen aikana virtsaksi. Näin ollen se ei ole estämässä kudosten todellista nestevajasta ja suorituskyvyn putoamista. Tämä tutkimus antaa viitteitä siitä, että Lapidoc Extreme -urheilujuoma, joka sisältää perinteiseen urheilujuomaan verrattuna poikkeavasti proteiinia, estäisi erityisesti suorituksen aikaista plasmatilavuuden pienemistä.

Hematokriitissa tapahtuneet muutokset olivat suurimpia, kun nautittiin vettä juoksun aikana (+ 1,0 %). Urheilujuomia nautittaessa veren hematokriittiarvot pysyivät lähes muuttumattomina, Universal (+ 0,11 %), Extreme (- 0,02 %). Virtsan ominaispainonousi vähiten juodessa urheilujuomia, Universal (+ 0,17 %) ja Extreme (+ 0,45 %). Vettä nautittaessa virtsan ominaispainon muutos oli siis suurinta (+ 0,58 %). Kehon painossa tapahtunut muutos oli vähäisintä kun nautittiin vettä (- 1,39 %), ero urheilujuomiin oli kuitenkin todella pieni, Extreme (- 1,50 %) ja Universal (- 1,54 %).

Juoksijoita pyydettiin valmistautumaan jokaiseen suoritukseen samalla tavalla, jotta tuloksista saataisiin mahdollisimman luotettavia. Jokainen testijuoksu juostiin myös hyvin vakioituissa olosuhteissa. Suorituspaikkana oli siis Vierumäen Urheiluhalli ja sen 200-metrinen juoksurata. Olosuhteet olivat siis vakioidut, tuulettomat ja lämpötila oli jokaisella kerralla ainakin hyvin lähellä samaa. Myöskään korkeuseroja ei luonnollisesti sisäradalla ollut, lukuun ottamatta kaarteiden loivaa kaltevuutta.

Vaatimukset juoksijoille olivat seuraavat: kevyt aamupala, samat juoksuvaatteet jokaisella kerralla, ei saunaa 24 tuntia ennen, eikä ylimääräisiä diureetteja (aamukahvin sai juoda mikäli halusi), tai ylimääräistä nestetankkausta. Itse juoksussa tärkeintä oli tasainen vauhti jo-

kaisella kerralla, jotta kehon kuormitus pysyisi mahdollisimman samanlaisena jokaisella kerralla. Edellä mainitut asiat ovat kuitenkin voineet vaikuttaa hieman tutkimustuloksiin, mikäli niitä ei ole täysin noudatettu, siitä huolimatta että ne juoksijoille kerrottiin ja tehtiin selviksi. Vain juoksijat itse tietävät, onko laiminlyöntejä tapahtunut juoksuun valmistautumisissa. Kuitenkin tarkasteltaessa esimerkiksi virtsan ominaispainon ensimmäisiä mittauksia eri testeissä, on niistä nähtävissä melko suuriakin eroja eri testikertojen välillä, joka viittäisi siihen, että valmistautuminen juoksuun on ollut hieman erilainen.

Testijuoksut pidettiin siis aikavälillä 23.11. - 13.12.2010. Juoksut aloitettiin joka kerta samaan aikaan, kello 8.30. Tuon kolmen viikon aikana kaikille juoksijoille tarjottiin mahdollisuus juosta kaikki kolme juoksua (yksi juoksu/viikko). Loukkaantumiset, sairastumiset ja aikataululliset ongelmat vaikuttivat joillakin juoksujen suoritusväleihin, eli alkuperäissuunnitelmasta poiketen joillakin testattavilla jäi yhden viikon suoritus välistä, joka sitten korvattiin rästikerralla. Juomien lisäksi testattavien suorituksiin vaikuttivat varmasti myös kunnon paraneminen, koska juoksujia oli kuitenkin viikon välein ja joillakin kahden viikon välein. Juoksijoita oli ohjeistettu kuitenkin, että vauhdin tulisi olla sama jokaisessa juoksussa, jotta harjoitusvaikutus ei nousisi niin suureen rooliin. Kuitenkin esimerkiksi juoksuajoissa oli eri kertojen välillä isojakin eroja.

Yllä mainittujen lisäksi tutkimuksen luotettavuutta heikentää varsin pieni koeryhmä ($n = 9$), joista kaksi (2) juoksijaa sai juostua vain kaksi juoksua ja yksi (1) juoksija juoksi kevenetyn 16 km:n matkan.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Lappidoc Extreme - urheilujuoman vaikutuksia nestetasapainoon 20 kilometrin (naisilla 18 km) juoksun aikana.

Hematokriittimuutosten perusteella näyttäisi siltä, että sekä Lappidoc Universal - urheilujuoma että Lappidoc Extreme - urheilujuoman nauttiminen ylläpitävät pitkän kestävyysuorituksen aikana plasmatilavuutta pelkän veden nauttimista paremmin. Näyttäisi myös siltä, että proteiinia sisältävä Extreme - juoma voisi ylläpitää plasmatilavuutta Universal - urheilujuomaa paremmin.

