

VIRTSAN OMINAISPAINO DOPINGTESTAUKSESSA

Tuulia Nuuhkarinen

Opinnäytetyö

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma Bioanalytiikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Nuuhkarinen Tuulia	
Työn nimi Virtsan ominaispaino dopingtestauksessa	
Päiväys 11.11.2011	Sivumäärä/Liitteet 47/8
Ohjaaja(t) Lehtori Tikka Leena	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry, Yhtyneet Medix Laboratoriot Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli verrata Suomen Antidopingtoimikunnan dopingnäytteistä mitattavia virtsan ominaispainoarvoja Yhtyneet Medix Laboratorioiden mittaamiin arvoihin samoista näytteistä. Lähtökohtana oli, että dopingtestitilanne pyritään aina järjestämään urheilijaa kunnioittaen ja suorittamaan joutuisasti ilman testitilanteen pitkittymistä. Testitilanne on pitkittynyt, jos urheilijan antama virtsanäyte on ollut ominaispainoltaan alle 1,005 g/ml. Tulosten pohjalta yhteistyöorganisaatio, Suomen Antidopingtoimikunta, voi arvioida testaustoimintansa laatua, pyrkiä ennakoimaan matalat ominaispainoarvot ja sen avulla ohjeistamaan urheilijaa nesteytyksessä ennen dopingtestitilannetta.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena tutkimuksena, jossa oli käytössä 2140:n dopingnäytteen ominaispainoarvot vuodelta 2010. Testausorganisaatio on kerännyt urheilijalta standardin mukaan niin monta virtsanäytettä, kunnes vaadittu ominaispainoraja on täyttynyt. Tässä tutkimuksessa urheilijakohtaisesti näytteitä oli yhdestä neljään, joista virtsan ominaispaino oli määritetty. Laboratorio määrittäi ominaispainon yleisesti ensimmäisestä ja viimeisestä dopingnäytteestä. Jos virtsanäyte on ollut ominaispainoltaan matala, eli alle 1,005 g/ml, se ei ole täyttänyt dopinganalyysiin vaadittavia ominaispaino kriteerejä. Tästä syystä urheilijan on antanut uuden näytteen. Tutkimuksen merkitystä on pohdittu myös bioanalyttikon työn näkökulmasta, laboratorioalan ammattilaisena, jolta virtsan tutkimiseen vaaditaan kykyä arvioida näytteen laatua ja analyysikelpoisuutta.</p> <p>Tuloksista nousi esille, että 9 % näytteistä oli laimeita. Naiset antoivat suhteessa laimeampia näytteitä kuin miehet ja kilpailun ulkopuolella laimeita näytteitä mitattiin suhteessa enemmän kuin kilpailuissa. Pääsääntöisesti laboratorioissa määritetyt arvot olivat ominaispainoltaan korkeampia, kuin testausorganisaation kenttäolosuhteissa mitaamat arvot. Lajit, joista suhteellisesti mitattiin paljon laimeita näytteitä olivat ammunta, pyöräily ja salibandy. Tutkimuksen tulokset vastasivat tutkimusongelmiin monipuolisesti.</p>	
Avainsanat	
dopingtestaus, refraktometri, virtsan ominaispaino	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Biomedical Laboratory Science			
Author(s) Nuuhkarinen Tuulia			
Title of Thesis Specific gravity of urine sample in doping control			
Date	11.11.2011	Pages/Appendices	47/8
Supervisor(s) Lecture Tikka Leena			
Client Organisation /Partners Finnish Antidoping Agency, United Medix Laboratories			
Abstract			
<p>The aim of the study was to compare the measured values of specific gravities of the urine samples between United Medix Laboratories and Finnish Antidoping Agency (FINADA). The starting point was to arrange the test occasion considering the athlete with respect, and to carry out the procedure promptly and without delays. The test is prolonged in situations when the specific gravity of the urine sample is below 1,005 g/ml. Based on the outcome of this study it will be possible for the co-operation partner FINADA to evaluate the quality of the testing procedures, to predict the occurrence of low specific gravity values and to educate the athletes with respect to consumption of beverages prior to a doping control test.</p> <p>The quantitative study material included specific gravity values of 2140 doping control samples, collected within year 2010. The anti-doping organization has collected as many urine samples as was required to fulfill the criteria of the specific gravity. In this study, the number of urine samples from one individual athlete was between 1 and 4. In the doping control laboratory, the specific gravity was measured generally from the first and from the last sample of the test session. If the specific gravity of the sample was measured low (below 1,005 g/ml) during the testing, it has not fulfilled the criteria and therefore, the athlete has provided a second sample. The significance of the study has been evaluated also from the perspective of the biomedical scientist as a professional in the laboratory environment, who is expected to be capable of evaluating the quality and integrity of a urine sample.</p> <p>The results showed that the total proportion of 9 % of the urine samples were dilute. The specific gravity values were relatively lower for female athletes than for male athletes, and furthermore, lower for out-of-competition samples than for in-competition samples. As a general trend, the specific gravity values were higher when determined in the stable laboratory environment than in the field conditions during the testing. The specific sports where the occurrence of dilute samples was relatively the highest were shooting, cycling and floorball. The results of the study corresponded comprehensively to the questions of the study.</p>			
Keywords			
doping control, refractometer, specific gravity of urine			

SISÄLTÖ

KÄSITTEITÄ

1	JOHDANTO	7
2	VIRTSAN MUODOSTUS JA VIRTSAN OMINAISPAINO	9
	2.1 Virtsan ominaispaino ja osmolaliteetti	11
	2.2 Virtsan ominaispainon mittaaminen ja luotettavuus	14
	2.3 Virtsan pH	16
3	VIRTSAN TUTKIMINEN BIOANALYYTIKON TYÖSSÄ	18
4	DOPINGNÄYTE	20
	4.1 Dopingnäytteen antaminen.....	20
	4.2 Dopingtesti kilpailussa	21
	4.3 Dopingtesti kilpailun ulkopuolella	22
	4.4 Dopingtestin laboratorioanalyysi	22
5	ANTIDOPINGTOIMINNAN STANDARDIT	24
	5.1 Suomen Antidopingtoimikunnan toimintatavat	24
	5.2 WADA:n kansainväliset standardit	25
6	TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TARKOITUS	26
7	MENETELMÄT JA TOTEUTUS	27
	7.1 Tutkimusaineisto	27
	7.2 Mittausmenetelmä	27
8	TUTKIMUSTULOKSET	30
	8.1 Kilpailu- ja kilpailun ulkopuolisissa testauksissa ominaispainoarvoltaan mataliksi jääneet näytteet	31
9	POHDINTA	34
	9.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettiset näkökulmat	40
	9.2 Oman oppimisen arviointi.....	41

LIITTEET

Liite 1 Dopingtestipöytäkirja

Liite 2 Kilpailutesti: ominaispainoltaan matalat ykkös- näytteet ADT:n mittaamana

Liite 3 Kilpailutesti: ominaispainoltaan matalat ykkös- näytteet YML:n mittaamana

Liite 4 Kilpailun ulkopuolinen: matalat ykkös- näytteet ADT:n mittaamana

Liite 5 Kilpailun ulkopuolinen: matalat ykkös- näytteet YML:n mittaamana

Liite 6 ADT:n ja YML:n mittaamien virtsan ominaispainojen erot

Liite 7 ADT:n ja YML:n mittamien ominaispainojen poikkeama

Liite 8 Virtsan ominaispaino eri lajien välillä

KÄSITTEITÄ

ADT – Suomen Antidopingtoimikunta ADT ry

Dehydraatio - veden poistumista elimistöstä eli kuivuminen

Diabetes insipidus – Vesitystauti, joka johtuu aivolisäkkeen tuottaman antidiureettisen hormonin puutteesta tai sen puutteellisesta vaikutuksesta munuaisissa. Taudilla ei ole tekemistä sokeriaineenvaihduntaan liittyvän diabeteksen kanssa.

Diabetes mellitus – Sokeritauti eli diabetes, jossa veriplasman glukoosipitoisuus on pysyvästi yön paaston jälkeen 7,0 mmol/l tai sitä suurempi.

EPO – erytropoietiini, pääasiassa munuaisissa syntyvä, punasolujen muodostumista lisäävä hormoni.

Glomerulonefriitti - munuaiskerästulehdus, munuaistulehdus.

Hydraatio - veden liittyminen molekyyllitasolla kemialliseen yhdisteeseen

Idiopaattinen – ilman tunnettua syytä alkava sairaus tai oire

Isotoninen liuos – liuoksessa solun tilavuus pysyy muuttumattomana

Maligni hypertensio - pahanlaatuinen verenpainetauti

Munuaisinsuffiensi – munuaisten vajaatoiminta

Munuaisperfuusio – nesteen virtaaminen munuaisen läpi

Nefrogeeninen – munuaissyntyinen

Postoperatiivinen – leikkauksen/toimenpiteen jälkeinen

Proteinuria – tila, jolloin veressä on runsaasti proteiineja eli valkuaisaineita

Psykogeeninen – psyykkisten tekijöiden aiheuttama

Raskaustoksemia - raskauden 24. viikon jälkeen ilmenevä sairaus, jonka oireita ovat verenpaineen nousu, valkuaisvirtsaus ja turvotus.

Rehydraatio - veden palautuminen kuivuneeseen elimistöön

Virtsatieobstruktio – virtsateiden ahtautuminen

WADA - World Anti-Doping Agency

YML – Yhtyneet Medix Laboratoriot Oy

1 JOHDANTO

Suomessa dopingvalvonnasta vastaa Suomen Antidopingtoimikunta ADT ry, joka perustettiin marraskuussa 2001. ADT:n toiminta-alueista keskeisimpiä ovat dopingtestaus, koulutustoiminta sekä kansainvälinen toiminta. Organisaation toiminnan arvot perustuvat eettisyyteen, oikeudenmukaisuuteen, laatuun ja asiantuntijuuteen. ADT:n tavoite on laadukkaan dopingtestauksen toteuttaminen ja tätä kautta puhtaan urheilun edistäminen, sekä yhteistyöllä sidosryhmien kanssa antidopingkoulutuksen kehittäminen. Lisäksi tutkimustoiminnan koordinointi, viestintä, lääketieteelliset asiat ja oikeudelliset asiat kuuluvat osaksi ADT:n toimintaa. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT ry, 2001c.)

Ainoastaan Maailman Antidopingtoimiston, World Anti-Doping Agency:n (WADA:n), valtuuttamat laboratoriot saavat tehdä virallisia dopinganalyysijä. Valtuutus- eli akkreditointijärjestelmä takaa analyysimenetelmien yhtenäisyyden ja luotettavuuden. Laboratorion tulee täyttää henkilökunnaltaan, tieto- taidoltaan, työskentelytavoiltaan ja laitteistoltaan WADA:n asettamat laatuvaatimukset. Maailman 32 akkreditoitua dopingtestauslaboratorioista yksi on Suomessa oleva Yhtyneet Medix Laboratoriot Oy. (Leinonen, Kuuranne & Rautava 2005. 25-33.) Laboratorion akkreditointi on mennettelytapa, joka perustuu kansainvälisiin kriteereihin ja jonka avulla voidaan luotettavasti todeta toimielimen pätevyys ja sen antamien tulosten uskottavuus. Akkreditointi mahdollistaa yhden testauksen periaatteen, jossa akkreditoitun laboratorion suorittamaa määrittystä ei tarvitse toistaa toisessa laboratoriossa, koska tuloksen oikeellisuuteen voidaan luottaa yhdenmukaisiin pätevyysvaatimuksiin perustuen. (Outinen, Lempinen, Holma & Haverinen 1999, 140.)

Virtsan ominaispainon määrittäminen on ensimmäinen dopingtestauksessa suoritettava mittaus, jonka tehtävänä on kertoa näytteen kelpoisuudesta dopinganalyysiin. Tämän perusteella dopingtestaaja ilmoittaa urheilijalle, hyväksytäänkö annettu näyte vai onko tarpeellista antaa uusi näyte. Testausorganisaatio kerää urheilijalta standardin mukaan niin monta näytettä, kunnes vaadittu ominaispainoraja täyttyy. Tässä tutkimuksessa urheilijakohtaisesti näytteitä oli yhdestä neljään, joista virtsan ominaispaino oli määritetty. Laboratorio määrittää ominaispainon yleisesti ensimmäisestä ja viimeisestä dopingnäytteestä. Virtsan tutkiminen liittyy oleellisena osana myös bioanalytiikan työhön laboratorioalan ammattilaisena. Virtsan ominaispainon mittaamisella var-

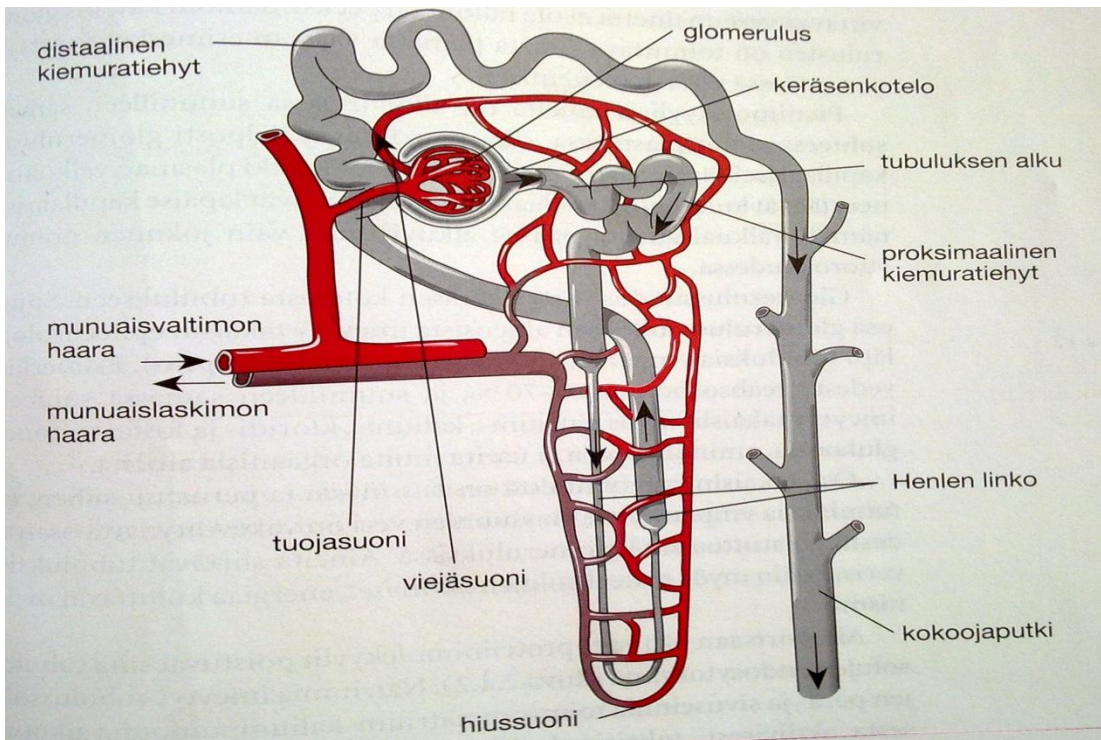
mistetaan näytteen laatu ja analyysikelpoisuus myös terveydenhuollon laboratorioissa. Tästä syystä tutkimuksen merkitystä on pohdittu myös bioanalyttikon työn näkökulmasta.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on ADT:n tavoite yhtenäistää dopingtestitulannetta ja kehittää testausta urheilijaystävällisempään suuntaan välttämällä pitkittyneitä dopingtestitulanteita. Pitkittyneet testaus tilanteet johtuvat dopingnäytteen matalasta virtsan ominaispainoarvosta ja osaksi siitä, ettei urheilija kykene antamaan näytettä valvojan silmän alaisena. Työ pohjautuu kvantitatiiviseen tutkimukseen, jossa vertailaan virtsan ominaispainoarvoja testausorganisaation sekä laboratorion mittaamina. Tulosten avulla pyritään kiinnittämään erityisesti huomiota näytteisiin, jotka liittyvät virtsan mataliin ominaispainoarvoihin. Yhteistyöorganisaatiolla, Suomen Antidopingtoimikunnalla, on tulosten perusteella mahdollisuus arvioida testaustoimintansa laatua, pyrkiä ennakoimaan matalat ominaispainoarvot ja sen avulla ohjeistamaan urheilijaa ennen dopingtestitulannetta. Kaiken kaikkiaan testaus pyritään järjestämään urheilijaa kunnioittaen ja suorittamaan joutuisasti ilman testitulanteen pitkittymistä.

2 VIRTSAAN MUODOSTUS JA VIRTSAAN OMINAISPAINO

Virtsan muodostus tapahtuu virtsaelimissä, joita ovat munuaiset, virtsarakko, virtsajohtimet ja virtsaputki. Yhteensä munuaiset painavat noin 300 grammaa. Virtsa suodattuu verestä, jota munuaisissa kiertää lepotilassa keskimäärin 1,3 litraa minuutissa. (Galenos – Ihmiselimistö kohtaa ympäristön 2006, 495; Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2010, 406.) Vesi- ja elektrolyyttitasapainon säätelyssä munuaisilla on tärkeä merkitys, koska niiden kautta suodattamalla elimistöstä poistuu ylimääräinen vesi, elektrolyyttejä, kreatiniini ja urea. Suodattamalla muodostunut virtsa siirtyy munuaisista virtsajohtimia pitkin virtsarakkoon, jonne se varastoituu väliaikaisesti. Lopullisesti virtsa poistuu elimistöstä virtsaputken kautta. Munuaisten vereen erittämät reniini- ja erytropoietiini (EPO) hormonit vaikuttavat verenpaineen säätelyssä, sekä punasolujen muodostumisessa. Munuaisvaltimo kuljettaa verta vatsa-aortasta munuaisiin. (Arstila ym. 1999, 347; Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2010, 406-414.)

