

Sari Laitinen

Kuvallinen oppimateriaali virtsan partikkelien  
tunnistamiseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Bioanalytiikko (AMK)  
Bioanalytiikan koulutusohjelma  
Opinnäytetyö  
16.5.2012

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Sari Laitinen Kuvallinen oppimateriaali virtsan partikkelien tunnistamiseen 28 sivua + 1 liite 16.5.2012
Tutkinto	Bioanalyytikko (AMK)
Koulutusohjelma	Bioanalytiikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja	Annikki Railio, lehtori
<p>Opinnäytetyöni tarkoituksena oli tehdä sähköisessä muodossa oleva kuvitettu oppimateriaali virtsan partikkelien tunnistamiseen. Oppaan on tarkoitus tukea opetusta ja auttaa itseopiskelussa. Työ tehtiin Metropolia Ammattikorkeakoululle. Materiaali sisältää esimerkkikuvia ja tietoa eri partikkeleista, mutta myös harjoituksia ja kliinistä taustatietoa. Opas on tarkoitettu pääasiassa Metropolian bioanalytiikan opiskelijoille, jotka opiskelevat virtsan tutkimuksia kliinisen biokemian tutkimukset-opintojaksolla. Materiaalista saattaa olla hyötyä myös muille aiheesta kiinnostuneille.</p> <p>Keväällä 2011 kävin Huslabin Lastenklinikan laboratoriossa, josta sain oppimateriaaliin sopivia virtsanäytteitä. Näytteet valittiin laboratorion työntekijöiden avulla. Koulun tiloissa otin kuvia mikroskooppiin liitettyllä digitaalikameralla. Kuvaamisen jälkeen tunnistin kuvista partikkelit, mihin sain apua Lastenklinikan laboratoriohoitaja Eila Toivoselta. Kirjoitin oppimateriaaliin myös lyhyitä tekstejä partikkeleista ja niiden kliinisestä merkityksestä sekä munuaisten ja virtsateiden sairauksista. Syksyllä 2011 ja keväällä 2012 tein varsinaisen oppimateriaalin kokoamalla kuvia ja kirjoittamani tekstejä esityksiksi ja harjoituksiksi. Oppimateriaali on tämän raportin liitteenä.</p> <p>Oppimateriaali koostuu pdf-tiedostoista, jotka on jäsennetty numeroitujen tiedostokansioiden avulla. Materiaalissa on kuvitettu partikkelien tunnistamisopas, ja tunnistusharjoituksia. Siitä löytyy lisäksi tietoa materiaalin käytöstä, virtsan sakan tutkimuksista, munuaisista ja virtsateistä sekä niiden sairauksista.</p>	
Avainsanat	virtsateiden taudit, munuaistaudit, virtsan partikkelit, digitaalinen oppimateriaali

Author Title Number of Pages Date	Sari Laitinen An Illustrated Guide for Identifying Particles in Urinary Sediment 28 pages + 1 appendix 16 May 2012
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Specialisation option	
Instructor	Annikki Railio, Senior Lecturer
<p>The purpose of my project was to make an illustrated guide for identifying particles in urinary sediment. The guide is meant to support lessons and ease self-study. The guide, which is in an electronic format, also includes exercises and clinical background information. I made the guide mainly for the biomedical laboratory science students at Helsinki Metropolia University of Applied Sciences, Finland, who study urinary sediment in a course in clinical biochemistry. Others interested in the subject may also find the guide useful.</p> <p>In spring 2011, I visited Huslab's Children's Hospital laboratory in Helsinki, Finland, to get urine samples from which I could take pictures of urinary particles. The samples were chosen with the help of the laboratory staff. Then, I took pictures of the stained urinary sediment with a digital camera that was attached to a microscope. Afterwards, I identified the particles with some help from biomedical laboratory scientist Eila Toivonen of the Children's Hospital laboratory. I made the actual guide by combining the pictures into presentations and writing descriptions and relevant clinical information on urinary particles. The guide is attached to this report.</p> <p>The material consists of pdf-files, organized in numbered files and folders. There is an illustrated guide for identifying urine particles and exercises. There is also information on how to use the material, on studying urinary sediment, and kidneys and urinary tract and their diseases.</p>	
Keywords	urinary tract diseases, kidney diseases, urinary particles, digital educational material

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	2
3	Munuaiset ja virtsatiet ja niiden sairaudet	3
3.1	Munuaiset ja virtsan muodostus	3
3.2	Munuaisten ja virtsateiden sairaudet	4
3.2.1	Verisuonikerästen taudit	4
3.2.2	Kiemuratiehyiden ja välikudoksen taudit	6
3.2.3	Munuaisten verisuoniperäiset taudit	8
3.2.4	Virtsatieinfektiot	9
4	Virtsan tutkimukset	9
4.1	Virtsan tutkimuksia ja munuaisten toiminnan tutkiminen	10
4.2	Virtsan partikkelit	10
4.2.1	Epiteelisolut	11
4.2.2	Valkosolut	12
4.2.3	Punasolut	13
4.2.4	Muut virtsan partikkelit	14
4.3	Virtsan mikroskopia	15
5	Oppimateriaalin tekeminen	17
6	Työn toteuttaminen	20
7	Pohdinta	24
	Lähteet	26
	Liitteet	
	Liite 1. Oppimateriaali CD-R-levyllä	

## 1 Johdanto

Virtsaa on tutkittu mikroskoopilla satunnaisesti jo ainakin 1600-luvulla, ja virtsan mikroskooppinen tutkimus yleistyi lääketieteessä 1830-luvulla. Näihin aikoihin mikroskooppien objektiivien laatu parani, mikä todennäköisesti vaikutti asiaan. Samalla kuvailtiin ilmeisesti ensimmäistä kertaa virtsan soluja. (Fogazzi – Ponticelli – Ritz 1999: 1-4.) Virtsan partikkelien tunnistaminen kuuluu tänäkin päivänä bioanalyttikoiden koulutukseen. Partikkelien tutkimus kuvaa munuaisten ja virtsateiden tilaa yksinkertaisesti saatavasta näytteestä, joka ei vaadi potilaaseen kajoavia operaatioita. Metropolia Ammattikorkeakoulussa virtsan tutkimukset kuuluvat kliinisen biokemian tutkimusten opintojaksoon (Opinto-opas 2011). Koska laadukkaiden virtsanäytteiden saamiseen opiskelijoille opetusta ja harjoituksia varten liittyy paljon hankaluuksia, oppilaitoksen opettajat ehdottivat, että tekisin aiheesta digitaalista oppimateriaalia.

Virtsan partikkelit säilyvät melko heikosti hyväkuntoisina ja helposti tunnistettavina, joten näytteiden säilyttäminen opetusta varten on hankalaa. Vaikka saataisiin kuinka hyvä ja mielenkiintoinen näyte, se olisi parissa päivässä huonokuntoinen. Opetusta on usein monena päivänä viikossa, ja jos näyte saadaan vaikka alkuviikosta, loppuviikon opiskelijat näkevät näytteen vasta monta päivää vanhana. Mitä enemmän näytteen partikkelit ovat degeneroituneet, sitä vaikeampi niitä on luonnollisesti tunnistaa. Tietyt partikkelit, kuten tubulusepiteelin solut ja lieriöt ovat lisäksi niin harvinaisia, että niitä esiintyy vain harvoissa näytteissä ja niitä sisältäviä näytteitä on työlästä hankkia. Lisäksi joidenkin partikkelien tunnistaminen on haastavaa esimerkiksi niiden harvinaisuuden tai samankaltaisuuden vuoksi. Tämän vuoksi olisi hyödyllistä, että opiskelijat voisivat rauhassa verrata partikkeleita toisiinsa ja huomata niiden erityispiirteet.

Työ on siis tarpeellinen virtsan partikkelien eli sakan tutkimisen opettamisen ja oppimisen helpottamiseksi. Oppimateriaalissa on kuvitettuna keskeiset partikkelit ja koottuna tietoa näistä partikkeleista useista lähteistä bioanalyttikon näkökulmaan sopivalla tavalla. Keskeistä ovat myös harjoitukset, joiden avulla opiskelija voi itse testata taitojaan ja ymmärrystään partikkelien ominaispiirteistä. Itse tekemällä oppiminen ei jää aivan pinnalliseksi. Digitaalisen oppimateriaalin etuna on materiaalin saatavuus ja helppo jakelu kaikille aiheesta kiinnostuneille, sillä kopioiden määrä ei ole rajoitettu. Materiaali on

mahdollista liittää esimerkiksi opintojakson verkkopohjaisiin opetustiloihin Moodleen tai Tuubiin.