Kerralla kun nautittiin pelkkää vettä, painon pudotus oli prosentuaalisesti noin yhden prosentin luokkaa. Mikäli loppupainosta vähennetään juotu määrä (1 litra = 1 kg), voidaan huomata, että paino putoaa tällaisessa suorituksessa lähes kaksi kiloa (melkein 3 %), ellei nestettä nautita. Eli juomalla 2,5 dl 20 minuutin välein, pystytään haitallinen nestevajaus, ainakin kehon painon perusteella arvioituna, välttämään.

Kun suorituksen aikana nautittiin vettä, virtsan ominaispaino pieneni $1,017 \pm 0,008$:sta $1,014 \pm 0,007$:een. Puoli tuntia juoksu jälkeen virtsan ominaispaino oli noussut $1,23 \pm 0,005$:een. Universal tai Extreme urheilujuomaa nautittaessa vastaavaa suorituksenai-kaista pudotusta virtsan ominaispainossa ei tapahtunut. Tämä tarkoittaa sitä että kehon nestetasapaino pysyy tasaisempana koko suorituksen läpi ja neste imeytyy elimistöön paremmin. Vesi taas työntyy munuaisten läpi virtsarakkoon eikä takaa samanlaista hyö-tyä elimistölle kuin urheilujuomat. Pahimmassa tapauksessa se aiheuttaa pistoksen tun- netta sekä veden niin kutsuttua hölskymistä mahassa.

Hematokriittimuutokset ja näihin perustuvat arviot plasmatilavuuden muutoksista, virt- san ominaispainon muutokset sekä kehon painon muutokset eivät kuitenkaan olleet ti- lastollisesti merkitsevästi erilaisia, joten asia vaatii lisätutkimista suuremmalla kohdejou- kolla ja mahdollisesti vieläkin vaativimmissa ja enemmän nestetilavuuteen vaikuttavissa olosuhteissa.

Lähteet

Ahonen, J. Lahtinen, T. Sandström, M. Pogliani, G. Wirhed, R. 1988. Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Biotop Oy. Urine Check testin periaate. Luettavissa:

<http://www.biotop.fi/fi/manipulperiaate>. Luettu: 10.2.2011

Borg, P. 2004. Palautuminen raskaasta liikunnasta. Teoksessa Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. (toim.). Liikkujan ravitseminen – teoriasta käytäntöön. s. 277 – 293. Edita Prima Oy. Helsinki.

Borg, P & Fogelholm, M. 2004. Valmistautuminen urheilusuoritukseen. Teoksessa Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2004. Liikkujan ravitseminen – teoriasta käytäntöön. s. 236 - 254. Edita Prima Oy. Helsinki.

Fogelholm, M. 2004. Ravitsemustilan arviointi. Teoksessa Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2004. Liikkujan ravitseminen – teoriasta käytäntöön. s. 146 – 166. Edita Prima Oy. Helsinki.

Fogelholm, M. 2004. Neste ja nestetasapainon ylläpito. Teoksessa Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2004. Liikkujan ravitseminen – teoriasta käytäntöön. s. 255 – 276. Edita Prima Oy. Helsinki.

Fogelholm, M. & Vuorimaa, T. 1991. Haasteena pitkät kestävyyslajit. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Hakkarainen, H. Proteiinit ja urheilu. Luettavissa:

http://www.heracles.fi/proteiinit_urheilussa.pdf. Luettu: 4.3.2011

Ilander, O. & Pethman K. 2006. Ruoka ja ruokavalion koostaminen. Teoksessa Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K. & Marniemi, A. (toim.). Liikuntaravitseminen. s. 19 – 34. VK-Kustannus Oy. Lahti.

Ilander, O. 2006. Antioksidantit. Teoksessa Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K. & Marniemi, A. (toim.). Liikuntaravitseminen. s. 129 - 164. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Ilander, O. 2006. Makrokivennäisaineet. Teoksessa Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K. & Marniemi, A. (toim.). Liikuntaravitseminen. s. 185 – 203. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Ilander, O. 2006. Ravitseminen kestävyyspainotteisessa urheilussa. Teoksessa Ilander, O., Borg, P., Laaksonen, M., Mursu, J., Ray, C., Pethman, K. & Marniemi, A. (toim.). Liikuntaravitseminen. s. 405 – 498. VK-Kustannus Oy. Lahti.

Kairisto, V. 2008. TYKSLAB. Suhteellinen tiheys virtsasta. Luettavissa:

<http://www.tyks.fi/store/tykslab/ohjekirja/2715.html>, lääkäri Veli Kairisto. Luettu: 17.02.2010

Mero, A. 2007. Ravintofysiologia. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 145 – 214. 2. painos. VK-Kustannus Oy. Lahti.

Mustajoki, P. & Kaukua, J. 2008. Punasolujen määrä ja hematokriitti. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Luettavissa:

http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03032. Luettu 6.3.2011

Suomen Olympiakomitea. Kestävyysslajit. Luettavissa:

http://www.noc.fi/urheilijan_ravitseminen/ohjeita_lajityypeittain/kestavyyslajit/ . Luettu 23.2.2011.

Suomen Olympiakomitea. Nestetasapaino. Luettavissa:

http://www.noc.fi/urheilijan_ravitseminen/nestetasapaino/. Luettu: 23.2.20

Vuori, I. Taimela, S. & Kujala, U. Liikuntalääketiede, 2005. Karisto Oy. Hämeenlinna.