Munuaisten toiminnallisia yksiköitä kutsutaan nefroneiksi (kuva 1), joita on yhdessä munuaisessa noin miljoona. Nefronin tehtävä on muodostaa virtsaa, sekä säädellä sen määrää ja koostumusta. Nefroni voidaan jakaa alkuvirtsan tuottavaan munuaiskeräseen ja munuaistiehyeseen. Bowmanin kotelo ja sen sisällä oleva glomerulus muodostavat munuaiskeräsen. (Galenos – Ihmiselimistö kohtaa ympäristön 2006, 496-497; Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2010, 406-414). Munuaistiehyt eli munuaistubulus voidaan puolestaan jakaa kolmeen osaan. Ensimmäisenä, proksimaalinen tubulus, kiemuratiehyen alkuosa, jossa tapahtuu aineiden esimerkiksi sokereiden ja proteiinien takaisin imeytymistä verenkiertoon. Toisena osana virtsaa väkevöittävä Henlen linko, jonka tehtävänä on poistaa vettä. Veden takaisin imeytymistä tapahtuu erityisesti Henlen linkon laskevassa kapeassa osassa. Kun taas sen nousevassa osassa, jota vesi ei läpäise, imeytyy elimistöön takaisin natriumia, kloridia, bikarbonaattia, kalsiumia ja magnesiumia. (Arstila ym. 1999, 350; Galenos – Ihmiselimistö kohtaa ympäristön 2006, 496-497; Holmberg & Jalanko 1998, 153.)



Kuva 1. Nefronin rakenne (Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2006, 497)

Distaalisen kiemuratiehyen ja kokoojaputken seinämien läpäistessä hyvin vettä, virtsasta siirtyy osmoottisen paine-eron vaikutuksesta runsaasti vettä munuaiskudokseen eli tapahtuu vesi- ja elektrolyyttitasapainon, sekä happo-emästasapainon säätely. Erittämällä virtsaan vetyioneja sitovaa ammoniakkia happo-emästasapainon muuttuminen mahdollistuu. Tämä edellyttää, että veressä on aldosteronia ja aivolisäkkeen erittämää antidiureettista hormonia (ADH). Hormonin vaikutuksesta vesikanavaiset proteiinimolekyylit asettuvat tubulusten loppuosien ja kokoojaputkien solujen sisempään solukalvoon. Vesimolekyylit siirtyvät nopeasti sisemmältä solukalvolta vesikanavaisia proteiinimolekyylejä pitkin soluihin ja sieltä edelleen kudospainepaineeseen. Jos antidiureettista hormonia ei erity, tubulusten loppuosan ja kokoojaputken seinämät läpäisevät vettä huonosti ja virtsa pysyy laimeana. (Arstila ym. 1999, 356; Galenos – Ihmiselimestö kohtaa ympäristön 2006, 501; Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2010, 412- 413.)

Munuaisaltaat, virtsanjohtimet, virtsarakko ja virtsaputki kuuluvat virtsateihin ja niiden sisäpintaa verhoava uroepiteeli eli välimuotoinen epiteelisolukko. Uroepiteeli estää virtsan pääsyn virtsateistä muualle elimistöön ja sen paksuus muuttuu seinämän venytyksestä riippuen. Munuaisten tyveen kiinnittyvät virtsajohtimet, joiden tehtävä on aktiivisen lihastyön eli peristaltiikan avulla kuljettaa virtsaa rakkoon. Virtsajohtimien

läpät estävät virtsan takaisinvirtauksen. Miehen virtsaputki on pituudeltaan 15–20 cm ja naisen 3–5 cm:n mittainen. (Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2010, 412-414; Hervonen, & Virtanen. 2002, 17.)

Virtsa sisältää tavallisesti noin 95 % vettä, johon muut aineet ovat liuenneet. Täysikasvuiselta virtsaa erittyy 1,0 – 2,5 litraa vuorokaudessa. Virtsan kiinteistä aineista suurin osa on typpipitoisia kuona-aineita. Urea on valkuaisaineenvaihdunnan lopputuote ja sitä on kaikista virtsaan liuenneista aineista yli puolet. Muita vähäisessä määrin virtsaan erittyviä typpipitoisia kuona-aineita ovat virtsahappo, kreatiniini ja ammoniumionit. Virtsa sisältää myös elektrolyyttejä, kuten natrium-, kalium-, ammonium- ja kloridi-ioneja. Näiden lisäksi erittynyt virtsa sisältää lukuisia muita yhdisteitä, kuten aineenvaihduntatuotteita, kalsiumia, fosfaatteja ja rikkiyhdisteitä. (Galenos – Johdanto lääketieteen opintoihin 2010, 412.) Kuona-aineet tarvitsevat poistuaakseen elimistöstä tietyn määrän vettä. Kuona-aineita jää elimistöön, jos virtsaa erittyy paastoavaltta henkilöltä alle 500 ml tai normaalisti syövältä 700 ml vuorokaudessa. (Arstila ym. 1999, 356; Galenos – Ihmiselimistö kohtaa ympäristön 2006, 499.) Laimean virtsan erittymistä runsaasti kutsutaan polyuriaksi. Tällöin kerralla erittynyt virtsamäärä on suuri. Jos menetettyä nestettä ei pystytä korvaamaan, voi tämä johtaa kuivumiseen. ADH:n jatkuvasta vajauksesta tai toimimattomuudesta on kyse Diabetes insipidus -taudissa, jossa voi vuorokaudessa erittyä jopa yli 20 litraa laimeaa virtsaa. (Sane 2009. 152,159-160.)

2.1 Virtsan ominaispaino ja osmolaliteetti

Virtsan määrä vaikuttaa oleellisesti sen tiheyteen. Jos juo paljon, ylimääräinen vesi erittyy virtsaan ja virtsa laimenee, eli sen ominaispaino laskee. Kun virtsa on hyvin laimeaa, siinä olevien fysiologisten aineiden pitoisuudet jäävät usein mataliksi. (Kaukua & Mustajoki 2009, 99.) Laboratoriotutkimuksien herkkyys heikkenee tuloksia määritettäessä laimeista virtsanäytteistä (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2006). Laimeasta virtsasta puhuttaessa suhteellinen tiheys on 1,000–1,005 g/ml, isotoninen virtsa on 1,010–1,015 g/ml, kun taas terveiden aamuvirtsa ja väkevä virtsa on tiheydeltään 1,020 g/ml tai enemmän (Kouri 2010, 396-398). Sairaalalaboratoriotutkimuksissa virtsan suhteellisen tiheyden ollessa yli 1,015 g/ml on näyte tarpeeksi väkevää luotet-

tavien tulosten saamiseksi. Ominaispainoltaan alle 1,015 g/ml olevassa virtsassa aineiden pitoisuudet jäävät mataliksi. (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2006.)

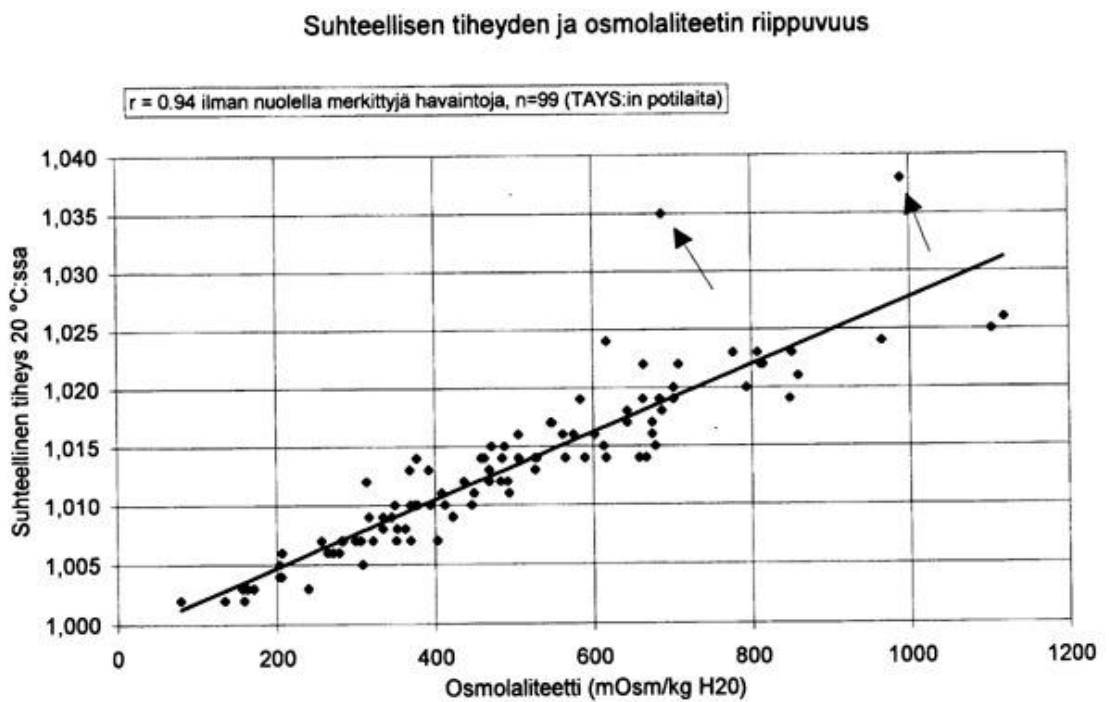
Fyysisen rasituksen aikana ihminen menettää nestettä, johon elimistö reagoi pienentämällä virtsan määrää. Tästä syystä virtsa väkevöityy ja sen väri tummuu. Virtsamistiheys harvenee nestevajeessa oleellisesti. (Borg ym. 2004, 275 - 276; Fogelholm & Vuorimaa 1991, 48.) Teoksessa Liikkujan ravitsemus – teoriasta käytäntöön Borg, Fogelholm ja Hiilloskorpi (2004, 258) ovat kuvanneet taulukon, jonka mukaan vettä menetetään virtsan kautta tavallisessa lämpötilassa 1,40 l/vrk, kuumassa lämpötilassa 1,20 l/vrk ja pitkäkestoisen fyysisen rasituksen aikana 0,50 l/vrk. Nämä lähteet kertovat, että suhteellinen kuva nestetasapainosta saadaan virtsan ominaispainoa tai osmolaliteettia mittaamalla. Ruokavalio voi muuttaa virtsan koostumusta, joten menetelmät eivät anna absoluuttista tulosta.

Vakio-olosuhteissa, oikein suoritettuna, virtsan ominaispaino on helppo mitata ja se toimii hyvänä nestetasapainon osoittimena. Periaatteessa menetelmän tarkkuus on hyvä, mutta fysiologinen variaatio on suuri ja toistettavuus huono, ellei mittaustilannetta vakioida äärimmäisen huolellisesti. (Borg ym. 2004, 275 - 276; Fogelholm & Vuorimaa 1991, 48.) Virtsan kemiallisessa seulonnassa ominaispainoarvoa on mahdollista käyttää muiden koetulosten tulkinta-apuna. Se antaa tietoa munuaisten kyvystä väkevöidä virtsaa. Korkea arvo viittaa dehydraatioon, kun taas alhainen arvo runsaaseen nesteiden nauttimiseen. Korkeimmat arvot saadaan yleisesti aamuvirtsanäytteestä, jolloin väkevyyden varmistaa yöpaasto. Laimeat näytteet antavat vääriä negatiivisia tuloksia. (Kouri 2010, 127.)

Virtsan osmolaliteetti tarkoittaa liukoisten osasten määrää vesikiloa kohti. Sen vaihtelu voi olla 85-1400 milliosmolia vesikilogrammaa kohti. Osmolaliteetti on aina sama kuin plasman osmolaliteetti (280–300 mosm/kg). Jos munuaiset eivät pysty laimentamaan eivätkä väkevöimään virtsaa, on kyseessä isostenuria, joka on merkki, että toimivia nefroneja on jäljellä enintään kymmenesosa normaalista määrästä. (Galenos – Ihmiselimistö kohtaa ympäristön 2006, 500.) Virtsan osmolaliteetti on siis suure, joka kuvaa liuenneiden kiinteiden aineiden määrää eli hiukkasten lukua. Virtsan ominaispainon muutoksen syynä voi olla munuaisten konsentroidi- tai laimennuskykyyn vaikuttavat sairaudet. (Sanakirja, Terveysportti.) Osmolaliteetilla ja virtsan suhteellisella tiheydellä on tulosten tulkinnan kannalta riippuvuus keskenään: jos henkilöllä on proteinuriaa, glukosuriaa tai virtsassa röntgenvarjoainetta, virtsan taitekertoimeen perustuva suhteellisen tiheyden määrittäminen antaa poikkeavan korkeita tuloksia osmola-

liteettiin verrattuna. Tubulusvaurioissa, kroonisessa munuaisinsuffiensienssissa, nefrogeenisessä, idiopaattisessa, postoperatiivisessa ja psykogeenisessä diabetes insipiduksessa sekä malignin hypertension yhteydessä tavataan alentuneita tiheysarvoja yöpaaston jälkeen. Virtsan suhteellinen tiheys pysyy koholla tiloissa, joissa munuaisperfuusio on alentunut, mutta konsentroitinto tapahtuu normaalisti. Epätyypillisen korkeita arvoja tavataan myös seuraavissa yhteyksissä: proteinuria, epätasapainossa oleva diabetes mellitus, glomerulonefriitti, virtsatieobstruktio ja raskaustoksemia. Korkea glukoosi- tai proteiinipitoisuus nostaa myös virtsan suhteellista tiheyttä. (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2006.)

Plasma on noin 0,8–1,0 prosenttia vettä raskaampaa ja siksi sen ominaispaino on 1,008–1,010 g/ml. Ominaispaino on verrannollinen painon, sekä hiukkasten määrään, kun taas osmolaliteetti on verrannollinen vain pienhiukkasten määrään. Näin ollen ominaispainon ja osmolaliteetin suhde on riippuvainen nesteen molekyylipainosta (kuvio 1). (Rose & Post 2000.) Isotoninen virtsa ja plasman osmolaliteetti on n. 300 mOsm/kg H₂O. (Kouri 2011, 395-397)



Kuvio 1. Suhteellisen tiheyden ja osmolaliteetin riippuvuus (Pirkanmaan sairaanhoitopiiri 2006)

2.2 Virtsan ominaispainon mittaaminen ja luotettavuus

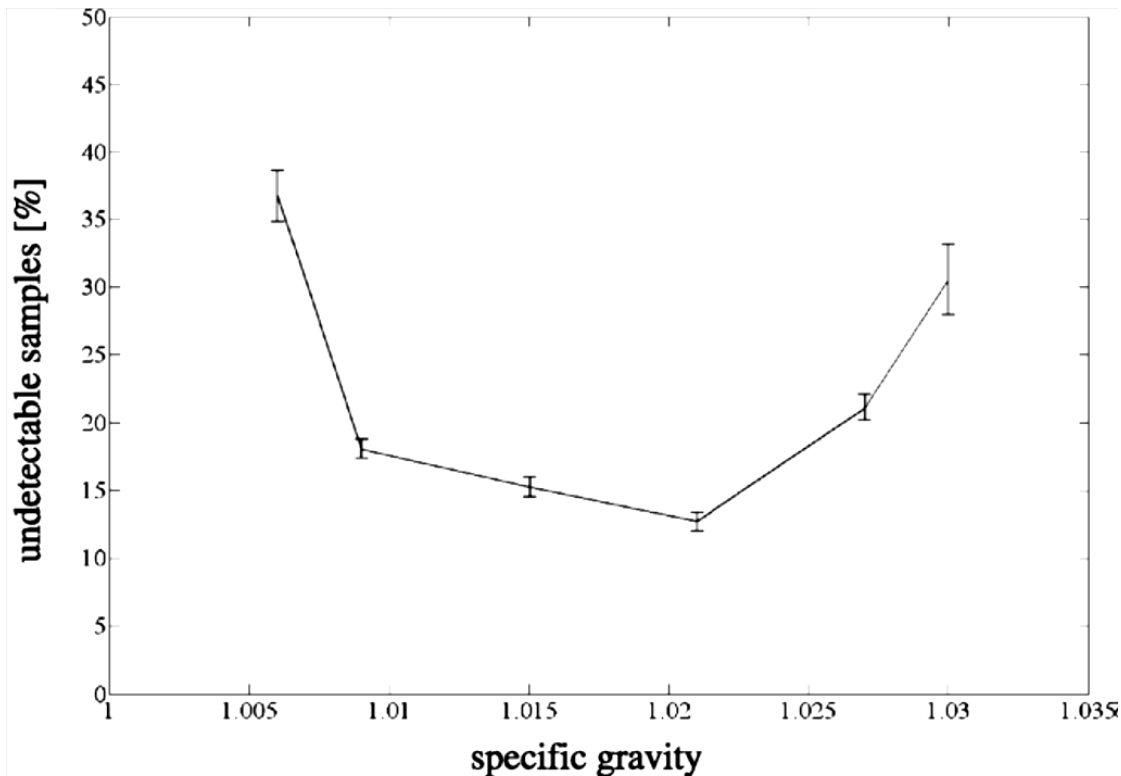
Vuonna 2001 julkaistu sveitsiläinen tutkimus vertaili virtsan ominaispainon mittaamista eri menetelmillä. Tutkimuksessa ominaispainoja mitattiin refraktometrillä (Reicher-Jung), sekä liuskatesteillä (Bayer-Schweiz AG), joita tarkasteltiin koneellisesti (Clinitec-50) ja visuaalisesti. Tutkimuksessa yli sadan näytteen ominaispainoarvoja verrattiin samoista näytteistä mitattuihin pH- ja osmolaliteettiarvoihin. Tuloksien mukaan korrelaatiota tapahtui ainoastaan osmolaliteetin ja refraktometrillä mitattujen näytteiden välillä. Sveitsiläistutkimuksen tulokset osoittavat, että refraktometrinen menetelmä oli luotettavin virtsan ominaispainon mittaamiseen. (Roessingh, Drukker & Guignard 2001, 155–157). Samansuuntaisia tuloksia refraktometrin luotettavuudesta sai myös Stuempfle (2003), joka vertaili virtsan ominaispainotuloksia refraktometrillä (Schuco Clinical Refractometer), virtsaliuskoilla (N-MULTISTIX 10 SG Reagent Strips) ja hydrometrillä (Assistant Urinprober hydrometer) mitattuina. Tarkoituksena tutkimuksessa oli selvittää sekä menetelmien luotettavuutta että oikeellisuutta virtsan ominaispainon mittauksessa. Tuloksista kävi ilmi, että refraktometrillä saadut tulokset olivat yhdenmukaisia sekä testauskertojen että eri testaajien välillä. Muilla mittausmenetelmillä tulosten välinen heitto oli merkittävä, joten vain refraktometri oli tutkimuksen mukaan luotettava virtsan ominaispainon mittaamiseen. Refraktometrisen mittauksen puolesta puhuu myös Alexander Bennettin (2011) tuore tutkimus, jossa vertailtiin optista ja digitaalista refraktometriä virtsan ominaispainon määrittämisessä. Tilastollisia eroja löytyi, mutta tutkijat eivät usko niillä olevan kliinistä merkitystä. Tuloksista käy ilmi, että digitaalinen refraktometri on helpompi lukea ja että se poistaa tuloksien vaihtelevuutta paremmin kuin optinen refraktometri. (Bennett, ym. 2011, 152–154.)