Virtsan sakasta ja partikkelien tunnistamisesta on jo olemassa kirjallisuutta ja vähän muita materiaaleja. Tällä hetkellä ei kuitenkaan löydy aivan vastaavaa suomenkielistä oppimateriaalia. Kirjojen kuvien näytteet saattavat olla eri menetelmillä värjättyjä tai ne ovat värjäämättömiä. Useimmat oppaat eivät myöskään ole sähköisessä muodossa. Kirjoja aiheesta ovat esimerkiksi *The Urinary Sediment An Integrated View*, jonka ovat kirjoittaneet Giovanni Fogazzi, Claudio Ponticelli ja Eberhard Ritz sekä Nancy A. Brunzelin *Fundamentals of Urine & Body Fluid Analysis*. Erityisesti ensin mainittu kirja on varsin kattava ja molempia olen käyttänyt lähteenä opinnäytetyössäni. Myös Taina Rönkön ja Silja Korhosen opaskirja *Virtsan perustutkimukset* vuodelta 2004 sisältää hieman kuvia virtsan partikkeleista sekä perustietoa virtsan tutkimuksista. Oy Reagena Ltd on kustantanut kansion *Virtsan sakan mikroskopia* (kuvat ja teksti Timo Kourin) jossa on 60 kuvaa sekä CD-ROMin jossa on yli 200 kuvaa. Myös Kliinisten laboratoriotutkimusten laaduntarkkailu Oy eli nykyinen Labquality Oy on 1980-luvulla julkaissut opetuskansion *Virtsan sakan mikroskooppinen tutkimus*. Kansion ovat laatineet Kari Pietilä, Matti Rautiainen, Timo Koivula ja Ilkka Penttilä.

Tahtoisin kiittää Lastenklinikan laboratoriohoitajaa Eila Toivosta avusta työn tekemisessä ja oppimateriaalin tarkistamisesta. Kaikki mahdolliset virheet ovat tietenkin minun vastuullani.

## **2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet**

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli tuottaa sähköisessä muodossa olevaa, kuvallista opetusmateriaalia virtsan partikkelien tunnistamiseen. Tarkoitus oli, että kuvia on runsaasti ja monipuolisesti virtsan keskeisistä partikkeleista, sekä tavallisista, että harvinaisista. Kuvien lisänä tuli olla tekstiä, jossa kuvataan esimerkiksi löydöksiä ja niiden kliinistä merkitystä sekä tutkimuksen tekoa. Tarkoitus oli myös kuvata näkökenttiä virtsan sakasta harjoituksiksi, joista opiskelijat voivat tunnistaa partikkeleita, ja sillä tavoin sisäistää opiskeltavan asian.

Tavoite oli, että materiaalin avulla opiskelija oppii tunnistamaan virtsan sakan partikkeleita laajasti ja ymmärtää niiden kliinistä merkitystä. Jotta edellinen tavoite saavutettaisiin, tavoitteena oli myös, että tekemäni oppimateriaali on hyvin käyttökelpoinen, looginen ja kattava. Kappaleessa viisi olen kuvannut oppimateriaalin tekemiseen liittyviä laatutekijöitä.

Pääasiassa opetusmateriaali on tarkoitettu Metropolia Ammattikorkeakoulun bioanalytiikan opiskelijoille, mutta se saattaa olla käyttökelpoinen myös työelämässä. Materiaali on tehty ajatellen omatoimista itseopiskelua, mutta mikään ei estä käymästä materiaalia läpi tunnillakin, jos niin halutaan. Vaikka Metropolian opetussuunnitelmaan kuuluvat vain virtsan perustutkimukset, materiaalin laajuuden on tarkoitus olla lähellä vaativan tason erittelylaskentaa. Materiaali sopii siten perustason opettelijoille, mutta sen käytettävyyden on vähän laajempi. Vaikka perustason tunnistuksessa ei tarvitse eritellä kaikkia löydöksiä tarkasti, on kuitenkin erotettava tietyt partikkelit toisistaan ja tiedettävä, missä kategoriassa löydös vastataan.

### **3 Munuaiset ja virtsatiet ja niiden sairaudet**

Tässä kappaleessa kuvaan munuaisten ja virtsateiden anatomiaa ja fysiologiaa, sekä sairauksia ja millaisia löydöksiä ne voivat aiheuttaa virtsan sakkoon. Jotta virtsan partikkelien tutkimus olisi mielekäs, potilaita hoitavien tulisi tietää millaisissa tilanteissa mitään partikkeleita esiintyy ja osata tulkita laboratoriovastausta.

#### **3.1 Munuaiset ja virtsan muodostus**

Ihmisellä on kaksi munuaista, jotka sijaitsevat selkärangan molemmin puolin, vatsaontelon takaosassa. Kummassakin on noin miljoona toiminnallista yksikköä eli nefronia. Nefronin muodostavat hiussuonikeränen eli glomerulus ja munuaistiehyt eli tubulus. Hiussuonikeränessä plasmasta suodattuu runsaasti nestettä eli alkuvirtsaa munuaistiehyeseen, missä tarpeelliset aineet imeytyvät takaisin verenkiertoon ja haitalliset aineet ja jäteaineet poistuvat virtsana. Munuaiset voivat passiivisen suodattamisen lisäksi myös aktiivisesti erittää virtsaan jätteaineita. Munuaisten keskeisin tehtävä onkin puhdistaa verta. Munuaiset myös säätelevät solujen välisen nesteen määrää ja koos-

tumusta sekä elimistön happo-emästasapainoa. Muita munuaisille kuuluvia tehtäviä ovat esimerkiksi hormonien erittäminen ja glukoosin uudismuodostus. (Bjålie – Haug – Sand – Sjaastad – Toverud 2008: 375-404.)

Valmis virtsa kertyy munuaisessa munuaisaltaaseen, josta se kulkee virtsanjohtimia pitkin virtsarakkoon, jonne voi varastoitua keskimäärin 0,4-0,5 litraa virtsaa. Rakosta virtsa poistuu virtsaputkea pitkin pois elimistöstä. (Bjålie ym. 2008: 379-381.)

### 3.2 Munuaisten ja virtsateiden sairaudet

Oppi munuaisten sairauksista eli nefrologia on yksi sisätautien aloista. Se käsittää suuren joukon sairauksia virtsateiden tulehduksista harvinaisiin munuaistauteihin, painopisteen ollessa varsinaisten munuaisten sairauksissa. (Vauhkonen 2005: 420.) Toinen virtsateiden sairauksia sivuava ala on urologia. Tässä kappaleessa esitellään joitain tärkeitä munuaisten ja virtsateiden sairauksia, mutta kaikkia ei käsitellä. Kappaleeseen on valittu yleisimpiä tauteja, joista monista aiheutuu kirjallisuudessa kuvattuja löydöksiä virtsan sakkaan. Sakan tutkimus ei yleensä kuitenkaan ole ainoa tutkimus, se on yksi useista mahdollisista tutkimuksista. Myös sekundäärisesti munuasiin tai virtsateihin vaikuttavat taudit on pääasiassa jätetty pois. Munuaisten kasvaimet kuuluvat myös toiseen lääketieteen alueeseen, joten niitä ei erityisemmin käsitellä.

Munuaisten sairauksia voidaan jaotella eri tavoin. Ne voidaan jakaa esimerkiksi glomerulaarisiin ja tubulaarisiin sairauksiin (Kouri 2010: 121). Munuaisten sairaudet voidaan jakaa myös verisuonikerästen, kiemuratiehneiden ja välikudoksen sekä verisuoniperäisiin sairauksiin. Monet rakenteet voivat kuitenkin olla sairaita samaan aikaan. Lisäksi muut, ei-munuaisperäiset, tekijät voivat vaurioittaa munuaisia, esimerkkinä verenpaine-tauti. Lisäksi joukkoon voidaan lukea virtsateiden infektiot. Kaikki sairaudet voivat joutaa vakavaan munuaisten vajaatoimintaan, etenkin jos ne jäävät hoitamatta. Taudit voivat myös johtaa nefroosiin, jolloin munuaisista erittyy normaalia enemmän proteiinia. Munuaisten ja virtsateiden sairaudet aiheuttavat erilaisia löydöksiä virtsan sakkaan. (Vauhkonen 2005: 420-435.)