Virtsan ominaispainoa määritettäessä kannettavalla refraktometrillä voidaan puhua point-of-care -testeistä tai vieritesteistä. Tämä tarkoittaa, että tutkittavan ei tarvitse mennä laboratorioon vaan analyysi voidaan tehdä esimerkiksi kotona. Näin ollen mittarit suunnitellaan mahdollisimman nopeiksi ja yksinkertaisiksi, jolloin käyttö ei vaadi laboratorioalan koulutusta (Åkerman, Savolainen, Pelliniemi & Koski 2010, 81–82). Bioanalyytikon työssä vieritestauksen neljä tärkeintä osaamisaluetta ovat laatuosaaminen, ohjausosaaminen, tekninen osaaminen ja kliininen osaaminen (Luttinen-Maunu ym. 2011, 38). Kouluttamalla vieritestejä käyttäviä henkilöitä, testaamalla heidän osaamistaan sekä tarkkailemalla laitteiden ja menetelmien toimivuutta laadunvalvonnalla, voidaan ehkäistä vierianalytiikassa esiintyviä virheitä. Tämä vaatii kui-

tenkin yhteistyötä laboratorioalan ammattilaisen ja testejä käyttävien henkilöiden välillä. (Plebani 2009, 59-61.)

Vuonna 2007 valmistuneen amerikkalaisen tutkimuksen (Lamon ym. 2007, 61–66.) tulokset viittaavat siihen, että EPO:n määrittäminen immunoanalyttisellä menetelmällä dopingtestauksessa saattaa parantua, jos virtsanäyte annetaan aamulla ja on näin ollen ominaispainoltaan suurempi kuin päivällä annettu näyte. Tästä syystä kilpailun ulkopuolinen testi on tutkimuksen mukaan suositeltavampi. Tutkimus mittasi virtsan ominaispainon vaikutusta EPO- hormonimääritykseen dopingtestauksessa. Tutkimusaineistona oli neljän vuoden ajalta (n=3050) määritettyjä EPO negatiivisia virtsanäytteitä. Kilpailun ulkopuolisia näytteitä oli 66 % (n=2001/3050), joista joka neljäs (n=774/3050) naisten näytteitä. Kaikista kerätyistä näytteistä 17 %:ssa (n=526/3050) EPO profiilia ei ollut määritettävissä. Näistä miesten näytteitä joka seitsemäs (n=349/2276) ja naisten näytteitä lähes joka neljäs (n=177/774) eli suurempi osa. Kaikkiaan 22 % (n=234/1049) kilpailunäytteistä ja 14 % (n=292/2001) kilpailun ulkopuolisista näytteistä (n=292/2001) tuotti määrittämättömän EPO profiilin. (Lamon ym. 2007, 61–66.)

Virtsan ominaispainon ja määrittämättömän EPO tuloksen yhteys on esitetty kuviossa 2. Kuvioista käy ilmi, että määrittämätön EPO profiili saadaan yleensä joko erittäin alhaisilla tai korkeilla virtsan ominaispainoarvoilla. Amerikkalaisessa tutkimuksessa todetaan virtsan ominaispainon vaikuttavan dopingtestauksessa määritettävään EPO profiiliin kahdella tavalla. Vahvasti laimeille näytteille on tyypillistä matala ominaispaine, tästä syystä tulokseksi voidaan odottaa määrittämätöntä EPO profiilia, toisin kuin ominaispainoltaan normaalista näytteestä. Erittäin väkevälle näytteelle on tyypillistä puolestaan korkea ominaispaine, joka tuottaa odotetusti vahvan mikrobiologisen kasvupohjan. Käytännössä tulos on sama kuin matalalla ominaispainolla eli saadaan määrittämätön profiili. Tuloksista selviää, että määrittämättömän EPO profiilin saa aikaan matala EPO konsentraatio näytteessä ja tai erittäin matala tai korkea virtsan ominaispaine. (Lamon ym. 2007, 61–66.)



Kuvio 2. Virtsan ominaispainon ja määrittämättömän EPO profiilin yhteys matalilla ja korkeilla ominaispainoarvoilla. (Lamon 2007, 63)

2.3 Virtsan pH

Neutraali pH:n arvo on 7, sitä matalammat arvot ovat happaman ja korkeammat emäksisen puolella. Virtsan pH-arvo riippuu ravinnon laadusta. Normaalitylanteessa virtsa on hieman hapanta, pH noin 6, mikä johtuu normaalia sekaravintoa syötäessä muodostuvista happamista kuona-aineista. (Kouri 2011, 396-398) Happamien kuona-aineiden osuutta lisää lihainnotteinen ravinto, kun taas hedelmät tekevät virtsasta emäksistä (Galenos – Ihmiselämä kohtaa ympäristön 2006, 500). Epäorgaaniset aineet saostuvat helposti virtsan pH-muutosten, lämpötilan laskun tai infektioiden seurauksena (Ala-Houhala 2007, 55).

Nesteen happamuusaste riippuu siinä olevien vetyionien määrästä. Virtsan pH-arvon vaihteluväli on 4,5 – 8,5. Alhaisimmillaan virtsan pH-arvot ovat yöllisen paaston jälkeen, kun taas korkeimmillaan aterian jälkeen. (Arstila ym. 1999, 382–383.) Virtsan happamuusasteeseen vaikuttaa happo-emästasapainon häiriöt. Sairauksien toteami-

sessä happamuuden vaihteluilla ei yleensä ole merkitystä. Tiettyjen lääkkeiden ja myrkköjen poistumiseen elimistöstä happamuus kuitenkin vaikuttaa. Toisinaan virtsatiepotilailla pyritään kiihdyttämään lääkeaineiden eliminaatiota pH:ta säätelemällä. (Kouri 2011, 395-398.) Jatkuvasti happoja tuottava elimistön aineenvaihdunta pyrkii pienentämään pH:ta. Elimistöllä on kolme keinoa happamoitumisen tasapainottamiseksi: happo-emäspuskurit, hiilidioksidin poisto hengittämällä ja munuaisten toiminta. (Arstila ym. 1999, 382–383.)

3 VIRTSAN TUTKIMINEN BIOANALYYTIKON TYÖSSÄ

Kliinisessä laboratoriotyössä bioanalyytikon työtehtäviin kuuluu virtsanäytteiden tutkiminen. Preanalyttiset tekijät määräävät keskeisesti virtsatutkimusten kliinisen arvon. Suullisten- ja kirjallisten potilasohjeiden merkitys, sekä bioanalyytikon rooli kasvaa, kun tavoitteena on luotettavien tulosten saaminen. Onnistumista näytteenoton ohjeistuksessa voidaan seurata virtsan ominaispainoa tai muuta näytteen väkevyyteen liittyvää suuretta, kuten kreatiniinipitoisuutta tai ominaisjohtokykyä mittaamalla. Bioanalyytikon työssä tutuksi tulevat virtsanäytetyypit ovat keskisuihkunäyte, pussi- tai tyynyvirtsanäyte, kestokatedrinäyte, kertakatedrinäyte, rakkopunktionäyte, rakkopistokatedrinäyte, avannenäyte, kystoskopianäyte ja alusastianäyte. (Kouri 2010, 132-133.)

Määrällisesti eniten virtsatutkimuksia tehdään bakteerien osoittamiseksi näytteistä. Virtsan bakteeriviljelytutkimuksella voidaan tyypittää taudinaiheuttaja ja tunnistaa sen mikrobilääkeherkkyudet. Kemiallinen seulonta kuuluu bakteriurian pikadiagnostiikkaan ja perustuu nitriitin osoittamiseen virtsasta. Näytteestä on mahdollisuus todeta bakteerit myös partikkelilaskennalla ja mikroskooppisella tarkastelulla. (Kouri 2010, 131.) Lieriöiden, kiteiden ja solujen tutkiminen virtsasta mikroskopoimalla on menetelmällisesti tärkeä esimerkiksi munuaistaudin osoittamiseksi (Ala-Houhala 2007, 54). Valkosoluvirtsaisuus osoitetaan usein kemiallisilla virtsaliuskoilla, jotka perustuu epäspesifiseen esteraasin määritykseen. Kemiallisten virtsaliuskojen herkkyys laskee näytteen laimeuden mukaan ja on näin ollen vain suuntaa antava. Virtsanäytteen bakteerikasvu alkaa, jos näytteen lämpötila pääsee nousemaan yli 10 °C:en ja vastaavasti loppuu näytteen jäätyessä. Näytteestä hajoavat ensin leukosyytit, sitten erytrosyytit, lieriöt ja viimeisenä epiteelisolut. Näin ollen solujen morfologia muuttuu, mikä tekee partikkelilaskentatutkimuksesta lähes mahdotonta. (Kouri 2010, 131-133.) Virtsanäytteen rajallisen säilyvyyden johdosta osatutkimuksia tehdään sekä paikallisesti että keskuslaboratorioissa (Heikkilä & Virolainen-Julkunen 2005, 411–412).

Virtsateiden tautien diagnostiikassa ja seurannassa keskeiset laboratoriokeet on tiivistetty virtsan perustutkimuksiksi U-Tutk-1, U-Tutk-2 ja U-Tutk-3, jotka on luotu tutkimusten suorittamisen vaihteistamiseksi. Kliinisessä laboratoriotyössä virtsan tutkimisen laajuus vaihtelee kysymyksen asettelun ja löydösten mukaisesti. Tutkimuspaketit sisältävät virtsan kemiallisen seulonnan albumiinin, hemoglobiinin, leukosyyt-

tien ja nitriitin osalta. Muita perustutkimuskohtaisia määrytyksiä ovat bakteeriviljelyt ja sakan tutkiminen mikroskooppisesti. (Heikkilä & Virolainen-Julkunen 2005, 411–412.) Virtsan irtosolututkimuksia tehdään puolestaan sytologian laboratorioissa (Holmström 2005, 212). Virtsatutkimuksella on mahdollisuus todeta huume- ja lääkeaineiden väärinkäyttö. Positiivisen löydöksen toteamiseen vaikuttavat monet seikat, kuten esimerkiksi näytteen ominaispaino ja pH. (Leinonen & Mervaala 2005, 188–189.) Näiden tutkimusten lisäksi kliinisessä laboratoriotyössä on käytössä lukuisa määrä muita virtsasta määritettäviä tutkimuksia.

Ydinosaamisalueena bioanalytiikon työssä on terveysalan laboratoriotutkimusprosessin hallinta ja kehittäminen. Kokonaisuudessaan laboratoriotutkimusprosessi käsittää asiakkaan ohjaamisen, näytteenoton, näytteen käsittelyn ja sen analysoinnin, sekä tuloksen luotettavuuden arvioinnin. (Opinto-opas 2011–2012.) Virtsan tutkimiseen bioanalytikolta laboratorioalan ammattilaisena vaaditaan siis kykyä arvioida näytteen laatua ja analyysikelpoisuutta. Asiantuntija tunnistaa huonosti identifioitavissa olevat näytteet ja tietää niihin liittyvät riskit. Poikkeavien näytteiden ja virheellisten säilytystapojen havaitseminen on merkittävää menetelmien sopivuuksia arvioitaessa. Tutkimusten analyttisessä vaiheessa korostuu laboratoriomenetelmien- ja laitteiden käytön hallinta. Työssä mikroskopointi vaatii hyvää visuaalista hahmottamista, jossa merkittävässä asemassa ovat värien ja morfologisten poikkeavuuksien erotuskyky. (Opinto-opas 2011–2012.) Oleellisesti tähän liittyy myös virtsan partikkelien toiminnan käsittäminen elimistön kannalta. Virtsan tutkimuksia tehdään vielä runsaasti käsityönä ja tästä hyvänä erimerkkinä bakteeriviljelyt, vaikka nykytekniikat ovat vallanneet alaa näiltäkin perinteisiltä menetelmiltä. Oman työn virhelähteiden tunnistaminen on edellytys laadukkaalle työskentelylle ja yksi ammatin vaatimista ominaisuuksista. Virtsanäytteiden jatkotutkimusten tarpeellisuutta joudutaan usein analysoimaan omien aikaisempien työvaiheiden tuloksena. Kliinisen laboratoriotyön prosessin post-analyttisessä vaiheessa bioanalytikko lähettää kokeen vastaukset klinikolle varmistuttuaan luotettavista laboratoriotuloksista.

4 DOPINGNÄYTE

Dopingilla tarkoitetaan kemiallisia aineita tai muita lääketieteellisten menetelmien käyttämistä urheilijan suorituskyvyn parantamiseksi (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009b). Dopignäyte otetaan yleisesti virtsasta, mutta sekä virtsa että verites-
tejä tehdään rinnakkain (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009c).

4.1 Dopignäytteen antaminen

Dopingtestaus tilanne alkaa testikutsulla ja testiin ilmoittautumisella. Aluksi urheilija allekirjoittaa testikutsun, minkä jälkeen hänen velvollisuutena on pysyä dopingtesti-
henkilöstön valvonnassa siihen saakka kunnes dopingtesti on suoritettu loppuun. Urheilija esittää kuvallisen henkilöllisyystodistuksen ja luovuttaa testipöytäkirjaan tar-
vittavat tiedot kirjattaviksi. Testattavalla on mahdollisuus ottaa avustaja mukaan testi-
tilanteeseen sekä saada lisätietoa dopingtestimenettelystä, oikeuksistaan ja velvolli-
suuksistaan. Testipaikalta on mahdollisuus poistua ainoastaan väliaikaisesti vastaa-
van testaajan myöntämällä luvalla ja asianmukaisen valvonnan alaisena. (Suomen
Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009c.)

Dopingtestitilanne jatkuu näytteenantoastian valitsemisella, jonka urheilija valitsee
itse. Testattava ohjeistetaan pesemään kädet ilman saippuaa, minkä jälkeen näyt-
teenottoastian valitseminen tapahtuu. Urheilijan tulee avata astia ja tarkistaa, että se
on ehjä ja puhdas. Näyteastian kansi kehoitetaan jättämään näytteenannon ajaksi
suojamuovin sisään. Näytteenanto tapahtuu valvotusti samaa sukupuolta olevan val-
vojan läsnä ollessa. Urheilijan tulee poistaa näytteenannon ajaksi valvontaa häiritse-
vä vaatetus, jotta valvojalla on suora näköyhteys näytteenantoon. Virtsanäytteen tar-
vittava määrä on vähintään 90 ml. Mikäli näytemäärä jää vähäiseksi (< 90 ml), virtsaa
kerätään lisää analysointia varten ja vajaa sinetöidään. (Suomen Antidopingtoimikun-
ta ADT Ry 2009c.)

Urheilija sulkee antamansa näyteastian, minkä jälkeen palaa testitilaan. Vain urheilija
itse käsittelee näytettä, mutta testaajan on nähtävä näyte koko ajan. Testattava valit-

see sinetöidyn pakkauksen, joka sisältää A- ja B -pullot näytteiden sinetöintiä ja identifiointia varten. Hänen tulee tarkistaa pakkauksen koskemattomuus ja avattuaan pakkauksen myös näytepullojen ehjyys, koskemattomuus ja puhtaus. Näytepullojen ja sinetöintikorkkien koodien tulee olla identtiset, minkä urheilijan tulee myös itse tarkistaa. Seuraavaksi näytepullojen suojakelmut poistetaan, korkit asetetaan ylösalaisin pöydälle ja viimeisenä poistetaan punaiset suojarenkaat. Testattava jatkaa näytteen käsittelyä jakamalla virtsan pulloihin testaajan ohjeiden mukaisesti. B-pulloon näytettä kaadetaan vähintään 30 ml ja A-pulloon vähintään 60 ml. Näytteenantoastiaan tulee jättää näytettä pieni määrä, jotta analyysikelpoisuus voidaan tarkistaa. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009c.)

Seuraavaksi urheilija sulkee näytepullot kääntämällä sinetöintikorkkia kunnes naksahdeleva ääni lakkaa, eikä korkkia voi kääntää enempää. Testattavan tulee varmistaa, ettei näytepulloja voi avata, etteivät ne vuoda ja näytepullojen sinetöinti on asianmukainen. Tämän jälkeen näytteenantoastiaan jääneestä virtsasta testaaja varmistaa refraktometrillä virtsan ominaispainon, jotta tiedetään, onko näyte kelvollinen laboratorioanalyysiin. Jos näyte ei täytä vähimmäisominaispainorajaa (1,005 g/ml), testattavan tulee antaa uusi näyte. Kaikki näytteet toimitetaan laboratorioon. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009c.)