#### 3.2.1 Verisuonikerästen taudit



Verisuonikerästen taudeissa verisuonikeräset vaurioituvat, ja niiden normaali toiminta estyy. Seurauksena on yleensä proteiinin vuotamista virtsaan ja joskus munuaisten vajaatoiminta. Tavallisimpia syitä ovat glomerulonefriitti ja diabeettinen nefropatia. Verisuonikeräsiä vahingoittavat myös esimerkiksi amyloidoosi ja Alportin oireyhtymä sekä eräät muut harvinaiset taudit. (Vauhkonen 2005: 435.)

Diabeettisessa nefropatiassa alkuvirtsan määrä lisääntyy ja munuaiset suurenevat, ja myöhemmin munuaisten ja verisuonikerästen kapillaarien ja arteriolien seinämät paksuuntuvat ja kovettuvat (Vauhkonen 2005: 435-436). Tämä johtuu muun muassa hyperglykemiasta, joka lisää sidekudoksen ja glykosylaatiotuotteiden synteesiä glomerulusten soluissa. Diabeettinen nefropatia on tärkein munuaisten vajaatoiminnan aiheuttaja länsimaissa. (Honkanen 2006: 152-154.) Suuri osa munuaisen siirroista tehdäänkin diabeettisen nefropatian aiheuttaman munuaisten vajaatoiminnan takia (Vauhkonen 2005: 435-436). Virtsan sakassa voi olla punasoluja, valkosoluja ja lieriöitä, mutta muutokset ovat usein lieviä (Fogazzi ym. 1999: 148).

Glomerulonefriitti on munuaisen nefronin verisuonikeräsen tulehdus, joka useimmiten johtuu immunologisista syistä. Primäärinen glomerulonefriitti ilmenee vain munuaisissa, sekundäärinen on jonkin muun sairauden kuten vaskuliitin tai LEDin ilmentymä. Glomerulonefriitit voidaan jakaa myös esimerkiksi akuuteiksi ja kroonisiksi. Verisuonikerästen vaurioita syntyy, kun vasta-aineita kiinnittyy verisuonikeräsissä oleviin vieraisiin anti-geeneihin, munuaisten ulkopuolella syntyneet vasta-aine-antigeenikompleksit saostuvat verisuonikeräsiin tai elimistö tuottaa autovasta-aineita verisuonikeräsiä vastaan. (Vauhkonen 2005: 437-439.)

IgA nefropatia on glomerulonefriitin yleisin muoto, joka ilmenee rasituksen tai infektion laukaisemana makroskooppisena hematuriana eli punasolujen silminnähtävänä esiintymisenä virtsassa (Vauhkonen 2005: 437-439). Sen arvellaan johtuvan IgA-vasta-aineiden epänormaalista säätelystä. Makroskooppisen hematurian aikana virtsan sakan löydöksiä ovat punasolut, liuskatumaiset valkosolut, useat erilaiset lieriöt ja tubulusepiteelisolut. Myöhemmin nähdään mikroskooppista eli vain mikroskoopilla todettavaa hematuriaa ja lieriöitä. (Fogazzi ym. 1999: 142-143.)

Muita glomerulonefriitin muotoja ovat esimerkiksi nopeasti etenevä glomerulonefriitti (NEGN), membranoproliferatiivinen- ja minimal change-glomerulonefriitti sekä fokaalinen glomeruloskleroosi. NEGN:n yhteydessä virtsan sakassa on punasoluja, punasoluja jyväsierioita sekä valkosoluja. (Vauhkonen 2005: 437, 442.) Membranoproliferatiivisessa glomerulonefriitissä löydökset ovat vaihtelevasti esimerkiksi hematuria tai lieriötä, tubulusepiteelisoluja ja rasvaa. Fokaalisessa glomeruloskleroosissa ja minimal change -glomerulonefriitissä virtsan sakasta löytyy lieriötä, tubulusepiteelisoluja ja rasvaa. Punasoluja on kuitenkin lievästi. (Fogazzi ym. 1999: 144.) Minimal-change-glomerulonefriitin arvellaan liittyvän häiriintyneeseen soluvälitteiseen immunitettiin. Kun se harvoin etenee munuaisten vajaatoimintaan, fokaalinen glomeruloskleroosi ar-pimuutoksineen puolestaan on vaikeampi sairaus, johon liittyy usein vajaatoiminta. (Honkanen 2006: 151.)

Myös infektiot voivat aiheuttaa glomerulonefriitin. Virtsassa esiintyy tällöin punasoluja ja punasolulieriötä. (Vauhkonen 2005: 442.) Infektioon liittyvä glomerulonefriitti alkaa noin yksi viiva neljä viikkoa primaari-infektiosta. Tyypillisiä aiheuttajamikrobeja ovat esimerkiksi *Streptococcus pyogenes* ("A-ryhmän streptokokki"), *Staphylococcus aureus*, *Neisseria meningitidis* ("meningokokki"), *Streptococcus pneumoniae* ("pneumokokki") ja erilaiset virukset. (Honkanen 2006: 148.)

### 3.2.2 Kiemuratiehyiden ja välikudoksen taudit

Kiemuratiehyiden ja välikudosten sairauksien yhdistävä tekijä on muutosten esiintyminen niiden rakenteessa tai toiminnassa. Toissijaisesti ne saattavat vaikuttaa myös glomeruluksiin. Tämän ryhmän tautien aiheuttajia ovat esimerkiksi krooninen pyelonefriitti, rakkulamunuaistaudit, virtsatie-esteet, mikrobit ja lääkkeet. (Vauhkonen 2005: 448-449.)

Krooninen pyelonefriitti eli munuaisaltaan tulehdus on ilmeisesti seurausta toistuvista virtsatieinfektioista ja virtsan poikkeavasta kulusta. Taudissa munuaisallas on arpeutunut ja munuaiset pienentyneet ja virtsassa on joskus bakteereita. (Vauhkonen 2005: 448-454.) Myös runsas särkylääkkeiden ja muiden munuaistoksisten lääkkeiden käyttö on riskitekijä. Tauti on usein oireeton ja ilmenee vasta sen aiheuttaman munuaisten

vajaatoiminnan aiheuttamia oireita tutkittaessa. Virtsaassa esiintyy valkosoluja ja proteiinia, harvoin valkosolulieriöitä. (Talja 2002: 117-118.)

Kystiset munuaistaudit muodostavat suurimman ryhmän munuaisten anatomisista poikkeavuuksista (Taari – Lahdes-Vasama 2002: 81-82). Rakkulamunuaistauti voi olla perinnöllinen tai hankittu, ja sille ominaisia ovat munuaiskudoksen nesteen täyttämät ontelot eli kystat. Yleisin ryhmän tauti on autosomaalisesti dominantisti periytyvä polykystinen munuaistauti (ADPKD). (Vauhkonen 2005: 448-454.) Sen esiintyvyys on 1:1500. Molempiin munuasiin kehittyy erikokoisia kystia. Tauti johtaa verenpainetautiin ja munuaisten vajaatoimintaan. (Taari – Lahdes-Vasama 2002: 81-82.) Yksittäiset kystat ovat yleensä hyvänlaatuisia ja oireettomia ja vanhuksilla yleisiä, mutta lukuisat kystat voivat johtaa munuaisten vajaatoimintaan. Virtsaan kystat voivat aiheuttaa pääasiassa hematuriaa. (Vauhkonen 2005: 448-454.)

Virtsateitä ahtauttavia esteitä, obstruktioita, voivat olla esimerkiksi eturauhasen liikakasvu, virtsateiden syöpä tai anatomiset poikkeavuudet. Esteet aiheuttavat virtsan kulun häiriöitä, jotka saattavat häiritä munuaisten toimintaa ja aiheuttaa jopa munuaisten vajaatoiminnan. (Vauhkonen 2005: 448-454.) Kun virtsa ei pääse poistumaan riittävästi, voi seurauksena olla esimerkiksi hydronefroosi eli munuaisaltaan ja -pikarien laajentuminen jopa lähes koko munuaisen suuruiseksi. Akuutissa obstruktiossa oireita ovat voimakas aaltomainen kipu, munuaisten koputusarkuus ja virtsanerityksen lakkaaminen. Krooninen obstruktio puolestaan voi olla vähäoireinen tai jopa oireeton, tyypillinen oire on ajoittainen kylkikipu. (Petas - Salo 2002: 136-137.)