Testaaja pakkaa kuljetusta varten näytepullot erillisiin suojapusseihin nesteenimutyynyjen kanssa, jonka jälkeen alkuperäiseen suojakoteloon. Testipöytäkirjassa urheilija ilmoittaa käyttämänsä lääkaineet, vitamiinit, ravintolisät ja luontaistuotteet seitsemän edeltävän vuorokauden ajalta. Urheilija lukee testipöytäkirjan huolellisesti ja varmistaa erityisesti, että numerokoodi testipöytäkirjassa vastaa näytepullon numerokoodia. Viimeiseksi testipöytäkirja allekirjoitetaan ja testattava urheilija saa siitä oman kopion. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009c.)

4.2 Dopingtesti kilpailussa

Kilpailutapahtuman yhteydessä suoritettavia dopingtestejä kutsutaan kilpailutesteiksi. Tämä tarkoittaa ajanjaksoa, joka alkaa kaksitoista tuntia ennen kilpailua, johon urheilija on aikeissa osallistua ja loppuu kilpailun ja siihen liittyvän dopingnäytteenoton loppuessa, ellei kansainvälisen tai muun asianomaisen antidopingorganisaation

säännöissä toisin määrätä. Kilpailunäytteistä tutkitaan kaikki tunnetut menetelmät ja dopingaineet sekä mahdollinen näytteiden manipulointi. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2001a.)

Urheilijat määrätään tai arvotaan testiin esimerkiksi sijoituksen perusteella tai heidät valitaan lajin kilpailusääntöjen määräämällä tavalla. Kilpailutesteissä urheilijat voidaan määrätä testiin myös nimellä. Suomen ennätyksen, Euroopan ennätyksen tai maailmanennätyksen tehneeltä urheilijalta vaaditaan tietyissä lajeissa negatiivinen dopingnäyte, jotta ennätys voidaan virallisesti hyväksyä. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2001a.)

4.3 Dopingtesti kilpailun ulkopuolella

Kilpailujen ulkopuolisella testauksella tarkoitetaan dopingtestejä, joita ei suoriteta kilpailun aikana. Pääsääntöisesti kilpailujen ulkopuolella otetuista dopingnäytteistä tutkitaan aina anaboliset aineet, hormonit ja vastaavat yhdisteet, β 2-agonistit, hormonien antagonistit ja modulaattorit, diureetit ja muut peiteaineet sekä kaikki kielletyt menetelmät. Kilpailujen ulkopuolisiin testeihin urheilijat valitaan kohdennetusti tai arpomalla testattavat esimerkiksi leirillä olevista urheilijoista tai tietyn ryhmän harjoituksissa olevista. Kohdennetuissa testeissä urheilija on nimetty testiin ennalta ADT:n tai muun testin tilanneen antidopingorganisaation (WADA/kansainvälinen lajiliitto) toimesta. Testauspooli- ja maajoukkueurheilijoille tehdään pääasiassa kohdennettuja testejä, mutta ADT voi testata kohdennetusti sekä kilpailuissa että kilpailujen ulkopuolella ketä lisenssiurheilijaa tahansa. Kilpailujen ulkopuolisiin testeihin luetaan myös aikaisemmin tehtyjen testien tulosten selventämiseksi suoritettavat jatkotestit sekä niin sanotut paluutestit eli dopingrikkomuksesta määrätyn urheilun toimintakiellon aikana tehtävät testit. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2001a.)

4.4 Dopingtestin laboratorioanalyysi

Työvaiheisiin dopingtestauslaboratoriossa kuuluvat näytteiden vastaanottaminen, näytteiden tarkastaminen, tietojen kirjaaminen, analyysien suorittaminen, tulosten tulkinta ja niiden kirjaaminen, lausunnon antaminen ja raportointi, näytteiden varastointi, tulosten arkistointi, sekä näytteiden säilyttäminen tai hävittäminen. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2001b.)

Laboratorion tehtävänä on selvittää, sisältääkö näyte dopingaineita tai havaitaanko näytteessä merkkejä urheilussa kiellettyjen aineiden tai menetelmien käytöstä. Urheilijan dopingnäytteiden analysointi alkaa A-näytteen seulontatutkimuksella, jossa pyritään löytämään poikkeavat näytteet tarkempaa tutkimista varten. Seulontatutkimuksissa tutkitaan useita ominaisuuksiltaan samankaltaisia aineita yhtäaikaisesti. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2001b.)

Seulonnassa saadut positiiviset tulokset varmistetaan ennen lopullista raportointia ja varmistusanalyysi tehdään edelleen urheilijan A-näytteestä. Aina kun se on mahdollista, dopingaineen varmistusanalyysi tehdään massaspektrometrisillä menetelmillä, jotka antavat tarkkaa tietoa yhdisteen molekyyliarakenteesta. Mittaustietoa, joka saadaan epäilystä näytteestä, tutkitaan rinnakkain vertailuyhdisteen kanssa. Näyte on positiivinen ainoastaan silloin, kun epäilystä näytteestä saatu mittaustieto täsmää täysin vertailuyhdisteen kanssa. Varmistusanalyysin osoittautuessa positiiviseksi, laboratorio ilmoittaa positiivisen tuloksen dopingvalvonnasta vastaavalle testausorganisaatiolle, joka identifioi urheilijan näytteen koodin perusteella. Tyypillisesti näytteiden analysointi kestää noin kaksi viikkoa. Arvokisojen yhteydessä näytteet analysoidaan usein jo seuraavaksi kilpailupäiväksi. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2001b.)

5 ANTIDOPINGTOIMINNAN STANDARDIT

Suomessa urheilun dopingia koskevat kriteerit pohjautuvat kansallisiin ja kansainvälisiin säännöstöihin. Henkilöt, jotka urheilevat tai toimivat urheilun piirissä sitoutetaan noudattamaan kansallista antidopingsäännöstöä, lajikohtaisia antidopingsäännöstöjä, sekä olympiatasolla Kansainvälisen Olympiakomitean antidopingsäännöstöjä ja paralympiakilpailuihin liittyen Kansainvälisen Paraolympiakomitean antidopingsäännöstöjä. (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009a.)

5.1 Suomen Antidopingtoimikunnan toimintatavat

ADT:n valtuuttamassa ja toteuttamassa dopingvalvonnassa ja -testauksessa noudetaan WADA:n 2009 hyväksymää ja voimassa olevaa kansainvälistä testausstandardia (International Standard for Testing, IST). Vuonna 2010 päivitettyssä Suomen antidopingsäännöstössä todetaan, että ”Säännösten keskeisenä tarkoituksena on turvata urheilijoille oikeus osallistua urheiluun, jossa ei käytetä dopingia ja näin edistää urheilijoiden terveyttä, oikeudenmukaista ja tasavertaista kohtelua, turvata tehokkaat menettelytavat dopingin käytön havaitsemiseksi ja ehkäisemiseksi sekä tehokkaat ja oikeudenmukaiset menettelytavat dopingrikkomusten selvittämiseksi ja seuraamusten määräämiseksi.” (Suomen antidopingsäännöstö 2009, 3.) ADT toimii itsenäisenä kansallisena organisaationa ja sillä on valtuudet suunnitella, koordinoita, soveltaa käytäntöön sekä kehittää dopingvalvontaa. WADA, ADT, kansainvälinen lajiliitto tai joku muu antidopingorganisaatio voivat teettää ja tehdä kilpailutestejä niissä kilpailuissa, joissa niillä on testausoikeus. ADT:llä on olemassa oikeus tehdä virtsatestejä, veritestejä sekä muita dopingtestejä. Näytteitä kerätään kiellettyjen aineiden ja menetelmien tunnistamiseksi, seulontatarkoituksessa tai pitkäaikaisseurantana urheilijan yksilöllisen profiloinnin luomiseksi. (Suomen antidopingsäännöstö 2009, 3.)

5.2 WADA:n kansainväliset standardit

Maailman antidopingsäännöstö eli World Anti-Doping Code sisältää viisi kansainvälistä standardia, jotka koskevat kiellettyjen aineiden listaa, testausta, laboratorioita, yksityisyyden ja henkilötietojen suojausta sekä erivapautta urheilijan lääkityksessä. Standardien tarkoituksena on yhdenmukaistaa antidopingjärjestöjen toimintaa näillä alueilla. (International standards 2009.) Esimerkiksi testaukseen liittyvän standardin tarkoituksena on auttaa tehokkaan dopingtestauksen suunnittelussa ja pyrkiä säilyttämään testauksen eheys. Testausta koskevassa standardissa kerrotaan, että WADA:n hyväksymä virtsamäärä analyysiin on vähintään 90 ml. Testaava taho toimittaa laboratorioon analysoitavaksi kaikki urheilijan antamat näytteet, riippumatta siitä, ovatko ne täyttäneet ominaispaino vaatimuksen. Urheilijalla itsellään on päätösvalta, mitä ruokaa ja juomaa nauttii ennen näytteenottoa ja kantaa siitä vastuun itse. Tarkoituksena on kuitenkin välttää liiallista nesteiden käyttöä, jotta saadaan ominaispainoltaan analysointi kelpoinen näyte. Näytteenottava taho on vastuussa riittävän näytemäärän keräämisestä. Yhdistämällä ensimmäinen ja toinen näyte voidaan määrällisesti saada riittävä otos. (International standard for testing 2009.) Laboratorioita koskevassa standardissa korostetaan tuloksien, tuloksien raportoinnin, sekä menetelmien yhdenmukaistamista akkreditoitujen laboratorioiden välillä (International standards for laboratories 2009).

6 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TARKOITUS

Tämän tutkimuksen aineiston on kerännyt Suomen Antidopingtoimikunta. Aineisto analysoitiin yhteistyössä ADT:n ja Yhtyneet Medix Laboratoriot Oy:n kanssa. Tarkoituksena oli tuottaa laadukas kvantitatiivinen tutkimus, jossa vertailtiin vuoden 2010 aikana mitattujen virtsanäytteiden ominaispainoarvoja kahden eri organisaation mittaamina eri olosuhteissa. Tuloksissa pyrittiin kiinnittämään erityisesti huomiota, missä tilanteissa matalia virtsan ominaispainoarvoja oli mitattu.

Päämääränä ADT:lla on toimintatapojen yhtenäistäminen ja dopingtestitilanteen laadun varmistaminen. Yhteistyöorganisaatio korostaa, että missä tahansa ja millaisissa olosuhteissa tahansa testaus tapahtuu, se olisi menetelmällisesti mahdollisimman yhtenäinen. ADT:n mukaan testitilanne pitkittyy, kun urheilija antaa laimean näytteen. Esimerkkinä tilanne, jossa urheilujoukkueesta dopingtestiin kutsutaan yksi henkilö ja urheilusuorituksen päätyttyä joukkueen muut urheilijat odottavat kotiin lähtöä. Oletetaan, että testitilanteessa oleva urheilija antaa ensimmäisellä kerralla ominaispainoarvoltaan matalan näytteen, testitilanne jatkuu ja jäädään odottamaan lisänäytettä testauspaikalle. Urheilija antaa seuraavan näytteen, joka myös jää ominaispainoltaan alle 1,005 g/ml. Odotus jatkuu ja mahdollisesti useiden tuntien päästä urheilija onnistuu antamaan virtsanäytteen, joka on ominaispainoltaan yli 1,005 g/ml ja testitilanne saadaan päätökseen. Lähtökohtana on, että laimea näyte tulee olla ominaispainoltaan alhainen myös laboratoriossa mitattuna. Tässä opinnäytetyössä pohditaan myös, mistä alhaiset ominaispainot johtuvat eri tilanteissa.

Tutkimusongelmat ovat seuraavat:

- Kuinka moni vuonna 2010 kerätyistä dopingnäytteistä oli ominaispainoltaan matala?
- Havaitaanko eroja naisten ja miesten dopingnäytteiden ominaispainojen välillä?
- Miten paljon vuonna 2010 kilpailu- ja kilpailun ulkopuolisissa dopingtestauksissa oli ominaispainoarvoltaan matalia näytteitä?
- Miten testausorganisaation ja laboratorion mittaamat virtsan ominaispainoarvot eroavat?
- Onko eri lajien välillä havaittavissa ominaispainoeroja?

7 MENETELMÄT JA TOTEUTUS

Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena. Kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen tavoin selvitetään lukumääriin ja niiden prosenttiosuuksiin liittyviä ongelmia, mikä vaatii edustavaa ja määrällisesti tarpeeksi suurta otosta (Heikkilä 2010, 16). Tutkimuksen toteutuksessa tuli huomioida salassapitosopimus, mikä allekirjoitettiin ennen työn aloittamista.

7.1 Tutkimusaineisto

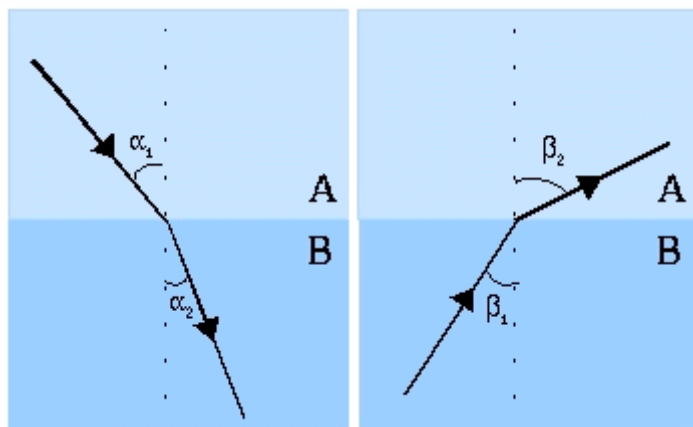
Tutkimuksen aineisto kattoi 2140 dopingnäytteen ominaispainoarvot vuodelta 2010 sekä dopingtestitulanteessa että laboratoriossa mitattuna. Tulosten lisäksi testipöytäkirjat, joista aineisto kerättiin, sisälsivät tiedon myös urheilijan sukupuolesta, urheilulajista, testityypin (kilpailu/kilpailun ulkopuolinen), laboratoriossa määritetty näytteen pH, kellonaika (näytteenotto, näytteen saapuminen laboratorioon) ja päivämäärät.

Lähtökohta on että testausorganisaatio kerää urheilijalta standardin mukaan niin monta näytettä, kunnes vaadittu ominaispainoraja täyttyy (Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry 2009c). Tässä tutkimuksessa urheilijakohtaisesti näytteitä oli yhdestä neljään, joista virtsan ominaispaino oli määritetty. Laboratorio määrittää ominaispainon yleisesti ensimmäisestä ja viimeisestä dopingnäytteestä, standardin ohjeistuksen mukaan priorisoiden. Testausorganisaation pyynnöstä voidaan analysoida myös kaikki näytteet.

7.2 Mittausmenetelmä

Sekä dopingtestausorganisaatio, että laboratorio mittaavat virtsan dopingnäytteiden ominaispainot kannettavalla digitaalisella refraktometrillä (Urine specific gravity refractometer PAL-10, Atago). Refraktometrinen ominaispainon määrittäminen tapahtuu valon

refraktion eli taittumisen avulla (Atago). Refraktiota tapahtuu taitekertoimen muuttuessa tai optisesti eri tiheyttä olevien aineiden rajapinnassa. Kuvassa 2 aine B on optisesti tiheämpää, kuin aine A. Valonsäteen tullessa optisesti harvemmasta tiheämpään se taittuu pinnan normaaliin päin ja vastaavasti tullessaan optisesti tiheämmästä harvempaan taittuminen tapahtuu pinnan normaalista poispäin (Kuva 2). (Finnish Meteorological Institute 2003.)



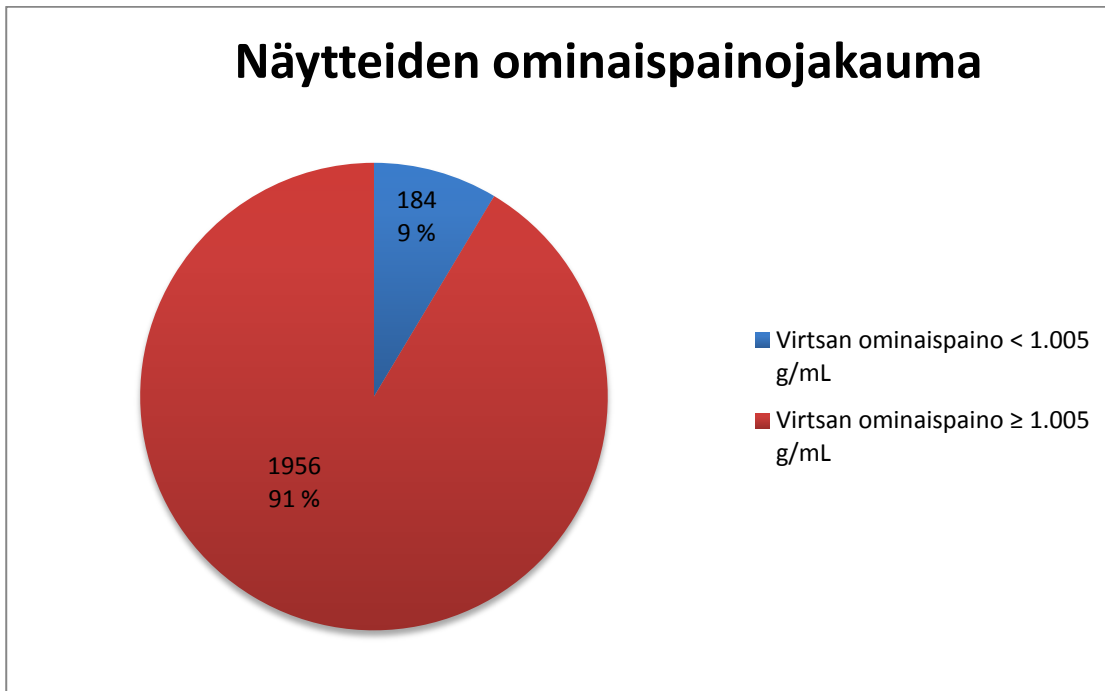
Kuva 2: Valonsäteen taittuminen rajapinnassa (Finnish Meteorological Institute 2003)

Mittauksissa käytetyn laitteen mittaustemperatuurialue on 10~35 C° ja mittausalue 1,000~1,060 g/ml. Laite tarkastaa näytteen lämpötilan automaattisesti (Atago.) Mittari ilmoittaa kvantitatiivisen tuloksen kolmen desimaalin tarkkuudella. Yksiköt, joita kliinisessä laboratorioanalytiikassa käytetään, on standardoitu kansainvälisen SI-järjestelmän mukaisesti. (Åkerman 2010, 48–49.) Puhuttaessa yksittäisestä mittaus tapahtumasta liittyy siihen aina virhe- ja epätarkkuus mahdollisuus. Toistamalla mitausta useita kertoja ja laskemalla tulosten keskiarvo saadaan mahdollisimman luotettava tulos. Mittaustuloksissa saattaa esiintyä kahdenlaisia virheitä; systemaattisia virheitä ja satunnaisvirheitä. (Hiltunen ym. 2010, 56.) Tässä tapauksessa systemaattisen virheen lähteitä ovat virheellinen refraktometrin kalibrointi ja laitteen lukemavirhe, satunnaisvirhe esimerkiksi refraktometrin elektroninen epävakaus.

Aina ennen refraktometrisen mittauksen aloittamista suoritetaan mittarin kalibrointi annostelemalla näytekäivoon huoneenlämpöinen vesi. Kalibroinnin ei tule tapahtua kirkkaan valon alla tai suorassa auringonpaisteessa. Laite huomioi automaattisesti 20 sekunnissa nesteen lämpötilan ennen kalibrointia tai mittauksen aloittamista. Kalibroinnin jälkeen näytekäivo kuivataan, jonka jälkeen annostellaan varsinainen näyte. Mittauksen käynnistyksen jälkeen näytöllä oleva luku kertoo virtsan ominaispainon.

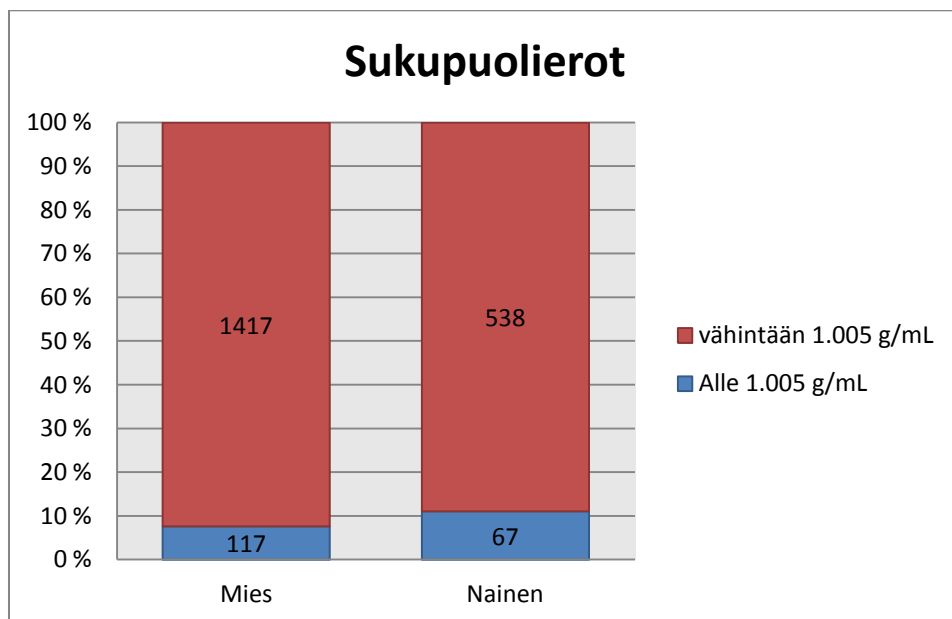
(Atago.) ADT:n ohjeistuksen mukaan virtsan ominaispaino mitataan vain kerran ja
tulos kirjataan ylös.

Ominaispainoltaan matalat eli laimeat dopingnäytteet on esitetty kuviossa 3. Analysoituja dopingnäytteitä tutkimuksessa oli kaikkiaan 2140 kappaletta, joista ominaispainoltaan laimeita eli $< 1,005$ g/ml oli 9 % ($n=184/2140$) näytteistä.



Kuvio 3. Laimeiden näytteiden osuus aineistossa ($n=184/2140$).

Ominaispainojakauman riippuvuus sukupuolesta käy ilmi kuviosta 4. Miesten näytteitä oli yhteensä 1534 kappaletta, joista 8 % ($n=117/1534$) oli laimeita. Naisten näytteitä oli yhteensä 605 kappaletta, joista 11 % ($n=67/605$) oli laimeita.



Kuvio 4. Laimeiden näytteiden jakauma sukupuolittain

8.1 Kilpailu- ja kilpailun ulkopuolisissa testauksissa ominaispainoarvoltaan mataliksi jääneet näytteet

Kilpailutesteissä testausorganisaation (ADT:n) laimeaksi (< 1,005 g/ml) mitattavia urheilijoiden antamia ykkös- dopingnäytteitä oli yhteensä 63 kappaletta. Testipaikalla matalan tuloksen antaneista kilpailunäytteistä dopinglaboratorio (YML) oli mitannut 21 näytettä (n=21/63) ominaispainoltaan yli 1,005 g/ml (liite 2). Kilpailutilanteissa mitattuja ykkös- dopingnäytteitä, jotka ominaispainoltaan testausorganisaatio mittasi \geq 1,005 g/ml, mutta jotka jäivät laboratoriossa alle 1,005 g/ml löytyi 16 kappaletta (liite 3).

Kilpailun ulkopuolisissa testeissä määritetyt ykkös- dopingnäytteet, jotka ADT:n mittaamana olivat ominaispainoltaan matalia eli laimeita näytteitä, oli tutkimuksessa löytynyt yhteensä 56 kappaletta. ADT:n laimeaksi mitattamista näytteistä 61 % (n=34/56) oli laimeita myös YML:n mittaamana (liite 4). Kilpailujen ulkopuoliset, laboratorion mittaamana laimeiksi jääneet ykkös- dopingnäytteet, jotka testausorganisaatio oli mitannut ominaispainokriteerit täyttäväksi (\geq 1,005 g/ml) löytyi 11 kappaletta (liite 5, kuvio 8).

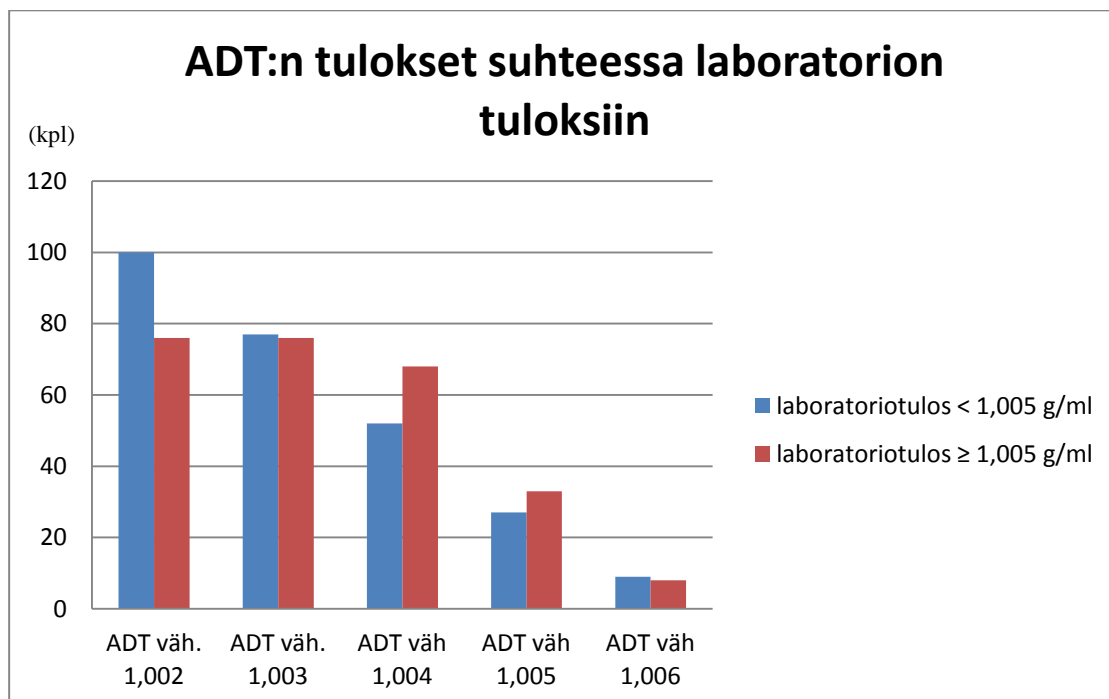
Testausorganisaation ja laboratorion mitattavien virtsan ominaispainojen eroja tutkittiin taulukoimalla ominaispainoarvoja. Taulukkoon poimittiin aineistosta arvot,

jotka testausorganisaation määrittämänä olivat 1,000–1,005 g/ml välillä. Sulkujen sisälle laskettiin arvot, mitkä kertovat prosentteina kyseisen arvon esiintyvyyden laboratorion mittaaman. Taulukon keskiarvot ovat ylöspäin pyöristettyjä lukuja (liite 6, taulukko 1).

ADT:n kenttäolosuhteissa mitatuista näytteistä 255 kappaletta oli virtsan ominaispainoltaan välillä 1,000–1,005 g/ml, joista laimeiksi (< 1,005 g/ml) näytteiksi jäi 203 kappaletta. 1,000 g/ml tuloksia oli 6 kappaletta (n=6/255), joista puolelle mitattu laboratoriossa (n=3/6) arvoksi 1,002 g/ml, joka oli myös näiden kuuden näytteiden keskiarvo laboratorion mittaamana. Ominaispainoltaan 1,001 g/ml näytteitä ADT mittasi 18 kappaletta (n=18/255), kun taas samoista näytteistä YML sai saman tuloksen yhden (n=1/18) näytteen kohdalla. Puolet (n=9/18) ADT:n 1,001 g/ml mittaamista näytteistä osoittautui YML:lla arvoltaan 1,003 g/ml. Keskiarvo näille näytteille YML:n mukaan 1,003 g/ml, joka poikkeaa ADT:n määrittämästä tuloksesta -0,002 g/ml. ADT mittasi ominaispainoltaan 1,004 g/ml olevia näytteitä 74 kappaletta (n=74/225), joista YML sai saman tuloksen 31 %:ssa tapauksista (n=23/74) (liite 6, taulukko 1). YML:n mukaan 55 % (n=40/74) ADT:n 1,004 g/ml mittaamista näytteistä olisi ollut ominaispainoltaan korkeampi. ADT:n 1,005 g/ml näytteistä (n=52/225) YML mittasi saman tuloksen 50 %:ssa näytteistä (n=26/52). YML:n mukaan ominaispainoltaan laimeiksi jäi 35 % (n=18/52) 1,005 g/ml mitatuista näytteistä (liite 6, taulukko 1).

Tuloksista selviää, kuinka paljon ADT:n mittaamien laimeiden näytteiden ominaispainot poikkesivat YML:n mittaamista ominaispainoarvoista. YML:n tuloksiin verrattuna noin puolet (n=182/374) tuloksista poikkesi, joko +/- 0,001 g/ml (liite 7, kuvio 9). Näistä korkeampia arvoja oli 46 % (n=84/182) ja 54 % (n=98/182) puolestaan YML:n tulosta matalampia (liite 7, taulukko 2). Noin joka viides (22 %) ADT:n määrittämä ominaispaino poikkesi YML:n mittaamasta arvosta +/-1,002 g/ml ja 21 % näytteistä oli ominaispainoltaan yhtenevä molempien organisaatioiden mittaamana (liite 7, kuvio 9).

Kuviosta 10 käy ilmi, millä testausorganisaation mittaamilla ominaispainon arvoilla laboratorion mittaamat arvot olisi ollut vähintään 1,005 g/ml. Siniset pylväät kuvaavat näytteitä, joiden tulokset olivat laboratoriossa < 1,005 g/ml ja vastaavasti punaiset kuvaavat niitä, jotka ovat olleet \geq 1,005 g/ml. Tuloksena saatiin, että testausorganisaation < 1,004 g/ml mittaamista näytteistä seitsemän kymmenestä oli laboratorion mittaamana ominaispainorajat täyttäviä.



Kuvio 10 Testausorganisaation (ADT:n) mitaamat virtsan ominaispainotulokset suhteessa laboratorion (YML:n) määrittämiin arvoihin samoista näytteistä.

Tutkittaessa **virtsan ominaispainoeroja eri lajien välillä** selvisi, että määrällisesti eniten laimeita virtsan ominaispainoarvoja oli mitattu vuonna 2010 yleisurheilussa ($n=19/230$), joka oli myös testatuin urheilumuoto. Toiseksi eniten testattu laji oli jääkiekko ($n=152$), jossa kuitenkin laimeita havaittiin ainoastaan kolme kappaletta. Diagrammissa huomiota herätti ammunta, jossa 30 % ($n=8/27$) näytteistä oli laimeita. Pyöräilyssä laimeita näytteitä oli 17 % ($n=8/46$). Salibandyssä laimeiksi todettuja näytteitä oli 15 % ($n=15/91$) (liite 8, kuvio 11).

9 POHDINTA

Suomen Antidopingtoimikunta haluaa kehittää edelleen testaustoimintansa laatua, pyrkiä ennakoimaan matalat virtsan ominaispainoarvot ja sen avulla ohjeistamaan urheilijaa ennen dopingtestitulannetta. Näillä menetelmillä dopingtestitulannetta voidaan kehittää urheilijaystävällisemmäksi ja välttää niin sanotut turhat jatkonäytteet dopingtestauksessa. Virtsan ominaispainon mittaamisella on merkitystä näytteen laadun ja analyysikelpoisuuden arvioinnissa. Dopingtestauksessa urheilija antaa virtsanäytteen, josta testipaikalla, kenttäolosuhteissa, ADT mittaa refraktometrisesti ominaispainon, jotta saadaan selville, täyttääkö näyte ominaispainokriteerit ja voidaanko siitä luotettavasti määrittää kiellettyjen aineiden pitoisuuksia. Refraktometrinen mittaus on useissa tutkimuksissa (Roessingh ym. 2001, 155-157; Stuempfle & Drury 2003; Bennett ym. 2011, 152–154) todettu menetelmällisesti luotettavaksi. WADA:n dopingtestausta ohjeistavat standardit edellyttävät virtsan ominaispainon olevan vähintään 1,005 g/ml, jotta näytteestä voidaan luotettavasti mitata haluttuja parametreja. Näytteen saapuessa dopinglaboratorioon määritetään siitä ominaispaino uudelleen laboratorio-olosuhteissa.

Työni tavoitteena oli selvittää kenttäolosuhteissa ADT:n mittaamien virtsan ominaispainojen ero suhteessa laboratorioissa YML:n mittaamiin arvoihin samoista näytteistä. Tutkimusaineistona oli vuoden 2010 dopingnäytteet. Näitä kahden eri organisaation mittaamia tuloksia vertailemalla saatiin tietoa, joka kertoo toisen, kolmannen ja neljännen dopingnäytteen tarpeellisuudesta. Jos urheilija on joutunut laimeiden tuloksien takia antamaan useamman näytteen, laboratorio mittaa virtsan ominaispainon yleensä vain ensimmäisestä ja viimeisestä näytteestä.

Ominaispainoltaan matalien dopingnäytteiden määrä tutkittiin aineiston pohjalta ja pohdittiin tulokseen vaikuttavia tekijöitä. Tutkimusaineistossa näytteitä oli 2140 kappaletta joista 9 % (n=184/2140) oli testausorganisaation mittaamana ominaispainoltaan laimea eli alle 1,005 g/ml. Tämä tarkoittaa, että 184 dopingnäytettä on johtanut lisänäytteeseen virtsan matalan ominaispainon vuoksi. Yli 90 % (n=1956/2140) näytteistä on täyttänyt ominaispainolle vaadittavat kriteerit.

Ominaispainon jakauman riippuvuus sukupuolesta oli tuloksien mukaan ilmeinen. Tulokset ovat yhtäpitäviä aikaisemmin Yhdysvalloissa, Chicagossa ja Los Angelesis-

sa vuonna 2006 valmistuneen tutkimuksen kanssa (Stower ym. 2005, 320), joka osoitti, että naisten virtsanäytteet olivat keskimääräisesti ominaispainoltaan hieman alhaisempia kuin miesten näytteet. Amerikkalaisessa tutkimuksessa (Stower ym. 2005, 320.) huomioitiin kellonajan, maantieteellisen sijainnin ja sukupuolen vaikutus virtsan ominaispainoon, myös tutkittavien käyttämä kunto-ohjelma ja nesteytystapa selvitettiin. Ennen harjoitusta koehenkilöt antoivat virtsanäytteen, joka analysoitiin kannettavalla refraktometrillä. Virtsan ominaispainon keskiarvo oli 1,018 g/ml molemmilla maantieteellisillä alueilla. Merkittävää tutkimuksessa oli, että 46 % kuntoilijoista kärsi nestevajeesta (USG \geq 1,020 g/ml). Miehillä oli korkeampi keskiarvo (1,020 g/ml) verrattuna naisiin (1,017 g/ml) riippumatta ilmastosta tai kellon ajasta. (Stower ym. 2005, 320.) Tutkimuksessani miesten näytteistä 8 % (n=117/1534) oli laimeita. Naisten antamista virtsanäytteistä 11 % (n=67/605), joten tässä aineistossa naisten näytteissä on suhteessa enemmän ominaispainoltaan matalia näytteitä kuin miesten. Sukupuolihormoneilla tiedetään olevan merkittävä vaikutus aineenvaihduntaan (Hiltunen ym. 2010, 438), joten myös erot ominaispainoissa on tieteellisesti perusteltuja. Maantieteellistä sijaintia ei ole huomioitu tutkimuksessani, toisin kuin amerikkalaisessa, sijainnilla tosin ei todettu olevan vaikutusta virtsan ominaispainoon.