Virtsakivet muodostuvat pääsääntöisesti munuaisissa, ja koostuvat useimmiten kalsiumoksaalatista tai kalsiumfosfaatista tai molemmista. Myös magnesiumammoniumfosfaatti-, uraatti- ja kystiinikivet ovat mahdollisia. Kiviä muodostuu kiteiden kasautuessa yhteen, erityisesti kun näitä aineita erittyy liikaa virtsaan, nesteensaanti on vähäistä ja virtsa on hapanta. Perinnöllisillä tekijöillä on myös vaikutusta. Kiven juuttuminen munuasiin tai virtsateihin aiheuttaa tukoksen ja kovan kivun. Muita mahdollisia oireita ovat pakottava virtsaamistarve ja pahoinvointi. Virtsa voi olla veristä, mikroskooppisesti tai silminnähden. (Ala-Opas 2002: 203-207.) Kivet saattavat myös irrottaa välimuotoisen epiteelin soluja, jolloin niitä löytyy virtsasta (Fogazzi ym. 1999: 50).

Myös monet lääkkeet voivat muuttaa munuaisten toimintaa, esimerkkinä särkylääkkeet, ACE-estäjät ja kuvantamistutkimuksissa käytettävät varjoaineet. Munuaisen läpi kiertää runsaasti verta, ja ne erittävät osan lääkeaineista, joten ne altistuvat suurelle määrälle lääkeaineita. Erilaisia vauriomekanismia on lukuisia. (Vauhkonen 2005: 448-454.)

### 3.2.3 Munuaisten verisuoniperäiset taudit

Munuaisverisuonten taudit ovat suhteellisen harvinaisia lukuun ottamatta esimerkiksi diabeteksesta tai ateroskleroosista johtuvia muutoksia. Munuaisverisuonten vaurioita aiheuttavat esimerkiksi verisuonitulehdukset eli vaskuliitit kuten Wegenerin granulomatoosi ja Henoch-Schönleinin purppura, hemolyyttis-ureeminen oireyhtymä ja munuaisvaltimon ahtauma tai infarkti. (Vauhkonen 2005: 446.)

Vaskuliitit ovat ryhmä harvinaisia immunologisia sairauksia, joissa verisuonen seinämä tulehtuu ja vaurioituu, minkä seurauksena myös ympäröivät kudokset vahingoittuvat. Verenkierron immunokompleksit ja vasta-aine-antigeenireaktiot lienevät keskeisiä tälle prosessille. Sairaudet ilmenevät pitkälti glomerulonefriittinä. Henoch-Schönleinin purppura on lasten yleisin systeeminen tauti. Oireita ovat esimerkiksi tyypillinen ihottuma ("purppura"), nivelsärky ja vatsakipu. Vaikutus munuaisiin voi olla lievä tai vakava, jopa munuaisten vajaatoiminta. Virtsan sakassa on yleensä jatkuvasti punasoluja (mikroskooppinen hematuria) ja lisäksi proteiinia. Vakavissa tapauksissa esiintyy lieriöitä ja rasvaa sekä toisinaan runsaasti punasoluja. (Fogazzi ym. 1999: 147-148.) Muita, erityisesti munuaisten kannalta merkityksellisiä, pieniin ja keskikokoisiin verisuoniin vaikuttavia vaskuliitteja ovat esimerkiksi Wegenerin granulomatoosi, mikroskooppinen polyangiitti (-arteriitti) ja Churg-Straussin oireyhtymä (Honkanen 2006: 156).

Hemolyyttis-ureemisessa oireyhtymässä (HUS) kapillaariverisuonissa on hyytymiä, ja punasolut vaurioituvat ja hemolysoituvat kulkiessaan näiden ahtautuneiden suonten lävitse. Munuaisissa on runsaasti kapillaarisuonia, ja oireyhtymä johtaa munuaisten vajaatoimintaan ja virtsan erityksen vähenemiseen. Muita oireita ovat korkea verenpaine ja yleinen heikkous. Syitä oireyhtymälle on useita, muun muassa infektiot, joista erityisesti tiettyjen *Escherichia coli* -kantojen aiheuttamat. Muita syitä voivat olla esimerkiksi SLE (systeeminen lupus erythematosus) tai lääkitys. (Honkanen 2006: 159).

### 3.2.4 Virtsatieinfektiot

Yleisimmät munuaisten ja virtsateiden taudit, virtsatieinfektiot, ovat mikrobien aiheuttamia tulehduksia virtsateissa tai munuaisissa. Tavallisimpia aiheuttajabakteereita sairaalaympäristön ulkopuolella ovat *Escherichia coli* ja *Staphylococcus saprophyticus*; sairaaloissa *E. coli*, *Enterococcus*, *Proteus* ja *Pseudomonas*. (Vauhkonen 2005: 430-435.) Infektioita voivat aiheuttaa myös esimerkiksi sienet ja *Schistosoma*-alkueläin. Infektiolle altistavia tekijöitä ovat esimerkiksi virtsateiden anatomiset poikkeavuudet, eturauhasen krooninen bakteeri-infektio, virtsakivet, vierasesineet, bakteerin vahva virulenssi ja suuri määrä. Noin 20 %:lla 24-64 vuotiaista naisista on virtsatieinfektio vuosittain. Nuorilla ja keski-ikäisillä miehillä niitä esiintyy vain 1/50 osa tästä määrästä, kun taas pikkulapsilla ja vanhuksilla eroa sukupuolten välillä ei ole. (Talja 2002: 112-113.) Bakteerit pääsevät virtsarakkoon virtsaputkea pitkin genitaalialueelta. Virtsarakosta bakteerit saattavat päästä virtsanjohtimia pitkin munuasiin aiheuttaen munuais-tulehduksen eli pyelonefriitin. (Vauhkonen 2005: 430-435.)

Virtsatieinfektiot aiheuttavat esimerkiksi kirvelyä virtsatessa, lisääntyntä virtsaamistarvetta, alavatsakipua ja lievää sairauden tuntemusta; munuaisaltaan tulehdus myös kuumetta ja pahoinvointia (Vauhkonen 2005: 430-435). Infektiossa virtsan sakassa on bakteereita, valkosoluja ja välimuotoisen epiteelin soluja. Munuaisten tasolle ulottuvassa infektiossa myös valkosolulieriöt ovat mahdollisia. (Fogazzi ym. 1999: 156.) On kuitenkin huomioitava, että sentrifugoitaessa sakkaa 400 G:ssä sen konsentroimiseksi, bakteerit eivät konsentroidu. Niitä näkyy siksi vain silloin, kun virtsassa on runsaasti bakteereita, noin  $10^6$ /ml tai enemmän, eli noin 5-10 bakteeria näkökentässä. (Kouri ym. 1999: 16.)

## 4 Virtsan tutkimukset

Virtsan perustutkimuksia ovat kemiallinen seulonta, partikkelien laskenta (aiemmin yleensä mikroskopoimalla, nykyään yleensä analysaattorilla) ja bakteeriviljely. Virtsan mikroskopointi kannattaa tehdä vasta seulontatestin jälkeen tarvittaessa, sillä vaiheistaminen lisää kustannustehokkuutta ja toisaalta liuskatestin ollessa negatiivinen mikroskopoinnissa on harvoin löydöksiä. (Kouri ym. 1999: 4-5.) Virtsan perustasoista mik-

roskopointia tehdään vähenevässä määrin ja tutkimus on korvautumassa analysaattoreilla tehtävillä tutkimuksilla (Kouri – Pohjavaara 2002: 1848).

#### 4.1 Virtsan tutkimuksia ja munuaisten toiminnan tutkiminen

Kemiallinen seulonta tehdään yleensä moniliuskoilla, joissa on vaihteleva määrä testi-alueita. Tutkittavia analyyttejä ovat esimerkiksi leukosyytit, erytrosyytit, albumiini, nitriitti, glukoosi, ketoaineet ja ominaispaino, joista erityisesti neljä ensimmäistä ovat keskeisiä tutkimusten vaiheistuksen kannalta. (Kouri ym. 1999: 14-19.) Kemiallinen seulonta riittää usein pikadiagnostiikkaan perusterveydenhuollossa. Erytrosyyttien löytyminen voidaan varmistaa partikkelilaskennalla. (Kouri 2010: 128.) Virtsan bakteeriviljely tehdään virtsatieinfektioita aiheuttavien bakteerien havaitsemiseksi oireisille potilaille tai oireettoman bakteriurian (bakteerien esiintyminen virtsassa) toteamiseksi. Viljely tehdään yleensä maljalle silmukalla jotta bakteerin nimi, runsaus ja herkkyys lääkkeille saataisiin selville. (Kouri ym. 1999: 14-19.) Valkosolujen ja bakteerien laskenta lisää tarkkuutta kun infektiodiagnoosi halutaan nopeasti (Kouri 2010: 128).