Tuloksista kävi ilmi, että **kilpailutesteissä** laimeita ykkösnäytteitä testausorganisaatio oli mitannut 63 kappaletta, joista laimeita oli laboratorion mukaan 43 näytettä. Testausorganisaation mittaamista laimeista kilpailunäytteistä 34 %:n kohdalla lisänäyte oli laboratorion tulostasoon nähden tarpeeton. Kilpailutilanteissa testausorganisaation mittaamia ominaispainokriteerit täyttäviä ykkösnäytteitä, jotka ovat laboratorion mitaamana jääneet laimeiksi, oli 16 kappaletta. Laboratorion tulostason mukaan näistä näytteistä olisi tarvittu lisänäytteitä.

Samalla tavalla tarkasteltiin myös **kilpailun ulkopuolisia** näytteitä. Tuloksista huomattiin että testausorganisaation laimeiksi mittaamia kilpailun ulkopuolisia ykkösnäytteitä oli 56 kappaletta, joista laboratoriossa laimeiksi todettiin 34 kappaletta (61 %). Tästä päätellen, testausorganisaation laimeiksi mittaamista, kilpailun ulkopuolista, ykkösnäytteistä 39 % oli tarpeettomasti johtanut uuteen näytteeseen laboratorion tulostason mukaan. Kilpailun ulkopuolisissa testauksissa vastaavasti testausorganisaation mittaamia ominaispainoltaan kriteerit täyttäviä ykkösnäytteitä, joiden laboratoriotulos oli kuitenkin $< 1,005$ g/ml, löytyi 11 kappaletta. Näissä tapauksissa laboratorion tulostason mukaan lisänäyte olisi ollut tarpeellinen. Aiemmin esitellyssä Lamonin (2007) tutkimuksessa käy ilmi, miksi laimeiden näytteiden tunnistaminen on tärkeää juuri dopingtestauksessa. Tutkimuksessaan Lamon korostaa myös ominaispainoltaan

korkeiden näytteiden vaikeuttavan dopinganalytiikkaa erityisesti EPO-hormonin määrityksissä. WADA:n laatimissa standardeissa ei määritellä rajaa liian korkeille ominaispainoarvoille tai niiden johtamisesta lisänäytteeseen, eikä tätä rutiinisti seurata dopingtestauslaboratoriossa.

Koin tärkeäksi vertailla **testausorganisaation ja laboratorion mittaamien virtsan ominaispainojen eroja** ja pohtia, millä mittausalueilla tulokset poikkesivat toisistaan eniten. Tulosten perusteella 40:ssä (n=40/74) tapauksessa dopingnäyte oli ominaispainokriteerit täyttävä laboratorion tulostason mukaan, jolloin toinen näyte oli tarpeeton. Vastaavasti 18 (n=18/52) tapauksessa uusi dopingnäyte olisi ollut tarpeellinen laboratorion tulostason mukaan. Virtsanäytteet, joiden ominaispainot olivat välillä 1,000–1,004 g/ml testausorganisaation mittaamina, määritettiin vastaavasti laboratoriossa lähes 60 %:ssa tapauksista ominaispainoltaan korkeammiksi. Tuloksista käy myös ilmi, että näytemäärä (n) kasvaa ominaispainoarvoa 1,005 g/ml kohti. Samalla paranee myös yhtenevien ominaispainotuloksien prosenttiosuus (liite 6, taulukko 1). Näytteiden kappalemäärän ollessa pieni saattaa syntyä tilastollinen harha, jota on syytä epäillä kuviossa 10 viimeisten pylväiden kohdalla, jossa testausorganisaatio oli mitannut ominaispainoksi vähintään 1,006 g/ml ja laboratorio niistä yli puolet laimeiksi. Mielenkiintoisin mittausalue tutkimuksessa on päätöksentekoraja 1,005 g/ml, joka vaikuttaa testitapahtuman jatkumiseen. Tutkimuksen perusteella näytti siltä, että mikäli standardit mahdollistaisivat testausolosuhteissa ominaispainorajan laskun 1,004 g/ml:aan, niin 57 % (n=68/120) näytteistä olisi vielä laboratorion mittaamana analyysiin hyväksyttäviä. Toisaalta 60:stä testausorganisaation mukaan ominaispainorajat täyttävästä näytteestä laboratorio on mitannut laimeiksi vielä 27 näytettä eli 45 %. Noin joka viides (22 %) kenttäolosuhteissa määritetty ominaispaino poikkesi laboratorion-olosuhteissa mitattua arvosta +/-1,002 g/ml. Vain joka viidennen (21 %) näytteen ominaispaino oli sama molempien organisaatioiden määrittäminä. Kentällä mitattujen näytteiden poikkeamista yli puolet (54 %) oli laboratorion tuloksia matalampia (liite 7, kuvio 9).

Tuloksena saatiin, että pääsääntöisesti laboratorio oli mitannut korkeampia ominaispainoarvoja kuin testausorganisaatio. Erikoista on pohtia, mistä johtuvat testausorganisaation ominaispainoksi 1,000 g/ml mittaamat kuusi näytettä. Tislattun veden suhteellinen tiheys eli ominaispaino on 1,000 g/ml (Kouri 2011, 395-396). Tästä syystä virtsan ominaispaino ei missään tilanteessa voi olla 1,000 g/ml. Laboratorio ei ole kyseistä arvoa mitannut yhdestäkään näytteestä, joka viittaa siihen, että näyte on todellisuudessa ollut kuitenkin virtsaa. Kyseessä voi olla mittarin kalibraatiovirhe tai

satunnainen mittavirhe. Testausorganisaatio mittaa ominaispainoarvon aina tuoreesta lämpimästä näytteestä, jolloin näyte on kevyempää. Laboratorioon saapuessa näyte on viilentynyt tai ollut jo mahdollisesti jääkaapissa, jolloin virtsa on ominaispainoltaan raskaampaa. Näytteen antamisesta laboratorioissa tapahtuvaan käsittelyyn kuuluu yleisesti 0-5 vuorokautta. Mittausajankohdat ovat siis poikkeavat ja virtsan koostumuksessa voi tapahtua muutoksia myös esimerkiksi mikrobiologisen aktiivisuuden vuoksi. Dopingtestissä virtsa ei ole puhtaasti laskettua. Nämä selittävät osaltaan virtsan ominaispainotulosten säännönmukaiset poikkeavuudet kuten sen, että pääsääntöisesti laboratorio on mitannut korkeampia ominaispainoarvoja kuin testausorganisaatio.

Kiinnostavaa oli pohtia **virtsan ominaispainoeroja eri lajien välillä**. Eniten laimeita virtsanäytteitä oli määrällisesti mitattu vuonna 2010 yleisurheilussa (n=19/230), tosin yleisurheilua on kaiken kaikkiaankin testattu eniten, mikä taas johtuu siitä, että yleisurheilu sisältää useita eri lajeja. Prosentuaalisesti osuus (8 %) on kuitenkin melko matala muihin lajeihin verrattuna. Ammunnan suhteellisen suurta (30 %) laimeiden osuutta voidaan pohtia lajin luonteen kannalta. Mahdollisesti laimeiden määrää voitaisiin pienentää urheilijaa ohjeistamalla nesteiden nauttimisen säännöstelyyn testauksen aikana. Salibandyssä laimeita näytteitä oli 15 % (n=15/91), joka on myös suhteellisesti merkittävä määrä. Tutkimuksessa ei ole selvitetty, ovatko laimeat näytteet kilpailu vai kilpailun ulkopuolisia näytteitä.

Salibandyssä ja pyöräilyssä menetetään nestettä selvästi enemmän suorituksen aikana, joten urheilijat nauttivat nestettä huolettomammin, mikä taas vaikuttaa laimeiden esiintyvyyteen. Eri lajien luonteet vaikuttavat oleellisesti urheilijan nauttiman nesteen määrään suorituksen aikana ja myös kehosta poistuvan nesteen määrään. Salibandyssä nopeat vaihdot ja urheilijan viettämä aika vaihtopenkillä mahdollistaa nesteiden runsaamman nauttimisen suorituksen aikana, joka selittäisi laimeiden näytteiden määrän. Ammunta on pitkäkestoinen laji, jonka aikana urheilija harvemmin nauttii nesteitä paljon. Urheilijan saatua tieto dopingtestistä hän saattaa juoda paljon lyhyen ajan sisällä, jotta virtsaaminen olisi vaivattomampaa. Tämä saattaa osakseen selittää laimeiden määrän ammunnessa. Myös urheilijan pelko testaustilanteen epämiellyttävyydestä ja ajatus virtsanäytteen antamisesta valvotusti, saattaa aiheuttaa urheilijan runsaamman nesteiden käytön. Tämän toimintamallin seurauksena mitataan usein laimeita virtsan ominaispainoarvoja. Testausorganisaatio ei voi vaikuttaa urheilijan ravintoon ja nesteytykseen suorituksen aikana, vaan ohjeistus tapahtuu testaustilanteessa tai kun tieto testaukseen osallistumisesta on saatu. Urheilija tietää itse, kuinka

paljon nesteitä on nauttinut suorituksen aikana, jolloin häntä tulee ohjeistaa testipaikalla tarjottavien nesteiden nauttimiseen oman harkinnan mukaan. Testausorganisaation kokemuksen perusteella laimeita näytteitä mitataan harvemmin silloin, kun urheilija on syönyt suorituksen jälkeen ennen dopingtestiin osallistumista.

Yhteenvetona voidaan todeta, että vuoden 2010 aineistoa analysoimalla, vertaamalla ja testipöytäkirjoja tarkastelemalla tehtiin tutkimuksen kannalta oleellisia huomioita. Vuonna 2010 näytteistä 9 % on ollut laimeita. Naiset puolestaan antavat suhteessa laimeampia näytteitä kuin miehet. Kenttäolosuhteissa laimeaksi mitatuista ensimmäisistä kilpailunäytteistä 34 %:n kohdalla ja kilpailun ulkopuolisista 39 %:n kohdalla lisänäyte oli laboratorion tulostasoon nähden tarpeeton. Näin ollen kilpailun ulkopuolella laimeita näytteitä saadaan suhteessa enemmän. Kuudessatoista kilpailu- ja yhdessätoista kilpailun ulkopuolisessa testissä kakkosnäyte olisi tullut ottaa laboratorion mittaustuloksen mukaan. Pääsääntöisesti laboratorio-olosuhteissa on mitattu korkeampia ominaispainoarvoja kuin kenttäolosuhteissa. Jos ominaispainoon ja testaukseen liittyvät standardit mahdollistaisivat näytteenottotilanteessa vaadittavan virtsan ominaispainorajan laskun 1,004 g/ml, niin 57 % (n=68/120) näytteistä olisi vielä laboratorion mittaamana ominaispainorajan täyttäviä. Lajit, joissa suhteellisesti on saatu paljon laimeita näytteitä, ovat ammunta, pyöräily ja salibandy.

Dopingnäytteen ja kliinisen virtsanäytteen ero on merkittävä. Dopingnäytteen antaminen on urheilijan velvollisuus, eikä sen perusteella tehdä urheilijaa koskevia hoitopäätöksiä. Kliinisen virtsanäytteen lähtökohtana on asiakkaan oma halu tulla tutkituksi. Dopingnäyte virtsasta ei koskaan ole puhtaasti laskettu näyte. Laadukas kliininen virtsanäyte edellyttää lähes aina genitaalialueiden pesua ennen näytteenantoa. Neljä tuntia rakossa ollut virtsanäyte on optimaalinen haluttujen muuttujien määrittämiseksi kliinisessä laboratoriossa. Dopingtestauksessa urheilijalta ei vaadita virtsan pitämistä rakossa tiettyä aikaa. Tosin tiedetään, että tällöin näyte ei välttämättä ole määrällisesti riittävä, eikä ominaispaino tarpeeksi korkea. Terveyskeskuksissa ja sairaaloissa virtsan ominaispainotulokseen ei kiinnitetä niin paljon huomiota laadukkaan näytteen tunnistamisen kannalta kuin dopingtestauksessa. Ominaispainoa seuraamalla olisi terveysalan laboratoriossa mahdollisuus arvioida kriittisesti laimean näytteen käyttäytymistä analyysivaiheessa.

Virtsan ominaispainon mittausmenetelmä on eri dopingtestauksessa kuin kliinisessä laboratoriossa terveysalalla. Dopingtestauksessa käytössä oleva refraktometri on aikaisempien tutkimustulosten mukaan luotettavampi analyysimenetelmä kuin

kemialliset liuskat, joita käytetään terveysalalla laboratorioissa. Esimerkiksi Kourin (2010, 131) mukaan C-vitamiinin runsas nauttiminen tai kefalosporiinantibiootin käyttäminen voi johtaa väärään negatiiviseen tulokseen virtsaa kemiallisilla liuskoilla mittaattaessa. Kouri (2010, 131) toteaa vielä, että liuskan herkkyys väkevissä aamuvirtsanäytteissä on noin 80–85%, kun taas laimeissa päivystysnäytteissä herkkyys on vain 50–70%. Aikaisempi tutkimustieto (Kouri 2010, 131; Roessingh ym. 2001, 155–157; Stuempfle 2003, 315–318) ei siis pidä terveysalan laboratorioissa käytettäviä kemiallisia liuskoja luotettavina virtsan ominaispainon mittareina. Kehitystä on virtsan liuskatutkimuksissa kuitenkin tapahtunut, sillä vuonna 2004 Labquality siirtyi liuskakokeiden tulosten ilmoittamiseen nimellispitoisuuksien eli keskimääräisten pitoisuuksien avulla. Uudistus rajoitti tulostasojen vaihtelevuutta eri laboratorioiden välillä (Kouri 2004, 7). Kemiallisten virtsaliuskojen laaduntarkkailu on ollut hankalaa yleisesti ottaen, koska helppokäyttöiset, analyysitasoiltaan tarkoituksenmukaiset kontrollivalmisteet ovat puuttuneet markkinoilta (Malminiemi 2008, 30). Voidaan siis todeta, että menetelmällisesti virtsan ominaispainon mittaaminen on laadukkaampaa dopingtestauksessa, kuin terveysalan laboratoriotutkimuksissa. Syy tähän on dopingtestaukseen liittyvät säädökset ja yleisesti ottaen herkemmat analyysimenetelmät.

Laadun parantaminen, siihen liittyvien yleisien ongelmien ratkaiseminen ja testaus-toiminnan kehittäminen vaatii vieritestausta käyttävältä henkilöstöltä vastuullista suhtautumista ja laatutietoisuutta (Liikanen 2006, 149). Labquality on laatinut vuonna 2009 suosituksen vieritestauksesta ja sen toteuttamisesta. Suositus on tarkoitettu omatestaukseen, terveydenhuollon työntekijöille, sekä vieritestauksesta vastaaville laboratorioalan ammattilaisille. (Linko 2010, 13.) Terveystieteidenhuollossa vieritestausta on moniammatillista toimintaa aivan kuten dopingtestauksessa, jossa dopingtestaajat ovat eri ammattikuntien edustajia. Voidaan siis todeta, että täsmällinen ja selkeä ohjeistus on laadun tae. En näkisi syytä, miksei dopingtestausorganisaatio voisi omiin säädöksiin soveltaen käyttää Labqualityn julkaisemaa suositusta toimivan vierianalytiikan järjestämisessä. Lähtökohtana on, että näytteen laadun varmistaminen on ensiarvoisen tärkeää luotettavien laboratoriotulosten saamiseksi. Dopingtestaajaa ohjaavat säädökset asettaa Maailman Antidopingtoimisto (WADA) ja Suomen Antidopingtoimikunta (ADT), kun taas bioanalytiikkaa ohjaa laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä (1994) ja ammatillista toimintaa valvoo Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (VALVIRA).

Tulevaisuudessa saman aineiston pohjalta olisi mahdollista tutkia, antavatko tietyt käytössä olevat refraktometrit laimeita näytteitä muita mittareita enemmän. Testaaja-

numeroiden perusteella voitaisiin myös selvittää mittaria käyttävä testaaja ja pohtia, onko hänen toimintatavoissaan tai mittausolosuhteissa poikkeavuuksia. Tätä kautta olisi mielenkiintoista puuttua testaajille annettavaan ohjeistukseen mittarin käytössä ja parantaa käytäntöjen yhtenäisyyttä. Laitteiden suoritustason testaaminen laadun-tarkkailumielessä olisi myös kiinnostavaa, kuten esimerkiksi laitekohtaisen variaatio-prosentin määrittäminen ja tulostason poikkeamaprosentin laskeminen muiden vas-taavien laitteiden tulostasojen keskiarvosta.

9.1 Tutkimuksen luotettavuus ja eettiset näkökulmat

Tieteellisen tutkimuksen on tarkoitus tuottaa täsmällistä ja korkeatasoista tutkimustie-toa ennalta asetetuista kysymyksistä, noudattaen eettisiä näkökulmia (Kuula 2006, 15). Toimivien järjestelmien takana on jatkuva kritiikki ja siihen perustuva uudistami-nen. Käytäntöjen arviointi, ongelmiin puuttuminen ja toiminnan kehittäminen ovat so-veltavan etiikan tehtäviä. Tämän päivän informaatioyhteiskunnassa jokainen ammatti-lainen toimii virallisen- ja epävirallisen valvonnan alaisena, joka edellyttää siis omien toimintatapojen ja periaatteiden kunnossa pitämistä. (Airaksinen & Friman 2008, 28.) Pohtimalla suhtautumista omiin ja toisten tekemisiin pohditaan asioita moraalisesta näkökulmasta. Moraalisuus tekee etiikasta osan jokapäiväistä arkea. Kykyä pohtia, mikä on oikein ja mikä väärin sekä oman että yhteisön arvojen kannalta, on eettistä ajattelua. (Kuula 2006, 21.)

Virtsan ominaispainotutkimus ja aineiston käsittely on tapahtunut eettisiä normeja noudattaen. Aineiston oikeellisuus perustuu luottamukseen siitä, että mittaustilanne on suoritettu standardien mukaisesti. Dopingtestaajat ovat eri ammattikuntien edusta-jia, mutta silti heitä ohjaa tarkka testaajia koskeva säännöstö. Dopingtestitilanne pyri-tään järjestämään urheilijaa kunnioittaen ja suorittamaan joutuisasti ilman, että testiti-lanne pitkittyy. Tutkimusaineistoa koottaessa on tehty anonymisointi eli tunnistetiedot on muutettu ja osaksi poistettu, mitä edellyttää myös Suomen antidopingsäännöstö (2010). Tässä tutkimuksessa tuotetut kuviot eivät sisällä henkilötietoja tai muita näy-tekoodeja, joiden perusteella urheilijan henkilöllisyys voitaisiin tunnistaa. Kuten Kuula (2006, 207) tekstissään toteaa on tutkimuseettisesti kuin tietosuojankin kannalta oleellista, ettei tutkittavien tunnistaminen aineistosta ole mahdollista. Hän kehottaa yhdistämään kuitenkin luontevasti tieteen tekemisen vapauden ja oikeuden yksityi-

syyteen. Tätä tutkimusaineistoa on käsitelty luottamuksellisesti, eikä sitä ole luovutettu ulkopuolisten nähtäväksi prosessin missään vaiheessa, koska laki yksityisyyden suojasta (2004) velvoittaa suojaamaan henkilötietoja haitalliselta ja ei-toivotulta käytöltä. Aineiston säilytyksessä on otettu huomioon se, ettei tietosuojaa riskejä ole syntynyt.

Tämän tutkimusaineiston suuri otanta lisää tutkimuksen luotettavuutta merkittävästi. Kvantitatiivisen tutkimusprosessin yksi tärkeimmistä tavoitteista on tuottaa mahdollisimman puolueettomia tutkimustuloksia (Vilkkä 2007, 16). Koska tämän tutkimuksen aineiston on kerännyt testausorganisaatio ja dopinglaboratorio, ei tutkija ole ollut tekemisissä henkilökohtaisesti näytteiden antajien kanssa, mikä lisää tuloksien puolueettomuutta. Luotettavuutta lisää tuloksien yhteneväisyys aikaisemman tutkimustiedon kanssa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että bioanalyttikkona eettinen ajatteluni pohjautuu periaatteiden noudattamiselle, vastuunottoon ja kriittiseen ajatteluun. Laboratoriossa työskentelevältä ammattilaiselta edellytetään oman, sekä muiden arvomaailman tunnistamista ja epäeettiseen toimintaan puuttumista. Ammattieettisten ristiriitojen välttämistä ja eri ammattiryhmien eettisten päämäärien tunnistamista voidaan mielestäni pitää hyvän yhteistyön edellytyksenä. Tätä tutkimusta tehdessäni huomasin pohtivani tutkimustyön ja laboratoriotyön yhtäläisyyksiä eettisestä näkökulmasta syvällisemmin. Terveystieteiden ammattihenkilöiden asettaminen lain piiriin on osoitus lainsäätäjän tavoitteesta parantaa ja tehostaa palveluita ja tällä tavalla turvata toiminnan laatu (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 28.6.1994/559). Jokapäiväiseen laboratoriodiagnostiikkaan kuuluu laadunhallinta ja lainsäädännöllisten velvoitteiden noudattaminen.

9.2 Oman oppimisen arviointi

Savonia-ammattikorkeakoulun bioanalyttikkojen opetussuunitelman (2009, 4) mukaan bioanalyttikon ammatillisten taitojen ja osaamisen perustana ovat kliinisen laboratoriotieteen ja siihen nojautuvien tieteenalojen teoreettinen tieto ja sen käytäntöön soveltaminen. Bioanalyttikon ammattiosaamisen perusta on laboratoriotutkimusprosessin hallinta ja ammatin ydinosaamisalueiden sisältönä laboratorioalan ammatilai-

selta edellytetään muun muassa kliinisen kemian laboratorioprosessin hallitsemista. Bioanalytykolta vaaditaan tietoa munuaisten toimintaan ja virtsan eritykseen liittyvistä tutkimuksista, vieritestauksen toteuttamisesta, sekä laadunhallintaperiaatteiden noudattamisesta. (Opetussuunnitelma 2009; 4–5, 48–49.)

Kokonaisuudessaan tutkimusprosessi vahvisti teoreettista osaamistani virtsanäytteiden laadun ja siihen vaikuttavien tekijöiden arvioinnista. Tämä tutkimus mahdollisti aikaisempien, liikuntalääketieteen, opintojeni kautta hankitun tiedon luontevan yhdistämisen bioanalytykolta vaadittavaan osaamiseen. Haasteelliseksi koin laajan aineiston käsittelemisen ja sen monipuolisen hyödyntämisen. Onnistuin mielestäni hyvin täyttämään tavoitteet ja vastaamaan tutkimukselle asetettuihin ongelmiin. Tämä prosessi antoi hyvät perustaidot tutkimustyön tekemiselle ja lisäksi tiedonhakutaidot, tutkitun tiedon kriittinen tarkastelu ja kirjallinen ilmaisu kehittyivät.

LÄHTEET

Airaksinen, T. & Friman, M. 2008. Asiantuntija-ammattien etiikka. Hämeenlinna: Hämeenlinnan ammattikorkeakoulu – HAMK.

Ala-Houhala, I. 2007. Virtsan partikkelien kliininen merkitys terveyskeskuksessa ja sairaalassa. *Moodi* 1, 54–55.

Arstila, A., Björkvist, S-E., Hänninen, O. & Niensted, W. 1999. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. 15. uudistettu painos. WSOY: Helsinki

Atago. Urine specific gravity refractometer PAL-10S, käyttöohje.

Bennett, D., McKnight, E., Dodkin, J., Simpson, E., Schwartz, M. & Gunn-Moore, A. 2011. Comparison of digital and optical hand-held refractometers for the measurement of feline urine specific gravity. *Journal of Feline Medicine & Surgery*. 13 (2), 152-154.

Borg, P., Fogelholm, M. & Hiilloskorpi, H. 2004. Liikkujan ravitsemus – teoriasta käytäntöön. Edita Prima Oy: Helsinki.

Finnish Meteorological Institute. 2003. Valonsäteen kohtaamat ilmiöt - refraktio [verkojulkaisu]. Ilmatieteenlaitos [viitattu 27.9.2011]. Saatavissa: <http://www.ava.fmi.fi/oppimateriaali/envisat/valonsade/ilmiot.html>

Galenos - Ihmiselämä kohtaa ympäristön. 2006. Virtsaneritys. Teoksessa E. Hiltunen, P. Holmberg, M. Kaikkonen, S. Lindblom – Ylänne, W. Niensted & K. Wähälä (toim.) WSOY: Helsinki. 495–504.

Galenos - Johdanto lääketieteen opintoihin. 2010. Hormonit ja muut viestintäaineet. Teoksessa E. Hiltunen, P. Holmberg, E. Jyväsjärvi, M. Kaikkonen, S. Lindblom-Ylänne, W. Niensted & (toim.) Helsinki: WSOYpro Oy, 429–488.

Galenos - Johdanto lääketieteen opintoihin. 2010. Tieteellinen tieto ihmisestä on havainnointia tietoa, totuuksia, tilastoaineistoa ja todennäköisyyksiä. Teoksessa E. Hil-

tunen, P. Holmberg, E. Jyväskylä, M. Kaikkonen, S. Lindblom-Yläne, W. Niensted & (toim.) Helsinki: WSOYpro Oy, 49–68.

Heikkilä, R & Virolainen-Julkunen, A. 2005. Virtsatutkimukset. Teoksessa M. Ellfolk, K. Huotari, S. Päykkönen & J. Vilpo (toim.) *Laboratoriokäsikirja 2006–2007*. Helsinki: Yhtyneet Laboratoriot Oy. 411–412.

Heikkilä, T. 2010. Tilastollinen tutkimus. 7.–8. painos. Helsinki: Edita.

Hervonen, H. & Virtanen, I. 2002. Virtsateiden rakenne. Teoksessa O. Lukkarinen, M. Nurmi, M. Ruutu, K. Taari & T. Tammela (toim.) *Urologia*. 2.painos. Helsinki: Duodecim, 12–23.

Holmberg, C. & Jalanko, H. 1998. Munuaisten toiminta II: Tubulus ja kokoojaputki. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 114 (2), 153–161.

Holmström, T. 2005. Irtoisolututkimukset - virtsasta. Teoksessa M. Ellfolk, K. Huotari, S. Päykkönen & J. Vilpo (toim.) *Laboratoriokäsikirja 2006–2007*. Helsinki: Yhtyneet Laboratoriot Oy. 212.

International standards. 2009. World anti-doping program [verkojulkaisu]. World antidoping agency [viitattu 30.8.2011]. Saatavissa:

<http://www.wada-ama.org/en/World-Anti-Doping-Program/Sports-and-Anti-Doping-Organizations/International-Standards/>

International standards for laboratories. 2009. World anti-doping program [verkojulkaisu]. World antidoping agency [viitattu 17.10.2011]. Saatavissa:

<http://www.wada-ama.org/en/World-Anti-Doping-Program/Sports-and-Anti-Doping-Organizations/International-Standards/Laboratories/>

International standards for testing. 2009. World anti-doping program [verkojulkaisu]. World antidoping agency [viitattu 30.8.2011]. Saatavissa:

<http://www.wada-ama.org/en/World-Anti-Doping-Program/Sports-and-Anti-Doping-Organizations/International-Standards/Testing/>

Kairisto, V. 2010. Laboratoriotulosten tulkinta. Teoksessa O. Niemelä & K. Pulkki (toim.) *Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia*. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 35–48.

Kaukua, J. & Mustajoki, P. 2009. *Senkka ja sata muuta tutkimusta*. Duodecim: Helsinki

Kouri, T. 2010. Munuaiset ja virtsa. Teoksessa O. Niemelä, & K. Pulkki (toim.) *Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia*. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 121–134.

Kouri, T. 2004. Virtsaliuskatulosten ulkoinen laadunarviointi – mitä ihmeen nimellispi-toisuuksia? *Moodi* 1, 7-8.

Kouri, T. 2011. Virtsan perustutkimukset ja bakteeriviljely. Teoksessa H. Alenius, S. Atula, J. Jousimaa, A. Kattainen, I. Kunnamo & M. Teikari (toim.) *Lääkärin käsikirja*. Helsinki: Duodecim, 395–399.

Kuula, A. 2006. Tutkimusetiikka. Aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys. Tampere: Vastapaino.

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä. 1994/ 559.28.6.1994.

Laki yksityisyyden suojasta työelämässä. 2004/ 759.13.8.2004.

Lamon, S., Robinson, N., Sottas, P-E., Henry, H., Kamber, M., Mangin, P. & Saugy, M. 2007. Possible origins of undetectable EPO in urine samples. *Clinical Chimica Acta*. 385 (7), 61–66.

Leinonen, A., Kuuranne, T. & Rautava, K. 2005. Dopinganalytiikka tänään. *Kliinlab*. (2), 25–33.

Leinonen, A. & Mervaala, E. 2005. Huume- ja lääkeaineseulonta virtsasta, laaja. Teoksessa M. Ellfolk, K. Huotari, S. Pääkkönen & J. Vilpo (toim.) *Laboratoriokäsikirja 2006–2007*. Helsinki: Yhtyneet Laboratoriot Oy. 188–189.

Liikanen, E. 2006. Vieritestien käyttö ja sen kehittäminen. *Moodi* 3, 147–149.

Linko, S. 2010. Vieritestauksen laatutyökalut. *Moodi*. 1, 13–15.

Luttinen-Maunu, K., Mäkitalo, O. & Savolainen, A. 2011. Laboratoriohoitajan tehtävänkuvaa moniammatillisessa vierianalytiikkatoiminnassa. *Bioanalyttikko* 2011 (3), 36–39.

Malminiemi, O. 2008. Virtsan liuskamittarit. *Moodi*. 1, 29–30.

Opetussuunnitelma 2009. Bioanalyttikko (AMK). Savonia-ammattikorkeakoulu. Terveysala Kuopio. Kevät 2009.

Opinto-opas 2011–2012. Bioanalytiikan koulutusohjelma [verkkojulkaisu]. Tampereen ammattikorkeakoulu [viitattu 28.9.2011]. Saatavissa:

<http://opinto-opas.tamk.fi/ops/ops/ops/kops.php?y=2011&c=954&lang=fi>

Outinen, M., Lempinen, K., Holma, T. & Haverinen, R. 1999. Seitsemän laatupolkua. Vaihtoehtoja laadunhallintaan sosiaali- ja terveydenhuollossa. Helsinki: Suomen kuntaliitto., Stakes, Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus ja Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. 140.

Pelbani, M. 2009. Does POCT reduce the risk of error in laboratory testing?. *Clinica Chimica Acta*. 404 (6), 59–64.

Pirkanmaan sairaanhoitopiiri. 2006. Suhteellinen tiheys (virtsasta) [verkkojulkaisu]. Laboratoriokeskus [viitattu 4.7.2011]. Saatavissa:

http://www.laboratorio.fi/lake/laboratoriotutkimukset/nayta.tmpl?sivu_id=34;id=2122;tallleta_url=1

Roessingh, S., Drukker, A. & Guignard, J-P. 2001. Dipstick measurements of urine specific gravity are unreliable. *Archives of Disease in Childhood*. 85 (3), 155–157.

Rose, B. & Post, T. 2000. Meaning of urine osmolality and pH [verkkojulkaisu]. *Up to date* [viitattu 28.6.2011]. Saatavissa:

<http://www.uptodate.com/contents/chapter-13b-meaning-of-urine-osmolality-and-ph>.

Sanakirja, Terveysportti. Osmolaalisuus/Osmolaarisuus [verkkojulkaisu]. Terveysportti [viitattu 18.8.2011]. Saatavissa:

http://www.terveysportti.fi/terveysportti/rex_terminologia.koti

Sanakirja, Terveysportti. Rehydraatio/dehydraatio/hydraatio [verkkojulkaisu]. Terveysportti [viitattu 18.8.2011]. Saatavissa:

http://www.terveysportti.fi/terveysportti/rex_terminologia.koti

Sane, T. 2009. Aivolisäkkeen takalohko ja vesiaineenvaihdunta. Teoksessa L. Dunkel, T. Sane & M. Välimäki (toim.) *Endocrinologia* Helsinki: Duodecim, 143–173.

Stover, A., Petrie, J., Passe, D., Horswill, A., Murray, B. & Wildman, R. 2006. Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 31(6), 320–327.

Stuempfle, J. & Drury, G. 2003. Comparison of 3 Methods to Assess Urine Specific Gravity in Collegiate Wrestlers. *Journal of Athletic Training*. 38 (4), 315–319.

Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry. 2009a. Antidopingsanakirja [verkkojulkaisu]. Antidopingsäännöt [viitattu 7.11.2011]. Saatavissa:

<http://www.antidoping.fi/view.cfm?page=F93F2651-5AE5-4289-A3BE-C9AFD33CF035>

Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry. 2009b. Antidopingsanakirja [verkkojulkaisu]. Doping [viitattu 14.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.antidoping.fi/view.cfm?page=F93F2651-5AE5-4289-A3BE-C9AFD33CF035>

Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry. 2009c. Näytetyypit – Virtsatesti. [verkkojulkaisu]. [viitattu 14.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.antidoping.fi/view.cfm?page=0C6E3AAB-6F74-44D4-8BF2-4C6471651623#QJ626978>

Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry. 2001a. Kilpailutestit ja Kilpailujen ulkopuoliset testit [verkkojulkaisu]. [viitattu 14.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.antidoping.fi/view.cfm?page=B2153C12-9440-4419-ADB5-E96B0C1F5901>.