Munuaisten toimintaa voidaan mitata myös verikokein. Tavallisimmat tutkimukset ovat kreatiniinin ja urean määritykset sekä kreatiniinipuhdistuma (kreatiniiniclearance). Munuaisten ja virtsateiden sairauksia voidaan tutkia lisäksi erilaisin kuvantamismenetelmin, jotka kertovat niiden rakenteesta ja toiminnasta. Tutkimuksia ovat esimerkiksi natiivikuvaus, kaikututkimus, urografia, tietokonetomografia, magneettikuvaus, nefrografia ja munuaisten verisuonten varjoainekuvaukset. Toisinaan paras apu taudin diagnostiikassa on ottaa munuaisesta koepala, biopsia. (Vauhkonen 2005: 428-430.) Biopsia on referenssimenetelmä munuaistautien diagnosoimiseen. Biopsioita ei voi kuitenkaan ottaa helposti eri puolilta munuaisia tai suurilta joukoilta seulontatarkoituksiin. (Kouri 2010: 121).

#### 4.2 Virtsan partikkelit

Virtsan partikkelien laskenta on yksi virtsan perustutkimuksista. Virtsan partikkelien tunnistaminen voidaan Eurooppalaisen laboratoriotutkimussuosituksen ja Labqualityn suosituksen mukaan jakaa perus- ja vaativaan tasoon. Perustaso tapahtuu nykyään usein analysaattoreilla kuten virtaussytometrillä ja vaativa taso aina mikroskoipimalla.

Analysaattorien herkkyys ei aina riitä munuaisvaurion osoittamiseen. Vaativan tason erittelylaskenta tulisikin pyytää, kun potilas tulee nefrologiseen selvitykseen. Tutkimusta pyydetään, kun tarkalla erittelyllä on merkitystä diagnoosin teon tai hoidon kannalta. (Kouri – Pohjavaara 2002.)

Perustasolla mikroskopoidessa tunnistetaan punasolut, valkosolut, levyepiteelisolut, pienet epiteelisolut, siittiöt, hyaliinilieriöt, muut lieriöt, bakteerit, hiiva, *Trichomonas vaginalis*, sakkaisuus ja artefaktit. Vaativalla tasolla tunnistetaan lisäksi valkosoluista erikseen granulosyytit, lymfosyytit ja makrofagit, pienistä epiteelisoluista välimuotoisen- ja tubulusepiteelin solut, eri lieriöt, bakteerien gram-värijäytyvyys, harvinaiset mikrobit kuten *Schistosoma haematobium* ja eri kiteet. Jos patologisen näköisiä soluja havaitaan, ne tunnistetaan patologian laboratoriossa. (Kouri – Pohjavaara 2002.) Punasolujen morfologian analyysi ja kiteiden tarkka tunnistaminen ovat erityistutkimuksia, joita voidaan tehdä joissain paikoissa tarvittaessa. Viitearvojen mukaan normaalissa näytteessä on valkosoluja, punasoluja ja levyepiteelisoluja alle kaksi 40x näkökentässä, ja satunnaisia välimuotoisen epiteelin soluja voi olla. (Huslab 2011.)

#### 4.2.1 Epiteelisolut

Eri epiteelisoluja voidaan käyttää vauriokohdan paikallistamiseen. Välimuotoisen epiteelin soluja on munuaisaltaassa, virtsanjohtimissa ja virtsarakossa, ja niitä löytyy esimerkiksi virtsatieinfektioiden, virtsatiekivien, virtsateiden toimenpiteiden ja virtsarakkosyvän seurauksena. Tubulusepiteelisolut taas viittaavat munuaistason sairauteen tai vaurioon. Kuitenkin vaurion mahdollisia syitä on lukuisia, kuten tubulusnekroosi, glomerulonefriitti, munuaistoksiset lääkkeet tai kuivuminen. Tubulussolujen löytäminen vaatii siten jatkotutkimuksia. Levyepiteelisolut kuitenkin johtuvat usein kontaminaatiosta virtsaputken suulta tai sen ympäristöstä. (Kouri – Pohjavaara 2002.)

Tubulusepiteelin solut ovat kooltaan noin 13 µm. Ne ovat usein pyöreähköjä, ja niissä on solun keskellä sijaitseva tuma, jossa näkyy tumajyväsiä eli nukleoleja. Solut voivat olla myös kulmikkaita tai pylväsmäisiä. Niiden sytoplasma on granulainen eli rakeinen. Tubulusepiteelin solu on ainoa epiteelisoluista, joka voi esiintyä lieriöissä. (Fogazzi ym. 1999: 43-49.) Munuaisten toiminnan häiriöissä solut saattavat kerätä rasvaa, ja muut-

tua rasvan täyttämiksi kappaleiksi. Tällöin soluissa näkyy pyöreitä, kiiltäviä rasvapisaraita. (Brunzel 2004: 198.)

Välimuotoisen epiteelin solut ovat kooltaan noin 14,5-39  $\mu\text{m}$ . Epiteelin syvän- ja pintakerroksen solut muodostavat jatkumon jossa ääripäät ovat eri näköisiä. Syvän kerroksen solut ovat pienempiä, tyypillisesti ovaaleja tai nuijamaisia. Niiden tumassa on nukleoleja ja niiden sytoplasma on granulainen. Niitä voi olla vaikea erottaa tubulusepiteelin soluista, mutta niissä on usein kapeampi kerros sytoplasmaa. Pintakerroksen solut ovat suurempia, muodoltaan pyöreitä tai soikeita. Niidenkin sytoplasma on granulainen, erityisesti solun reunoilla. Tuma sijaitsee solun keskiosassa, ja tumia on toisinaan kaksi. (Fogazzi ym. 1999: 50-55.)

Levyepiteelisolujen koko on noin 35-77  $\mu\text{m}$ , joten ne ovat yleensä virtsan kookkaimpia soluja. Ne ovat muodoltaan kulmikkaita ja niiden sytoplasma on harvan granulainen. Niiden pieni tuma sijaitsee solun keskellä. (Fogazzi ym. 1999: 56-58.)

#### 4.2.2 Valkosolut

Valkosolujen, tavallisimmin neutrofiilien, esiintyminen virtsassa eli pyuria viittaa virtsateiden bakteeri-infektioon. Valkosoluja voi löytyä virtsasta myös kasvainten vuoksi ja lähialueen elinten tulehduksissa tai sairauksissa joihin ei liity infektiota, kuten glomerulonefriitti. (Kouri – Pohjavaara 2002.) Myös esimerkiksi klamydian ja tippurin yhteydessä voi esiintyä pyuriaa. Myös ihon pinnalta saattaa tulla näytteeseen valkosoluja kontaminantteina. (Vauhkonen 2005: 427, 432.)

Neutrofiilit ovat pyöreitä ja kooltaan noin 10  $\mu\text{m}$ , virtsan osmolaliteetti eli väkevyys vaikuttaa kuitenkin kokoon selvästi siten, että ne ovat suurempia laimeassa ja pienempiä väkevässä virtsassa. Niiden tuma on liuskoittunut ja sytoplasma granulainen. Virtsassa voi esiintyä neutrofiilien lisäksi lymfosyyttejä, eosinofiilejä ja makrofageja. Eosinofiileillä on voimakkaan granulainen sytoplasma ja kaksiosainen tuma. Ne voi tunnistaa luotettavasti vain värjäämällä. Eosinofiilejä saatetaan tavata useissa tiloissa. Lymfosyytit puolestaan ovat pieniä soluja, joiden tuma täyttää suurimman osan solusta. Nekin ovat parhaiten tunnistettavissa värjätystä näytteestä. Lymfosyytit yhdistetään erityisesti munuaissiirteiden hyljintäreaktioon. (Fogazzi ym. 1999: 38-42.) Lymfosyytit



ovat kooltaan noin 6-9 µm. Makrofagit ovat keskimäärin 34-40 µm halkaisijaltaan, mutta koko vaihtelee 10-100 µm:n välillä. Makrofagien runsas sytoplasma on granulainen ja siinä on usein vakuoleja. Niiden tuma on usein vähän epäsäännöllisen, papumaisen muotoinen. Niitä tavataan esimerkiksi infektioiden ja immunologisten reaktioiden yhteydessä. (Brunzel 2004: 192-193.)