Suomen Antidopingtoimikunta ADT Ry. 2001b. Laboratorioanalyysi [verkkojulkaisu]. [viitattu 14.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.antidoping.fi/view.cfm?page=A08D1A21-AD20-4462-8CCC-A1B2FCE4897D>

Suomen Antidopingtoimikunta ADT ry. 2001c. Suomen Antidopingtoimikunta ADT ry ja antidopingtoiminta Suomessa [verkkojulkaisu]. [viitattu 14.7.2011]. Saatavissa:

<http://www.antidoping.fi/view.cfm?page=148F3869-DF6F-4D6A-8F18-CD068B69E7F5>

Suomen antidopingsäännöstö 2009 [verkkojulkaisu]. Suomen Antidopingtoimikunta ADT ry 2010 [viitattu 30.8.2011]. Saatavissa:

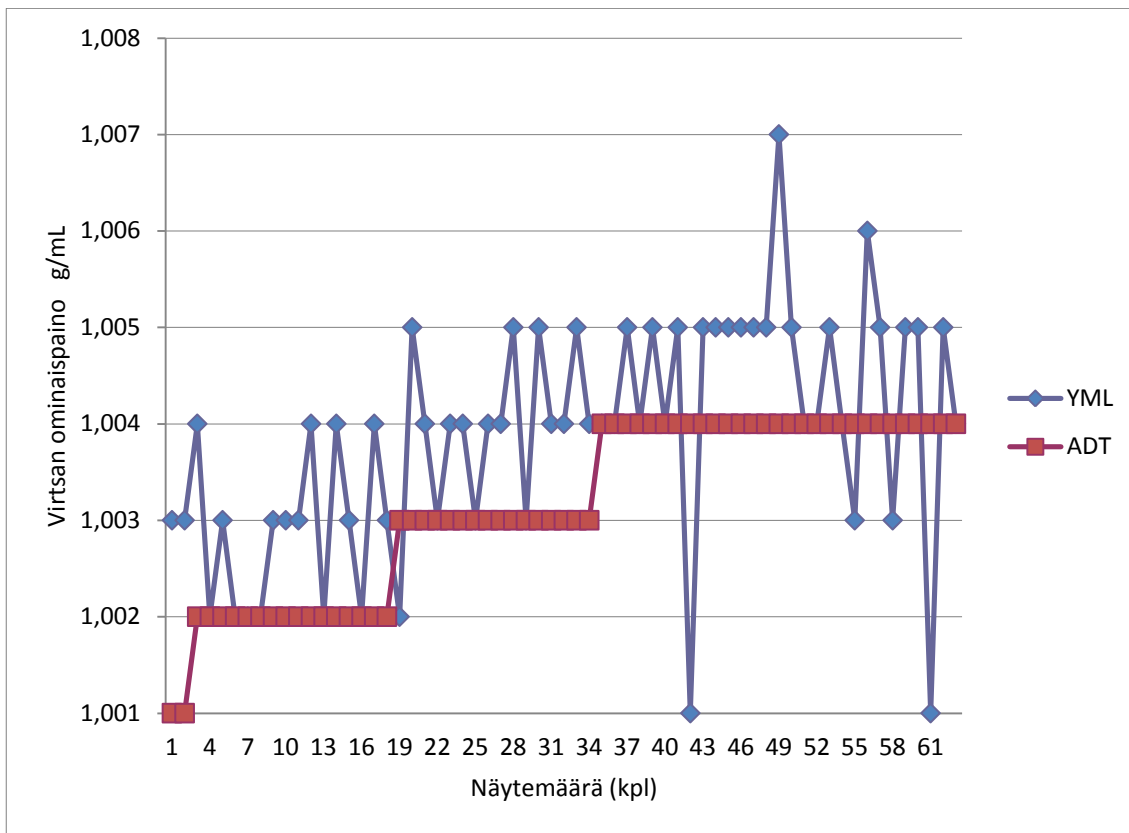
<http://www.antidoping.fi/resourcedisplay.cfm?resfile=deb588d8-d6a7-4dce-9860-375c1e2919ce>

Vilkkä, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Åkerman, K., Jokela, H., Savolainen, K., Parviainen, M., Savolainen, E-R. & Orpana, A. 2010. Laboratorion perusmenetelmät. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) *Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia*. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 48–49.

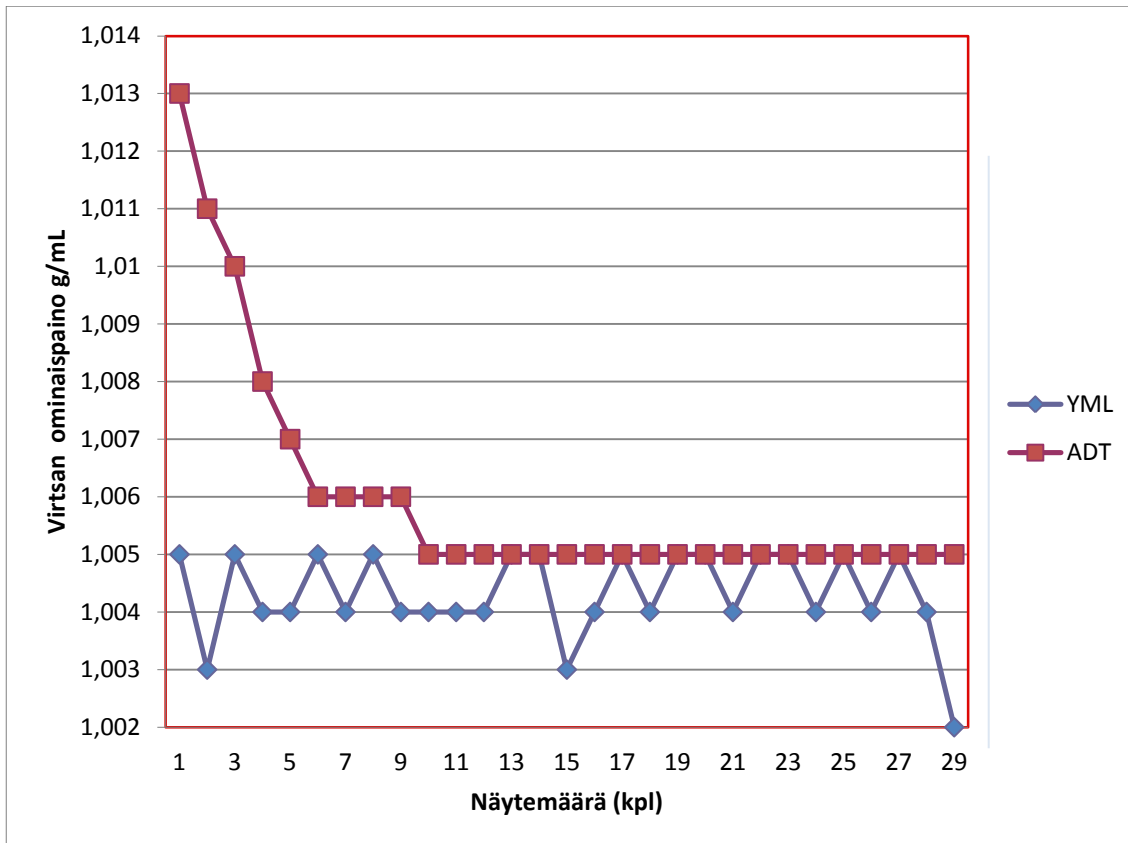
Åkerman, K. Savolainen, E-R., Pelliniemi, T-T. & Koski, T. 2010. Laboratoriolaitteet. Teoksessa Niemelä, O. & Pulkki, K. (toim.) *Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia*. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 79–9

Liite 2 Kilpailutesti: ominaispainoltaan matalat ykkös- näytteet



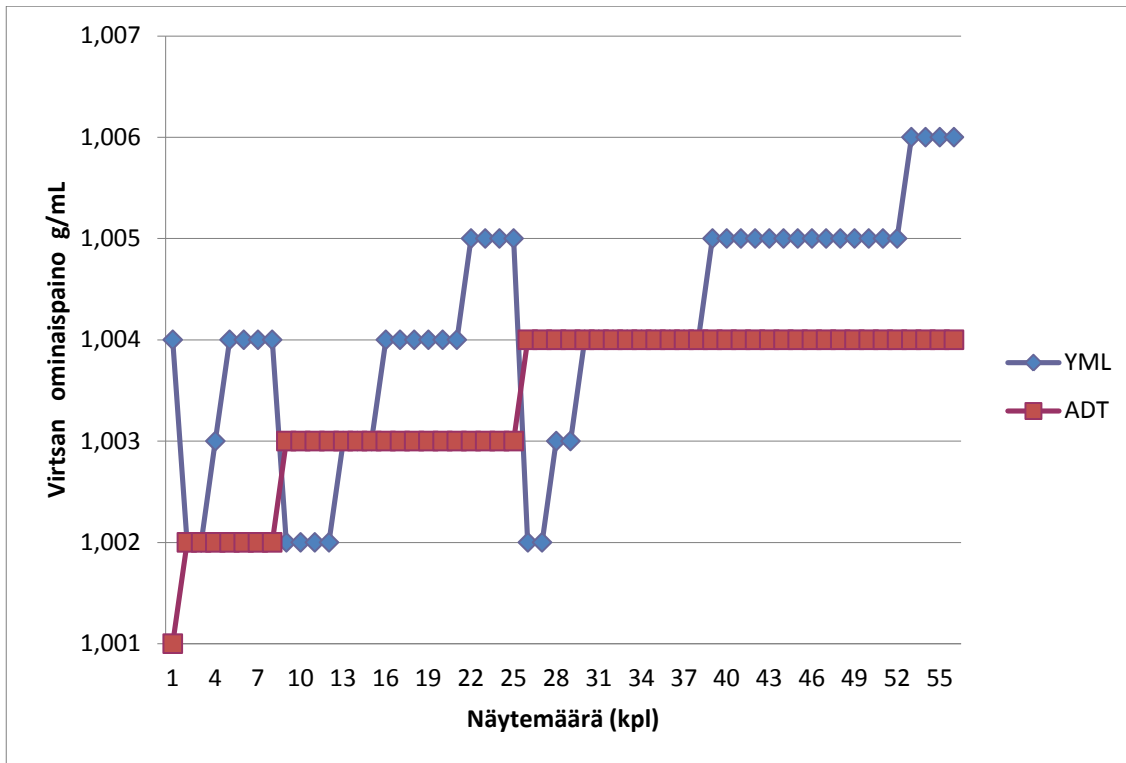
Kuvio 5 Kilpailutesteissä virtsan ominaispainoarvoltaan mataliksi jääneet eli laimeat ykkös- näytteet ADT:n mittaamana (n=63)

Liite 3 Kilpailutesti: ominaispainoltaan matalat ykkös- näytteet YML:n mittaamana



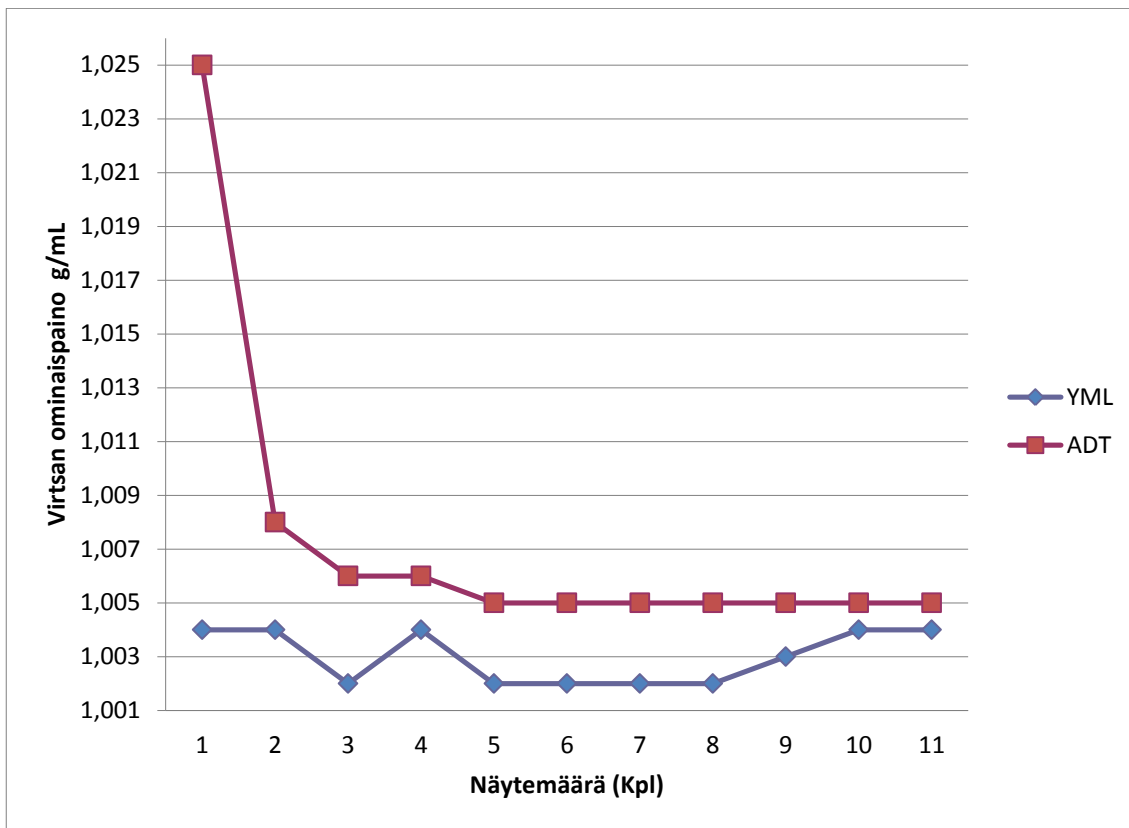
Kuvio 6 Kilpailutesteissä virtsan ominaispainoltaan matalaksi jääneet eli laimeat ykkös- näytteet YML:n mittaamana (n=29)

Liite 4 Kilpailun ulkopuolinen: matalat ykkös- näytteet ADT:n mittaamana



Kuvio 7 Kilpailun ulkopuolisessa testauksessa virtsan ominaispainoltaan mataliksi jääneet eli laimeat ykkös- näytteet ADT:n mittaamana (n=56)

Liite 5 Kilpailun ulkopuolinen: matalat näytteet YML:n mittaamana



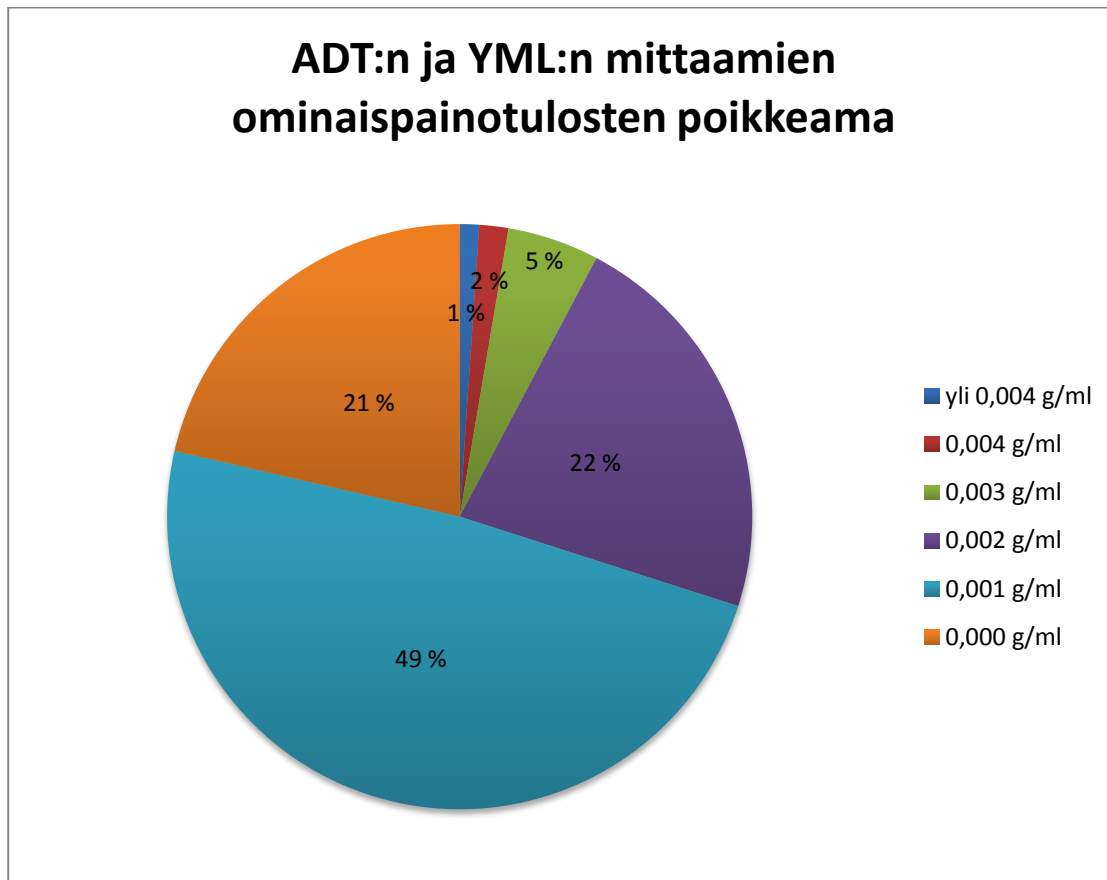
Kuvio 8 Kilpailun ulkopuolisessa testauksessa virtsan ominaispainoltaan mataliksi jääneet eli laimeat ykkös- näytteet YML:n mittaamana (n=11)

Liite 6 ADT:n ja YML:n mittaamien virtsan ominaispainojen erot

Taulukko 1

		Virtsan ominaispaino ADT:n mittaamana					
g/ml		1,000	1,001	1,002	1,003	1,004	1,005
Virtsan ominaispaino YML:n mittaamana	1,000	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	1,001	2 (33 %)	1 (5 %)	0 (0 %)	1 (2 %)	3 (4 %)	0 (0 %)
	1,002	3 (50 %)	7 (39 %)	15 (28 %)	7 (14 %)	3 (4 %)	5 (10 %)
	1,003	1 (17 %)	9 (50 %)	21 (39 %)	11 (22 %)	5 (7 %)	2 (4 %)
	1,004	0 (0 %)	1 (5 %)	15 (28 %)	20 (39 %)	23 (31 %)	11 (21 %)
	1,005	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (2 %)	12 (23 %)	32 (43 %)	26 (50 %)
	1,006	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (3 %)	0 (0 %)	7 (10 %)	6 (11 %)
	1,007	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (1 %)	2 (4 %)
	n	6	18	54	51	74	52
	moodi	1,002	1,003	1,003	1,004	1,005	1,005
	keski-arvo	1,002	1,003	1,003	1,004	1,004	1,005
	min	1,001	1,001	1,002	1,001	1,001	1,002
max	1,003	1,004	1,006	1,005	1,007	1,007	

Liite 7 ADT:n ja YML:n mittaamien ominaispainojen poikkeama



Kuvio 9 Testausorganisaation mittaamien virtsan ominaispainotulosten poikkeama laboratorion mittaamien

Taulukko 2 Testausorganisaation mittaamien virtsan ominaispainojen poikkeama laboratorion mittaamista arvoista

ADT:n ja YML:n mittaamien ominaispainojen poikkeama			
g/ml	yhteensä	(+)	(-)
yli 0,004	4	4	0
0,004	6	4	2
0,003	19	14	5
0,002	83	31	52
0,001	182	84	98
0,000	80	-	-

Liite 8 Virtsan ominaispainot eri lajien välillä (kuvio 11)