#### 4.2.3 Punasolut

Hematuria eli punasolujen esiintyminen virtsassa on epäspesifi löydös, ja voi johtua esimerkiksi munuaiskeräsen sairaudesta tai muusta munuaissairaudesta, virtsatiekivistä, kasvaimista, traumasta, tulehduksesta, verenvuototaudista tai olla lääkityksen tai toimenpiteen seuraus. Toisaalta sitä saattaa esiintyä terveilläkin ihmisillä. Oireetonkin hematuria, näkyvä tai silmin näkymätön, voi olla merkki vakavasta, mutta hoidettavasta sairaudesta. Vähäinenkin hematuria ansaitsee perusteellisen tutkimuksen, ja voi olla yhtä vakava merkki kuin runsas hematuria. Virtsan sakan tutkimus on yksi verivirtsaisuuden selvittelyn keskeisistä tutkimuksista. (Lindell 2000: 818-820.) Hematuria voi olla siis silmin nähtävää eli makroskooppista tai vain mikroskooppilla näkyvää eli mikroskooppista ja sitä voi esiintyä ohimenevästi, ajoittain tai jatkuvasti. Makroskooppisen hematurian saattaa sekoittaa ruoasta tai lääkkeitä johtuvaan punaisuuteen. Virtsanäytteessä oleva veri saattaa olla myös peräisin muualta kuin virtsateistä, kuten emättimestä tai peräsuolesta. (Vauhkonen 2005: 425-426.)

Punasolujen keskimääräinen halkaisija on noin kuusi mikrometriä, mutta koko vaihtelee ja on esimerkiksi pienempi väkevässä näytteessä kuin laimeassa näytteessä. Punasolujen muoto vaihtelee täysin pyöreästä erittäin epämuodostuneisiin. Normaalin muotoisia kutsutaan isomorfisiksi ja muita dysmorfisiksi. Kun yli 80 prosenttia punasoluista on dysmorfisia, verivirtsaisuus on todennäköisesti munuaisperäistä, mutta jos yli 80 prosenttia on isomorfisia, syy ei ole munuaisissa. Näin punasoluista voi periaatteessa päätellä niiden alkuperää, mutta se vaatii kokemusta. Ehkä merkittävin dysmorfisten punasolujen alaryhmä on akantosyytit. Akantosyytit ovat helpoimpia tunnistaa pyöreistä tai nuijamaisista ulokkeistaan. (Fogazzi ym. 1999: 30.) Dysmorfisten punasolujen kanssa voi esiintyä myös muita munuaisvauriosta kertovia partikkeleita, kuten lieriöitä. Toisaalta verihyytymät virtsassa viittaavat muualle kuin munuasiin. (Lindell 2000: 822.)

#### 4.2.4 Muut virtsan partikkelit

Lieriöt ovat vaihtelevan kokoisia sylinterin muotoisia partikkeleita, jotka muodostuvat munuaisten nefronien tubuluksissa ja kokoojaputkissa. Lieriöiden aines muodostuu Tamm-Horsfallin glykoproteiinista (uromukoidista), jota solut erittävät Henlen lingossa ja kiemuratiehyessä. Proteiini on säikeistä, ja tautitiloissa säikeet tarttuvat toisiinsa muodostaen geeliä tiehyiden sisään. Aikanaan geeli huuhtoutuu virtsaan. Jos lieriö koostuu vain Tamm-Horsfallin proteiinista, se on hyaliinilieriö. Lieriöön saattaa tarttua myös niitä soluja ja partikkeleita, joita on tiehyessä lieriön muodostuessa. Näitä muita lieriötyyppejä ovat esimerkiksi jyväs-, vaha-, solu-, rasva-, tai pigmenttilieriöt. (Fogazzi ym. 1999: 64-66.)

Rasvaa esiintyy virtsassa munuaisten rasvanekroosin tai vaikean proteinurian yhteydessä (Kouri ym. 1999: 11-13). Rasva voi esiintyä vapaina rasvapisaroina, tubulusepiteelisolujen sisällä, rasvalieriöinä tai kolesterolikiteinä (Fogazzi ym. 1999: 59).

Kiteitä muodostuu virtsaan, kun näyte jäähdytetään jääkaappilämpötilaan, joten ne eivät yleensä ole merkityksellisiä. Kuitenkin esimerkiksi tyrosiini- tai leusiinikiteitä voidaan tavata maksasairauksien yhteydessä. (Kouri ym. 1999: 11-13.) Lämpötilan lisäksi myös pH-arvo on merkityksellinen, jos kiteitä halutaan tunnistaa, sillä joitain kiteitä muodostuu happamassa ja toisia emäksisessä virtsassa. Happamissa oloissa muodostuu esimerkiksi uraatti- ja kolesterolikiteitä, emäksisissä esimerkiksi kalsiumoksalaatti- ja kolmoisfosfaattikiteitä. (Fogazzi ym. 1999: 91.)

Virtsassa voi olla myös mikrobeja, kuten bakteereita tai hiivaa. Sekä sauva-, että kokibakteereita tavataan virtsassa. Bakteerit saattavat johtua myös kontaminaatiosta, mutta ovat merkki infektiosta, jos näyte on tuore ja oikein otettu. Infektiopäätelmää tukee näytteen suuri leukosyyttimäärä. (Fogazzi ym. 1999: 115-116.)

Hiiva on yksisoluisen sieni, jonka solut ovat pyöreähköjä, soikeita tai venyneitä. Niiden sytoplasma on vaalean vihertävä ja tasainen, soluseinät ovat paksut ja tuma näkyy toisinaan. Virtsassa hiiva saattaa esiintyä myös valerihmoissa. Hiiva päättyy virtsaan usein kontaminaationa emättimestä, mutta se voi aiheuttaa myös virtsateiden tai mu-

nuaisten infektoita. Yleisimmin tavattava laji on *Candida albicans*, mutta pelkkä mikroskopia ei riitä luotettavaan lajinmääritykseen. (Fogazzi ym. 1999: 115-116.)

Muita virtsassa tavattavia eliöitä ovat esimerkiksi *Trichomonas vaginalis*, *Schistosoma haematobium* ja *Enterobius vermicularis*. *T. vaginalis* on pyöreähkö alkueläin, jolla on viisi flagellaa. Miehillä se on virtsatieinfektioiden aiheuttaja, mutta naisilla päätyy virtsaan emättimestä. *S. haematobium* on loinen, jonka ihminen voi saada saastuneesta vedestä. Naaras munii virtsarakossa ja virtsanjohtimien alapäässä, mikä aiheuttaa oireita ja munien, valko- ja punasolujen erittymistä virtsaan. Virtsasta löytyy ovaaleja muna erityisesti puolen päivän aikaan, sillä erittyminen tapahtuu sykleittäin. Parasiitti *E. vermicularis* eli kihomato voi olla kontaminantti peräaukolta, mutta myös virtsarakon loinen. Sen munissa toinen sivu on litteä ja toinen kaareva. (Fogazzi ym. 1999: 116-117.)

#### 4.3 Virtsan mikroskopia

Näytteeksi virtsan mikroskopiatutkimukseen tarvitaan puhtaasti laskettua keskisuihkuvirtsa. Vakioidusti otettu virtsanäyte on ollut virtsarakossa vähintään neljä tuntia. Huslabin ohjeen mukaan tavallisessa muoviputkessa oleva näyte säilytetään jääkaappilämpötilassa ja tutkitaan neljän tunnin sisällä; nykyään tavallisemmassa säilöntäaineellisessä vakuumputkessa näyte säilyy vuorokauden huoneenlämmössä ja kolme vuorokautta jääkaappilämpötilassa. (Huslab 2011.) Putkivalmistaja BD:n mukaan sen säilöntäaineellinen C&S-putki sopii virtsan bakteeriviljelynäytteiden säilyttämiseen 48 tunnin ajaksi huoneenlämmössä. Muihin tarkoituksiin säilymistä ei mainita. (BD Diagnostics 2011.) Yhden tutkimuksen mukaan 72 tunnin jälkeen partikkelit olivat lähes hajonneita, vaikka näyte oli säilöntäaineellisessä putkessa. Tosin partikkelit olivat paremmin säilyneitä kuin säilöntäaineettomassa putkessa. Tuloksista pääteltiin, että 24 tunnin säilytyksen jälkeen partikkelit olisivat säilyneet vähintään yhtä hyvin. Myös säilöntäaineella on merkitystä, sillä kaikki aineet eivät ole yhtä hyviä. (Kouri ym. 2008.)

Säilytyksen aikana virtsanäytteen solut alkavat hajota. Ensin hajoavat valkosolut, toiseksi punasolut, kolmanneksi lieriöt ja neljänneksi epiteelisolut. Solut muuttuvat myös vaikeammin tunnistettaviksi. (Kouri 2010: 133.) Aamun ensimmäinen ja toinen näyte sisältävät eniten partikkeleita, ja sopivat siksi parhaiten tutkimukseen (Kouri – Pohja-

vaara 2002). Toisaalta virtsan solujen kunto huononee, jos virtsa on kauan rakossa. Esimerkiksi punasolujen dysmorfiaa tulisi analysoida näytteistä vain, kun virtsa on ollut rakossa korkeintaan kaksi tuntia. (Kouri 2010: 132.)

Laboratoriossa 10 ml virtsaa sentrifugoidaan 400 G:ssä viisi minuuttia, jonka jälkeen supernatanttia poistetaan imulla niin, että jäljelle jää 0,5 ml. Näyte siis konsentroidaan 20-kertaiseksi. Jäljellä olevaan sakkasuspensioon lisätään Sternheimerin supravitaaliväriä ja sekoitetaan kevyesti. Sternheimerin supravitaaliväriiuksessa on kahta väriainetta: Alcian-sinistä ja pyroniini B:tä. Alcian-sininen on emäksistä, ja sitoutuu siksi negatiivisesti varautuneisiin osiin, kuten liman glykoproteiineihin. Erityisesti tumat värjäytyvät sinisiksi. Pyroniini B on myös emäksistä ja värjää nukleiinihappoja, erityisesti RNA:ta. Sytoplasman ribosomaalisen RNA:n vuoksi sytoplasma näkyykin usein punaisena. Näytteiden pH ja muu koostumus vaihtelevat, mikä vaikuttaa solujen värjäytymiseen. (Kouri ym. 1999: 15, 36-37.)

Värjäämättömästä näytteestä ei kirkaskenttämikroskopiolla voi tunnistaa partikkeleita (erityisesti bakteereita, punasoluja ja hyaliinilieriöitä) riittävän hyvin, joten värjäystä tai faasikontrastimikroskopiaa tai molempia tarvitaan (ECLM 2000). Huono näkyvyys johtuu siitä, että virtsan ja monien sen partikkelien taittokerroin on lähes sama, jolloin riittävä kontrasti puuttuu. Värjäys muuttaa partikkelien taitekerrointa. Faasikontrastimikroskopia taas muuntaa taitekertoimen eroja kontrastin eroiksi ja sopii siten hyvin läpikuultavien, värjäämättömienkin virtsan partikkelien mikroskopoimiseen. (Brunzel 2004: 181, 185.)

Kun vähintään viisi minuuttia on kulunut, ja näyte on ehtinyt värjäytyä, näyte sekoitetaan ja siitä pipetoidaan 13 µl objektilasille. Pisara peitetään 18 x 18 mm peitinlasilla. (Kouri ym. 1999: 37.) Peitinlasin asettaminen voi aiheuttaa ilmakuplia ja sakan epätasaisista jakautumista esimerkiksi niin, että painavimmat partikkelit kuten lieriöt ovat lasin reunoilla. Jos sakka on hyvin epätasaisesti lasilla, tulisi valmistaa uusi lasi. (Brunzel 2004: 181.)

Tutkiminen alkaa yleistarkastelulla 10x objektiivilla, jotta harvinaisetkin löydökset havaittaisiin. Tämän jälkeen 40x objektiivilla tarkastellaan 5-10 näkökenttää peitinlasin keskeltä ja kaikista nurkista. Partikkelit tunnistetaan, ja niiden lukumäärä ilmoitetaan

keskiarvona näkökenttää kohden kokonaislukuun pyöristettynä; kuitenkin jos jotain löydöstä on yli 30 näkökentässä, tarkkuudeksi riittää yleensä ”yli 30 kappaletta näkökentässä”. Mikrobit puolestaan ilmoitetaan semikvantitatiivisesti, esimerkiksi: negatiivinen, vähän, kohtalaisesti tai runsaasti, mikä voidaan merkitä myös -, +, ++ tai +++. Yksi 40x objektiivilla laskettava näkökenttä vastaa 0,12-0,17 µl alkuperäistä virtsaa okulaarien näkökenttäluvusta riippuen. Kappalemäärä näkökenttää kohden saatetaan laskennallisesti muuttaa myös määräksi tilavuudessa. (Kouri ym. 1999: 16, 37-38.) Standardoiduilla menetelmillä pyritään saamaan aikaan kaikille näytteille sama konsentroituminen, saamaan sama määrä sakkua mikroskopoitavaksi ja kontrolloimaan mikroskooppisia tarkennustasoja ja optisia ominaisuuksia (Brunzel 2004:179).

Näytteen konsentroidi sentrifugoimalla on tarpeellista harvinaisempien partikkelien, kuten tubulusepiteelin solujen ja lieriöiden havaitsemiseen objektilasilta. Osa partikkeleista (erityisesti puna- ja valkosoluista) ei konsentroidu, tai häviää sentrifugoidessa, mikä aiheuttaa epätarkkuutta. Kammiolaskenta voi olla periaatteessa herkempi, koska sentrifugointia ei tarvita ja näytetilavuus on suurempi, mutta partikkelien tunnistus voi olla työläämpää ja vaatia paljon eri tarkennustasojen katselua. (ECLM 2000.) Hyvin tehty sakan tutkimus on suositeltava menetelmä kliinisiin laboratorioihin, koska löydökset on helpompi eritellä värjättyinä ohuesta nestekerroksesta ja munuaisvauriot löytyvät useammin kuin kammiolaskennalla. (Kouri ym. 1999: 15.)

Virtsan sakan tutkimus on monivaiheinen prosessi, näytteenottoon ohjauksesta tulosten tulkintaan. Virheitä voi sattua kaikissa vaiheissa. Mahdollisia virhelähteitä ovat esimerkiksi virheellisesti suoritettu näytteenotto, näytteen säilytys väärissä olosuhteissa tai liian kauan, näytteen väärä konsentroidi laboratoriossa tai partikkelien tunnistaminen virheellisesti.

## **5 Oppimateriaalin tekeminen**

Tämä kappale kuvailee oppimateriaalin taustalla olevaa oppimiskäsitystä, ja sähköisen oppimateriaalin ominaisuuksia ja etuja. Kappaleessa kuvataan myös kriteereitä laadukkaalle sähköiselle oppimateriaalille.

Oppimateriaalini taustalla on realistinen oppimiskäsitys. Muita oppimiskäsityksiä ovat esimerkiksi konstruktivistinen oppimiskäsitys. Realistisen oppimiskäsityksen mukaan opettamisen tavoitteena on esimerkiksi auttaa opiskelijaa muodostamaan tietoa ja taitoja, jotka vastaavat todellisuutta, ja antaa hänelle mahdollisimman oikea käsitys todellisuudesta. Realistinen oppimiskäsitys edellyttää opettajalta asiantuntemusta opetettavasta asiasta ja lisäksi taitoa järjestää oppiminen niin, että opiskelija pystyy kokoamaan oikean käsityksen vaiheittain. Opetus etenee yksinkertaisista perusasioista monimutkaisempiin asioihin, tarkoituksena opiskelijan syvälinen ymmärrys. Opetusmenetelmien tulisi olla monipuolisia ja joustavia: selittämistä, vuorovaikutusta ja käytännön tekemistä. Yksipuolisuus rajoittaa oppimista eikä tarjoa riittävästi virikkeitä. Tärkeää opiskelijoiden kiinnostuksen ylläpitämiseksi on rajata opetettava alue huolellisesti. Liian laaja alue tylsistyy ja vähentää mielenkiintoa, mutta liian suppeasta alueesta opiskelija ei ehkä opi kaikkea tarvitsemaansa. (Puolimatka 2002: 291-293, 304.)

Syitä sähköisen oppimateriaalin tekemiseen ovat esimerkiksi opetuksen helpottaminen ja rikastaminen, oppimateriaalien laadun parantaminen, niiden taloudellinen tuottaminen ja jakelu sekä opetusmenetelmien kehittäminen. Sähköisillä oppimateriaaleilla voidaan luoda autenttisia oppimistilanteita, ja tehdä muilla keinoin saavuttamattomia asioita. Erityisesti pienilevikkisten oppimateriaalien tuotannossa ja jakelussa voidaan säästää, kun ne tehdään sähköisinä. (Sinko – Lehtinen 1998: 212-214.) Verkko-opiskelu kiinnostaa opiskelijoita, koska opiskelu ei ole aikaan tai paikkaan sidottua ja he voivat itse suunnitella omaa ajankäyttöään (Vähäkuopus – Ervelius – Vuokila-Oikkonen 2005: 134).

Toisaalta verkko-opiskelu edellyttää opiskelijalta tietoteknisiä taitoja, itseohjautuvuutta, ajanhallintaa ja motivaatiota. Opiskelijoille olisi hyvä kertoa, miksi opintokokonaisuus on verkkopohjainen ja mitä se tulee vaatimaan opiskelijoilta. Tehtävien suorittaminen itsenäisesti ilman perinteistä opetusta voi osoittautua yllättävän hankalaksi. (Storti – Tulonen 2005: 55-59.)

Oppimateriaalin on oltava sellaisessa muodossa, että se on yksinkertaista katsella tietokoneen näytöllä, tai tulostaa. Tähän sopivat esimerkiksi tavalliset tekstinkäsittelyohjelmat tai pdf-formaatti. Erilaiset tekniset ongelmat vain turhauttavat oppijoita ja heikentävät heidän motivaatiotaan. Vähäisillä resursseilla toteutettu verkkokurssi, jonka

oppimateriaali on niukkaa, ja joka ei tue erilaisia oppimistapoja, ei myöskään ole oppimiselle hyvä alusta. Materiaalia tulisi olla suhteessa opintojakson laajuuteen. (Storti – Tulonen 2005: 52-73, 124.)

Verkko-oppimateriaaliin sovellettavia laatukriteereitä ovat pedagoginen laatu, käytettävyys, esteettömyys ja tuotannon laatu. Pedagogista laatua on, että materiaali tukee luontevasti opiskelua ja tarjoaa pedagogista lisäarvoa. Käytettävyys on oppimateriaalin rakenteen ja teknisen toteutuksen aikaansaamaa käytön helppoutta. Käytettävyyteen liittyy esteettömyys, eli että materiaali on ihmisten käytettävissä heidän fyysisistä ja psyykkisistä ominaisuuksistaan riippumatta. Tuotannon laatu tarkoittaa materiaalin tuotantoprosessia, jonka tuotos on ammattimainen, ja jota ohjaavat tiedolliset, taidolliset ja opiskelua ohjaavat tavoitteet. (Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit 2006: 14-28.)

Opettaja voi käyttää laadukasta verkko-oppimateriaalia haastavien asioiden oppimisen tukena. Hyviä pedagogisia piirteitä ovat esimerkiksi oppijan aktiivisuus ja oppimistehtävien merkityksellisyys ja aitous. On tärkeää, että opiskelija voi työskennellä opeteltavan asian parissa ja innostua aiheesta. Pedagoginen laatu syntyy mielekkäistä tehtävistä ja keskeisestä opiskeltavasta sisällöstä hyvin toteutettuna kokonaisuutena. Pedagogisen laadun kriteereitä ovat esimerkiksi, että oppimateriaalin tavoitteet, käyttötapa ja vaadittavat esitiedot ilmaistaan, sitä voi käyttää eri tavoin ja se ohjaa oppimista. Sen tulee tukea vaikeiden asioiden oppimista ja sisältää oikeaa, riittävää ja mielekästä tietoa. (Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit 2006: 14-17.)

Hyvän käytettävyyden kriteereitä ovat esimerkiksi, että oppimateriaali löytyy ja voidaan ottaa käyttöön helposti. Se toimii yleisimmissä käyttöjärjestelmissä ja jos se on tarkoitettu tulostettavaksi, se tulostuu hyvin. Materiaali on jaettu sopivan kokoisiin osiin. Sen ulkoasu on tarkoituksenmukainen ja kuvat korkealaatuisia. (Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit 2006: 17-21.)

Esteettömyyteen liittyviä kriteereitä on ovaa esimerkiksi, että tekstin ja taustan välillä on riittävä kontrasti, ja että tekstiä voi lukea eri kokoisena. Käytetty kieli on yksinkertaista. Myös kohtien ohittamisen tulisi olla mahdollista. (Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit 2006: 21-24.)

Tuotannon laatuksikriteereihin kuuluu esimerkiksi oppimateriaalin suunnitelmallinen valmistaminen ja kirjalliset sopimukset oikeuksista siihen. Materiaalin tekeminen perustuu tietoon kohderyhmän tarpeista ja on käyttäjälähtöistä. Materiaali viimeistellään ja tarkistetaan ennen julkaisua. Sen ylläpito ja käyttöoikeudet ovat hallittuja ja sen kehittämistä jatketaan. (Verkko-oppimateriaalin laatuksikriteerit 2006: 24-28.)

Materiaalin laatija sokeutuu helposti omalle tekstilleen ja tekemilleen päätöksille. Tämä voi koskea esimerkiksi materiaalin laajuutta, ohjeiden ymmärrettävyyttä tai opittavan kokonaisuuden hahmottamista. Siten sen testaaminen on tärkeää, ja antaa paljon lisää tietoa. Testaaminen kertoo, kuinka kohderyhmä ottaa materiaalin vastaan. (Storti – Tulonen 2005: 71.)

Opinnäytetyössäni yritin ottaa huomioon nämä kriteerit soveltuvin osin, ja käyttää niitä päätöksentekoa ohjaavina suuntaviivoina. Toisaalta taustalla on ajatus siitä, millaista oppimateriaalia voisin itse haluta käyttää, ja millaista tietoa haluaisin. Olen kuvaillut tarkemmin omaa oppimateriaalin tekoprosessiani seuraavassa kappaleessa.

## **6 Työn toteuttaminen**

Sain opinnäytetyön aiheeni alkukevästä 2011. Ohjaavan opettajan kanssa sovimme pääpiirteittäin oppimateriaaliin tulevan sisällön. Opinnäytetyön käytännön osuuden tekeminen alkoi 16.-20.5.2011 näytteiden keräämisellä. Jotta olisin saanut oppimateriaalin kuviin mahdollisimman paljon eri löydöksiä, kuvia ei voinut ottaa vain täysin terveiden ihmisten näytteistä. Näytteitä täytyi siis saada potilasnäytteitä tutkivasta laboratorionista. Sainkin kuviin tarvittavaa näytemateriaalia Huslabin Lastenklinikan laboratorios-ta.

Lastenklinikan laboratorioon tulee tutkittavaksi virtsan partikkelinäytteitä pääkaupunki-seudulta, ja lisäksi siellä tehdään muun muassa kemiallista seulontaa, vaativan tason erittelylaskentaa, kiteiden tunnistusta ja dysmorfisten punasolujen tutkimusta, joten siellä on valmius virtsan partikkelien tutkimiseen. Laboratorio myös sijaitsee hyvien kulkuyhteyksien päässä Metropolian Vanhan viertotien toimipisteestä. Kävin laboratorion-



ossa aamupäivisin viitenä päivänä. U-Solut-tutkimuksen eli partikkelien koneellisen peruslaskennan tulosten perusteella valitsimme laboratorion henkilökunnan kanssa lupaa-  
via näytteitä, joissa todennäköisesti voisi olla kuvauksiin sopivia löydöksiä. Perusteita valinnalle oli esimerkiksi sopiva määrä puna- tai valkosoluja tai mikrobeja, lieriöiden löytyminen tai runsas määrä pieniä epiteelisoluja. Valitut näytteet sentrifugoin ja värjäsin Sternheimerin supravitaaliväreillä, jonka jälkeen mikroskopoin näytteet alustavasti jo Lastenkliniikalla ja valitsin niistä parhaat. Sopivina pitämässäni näytteissä oli siis soluja tai muita partikkeleita jonkin verran, muttei valtavasti, ja solut olivat hyvin värjäytyneitä. Kirjasin itselleni ylös, millaisia partikkeleita olin nähnyt missäkin näytteessä. Apuna toimi erityisesti laboratoriohoitaja Eila Toivonen. Poistin valituista näytteistä henkilötiedot, ja kuljetin ne Vanhalle viertotielle kuvattavaksi.

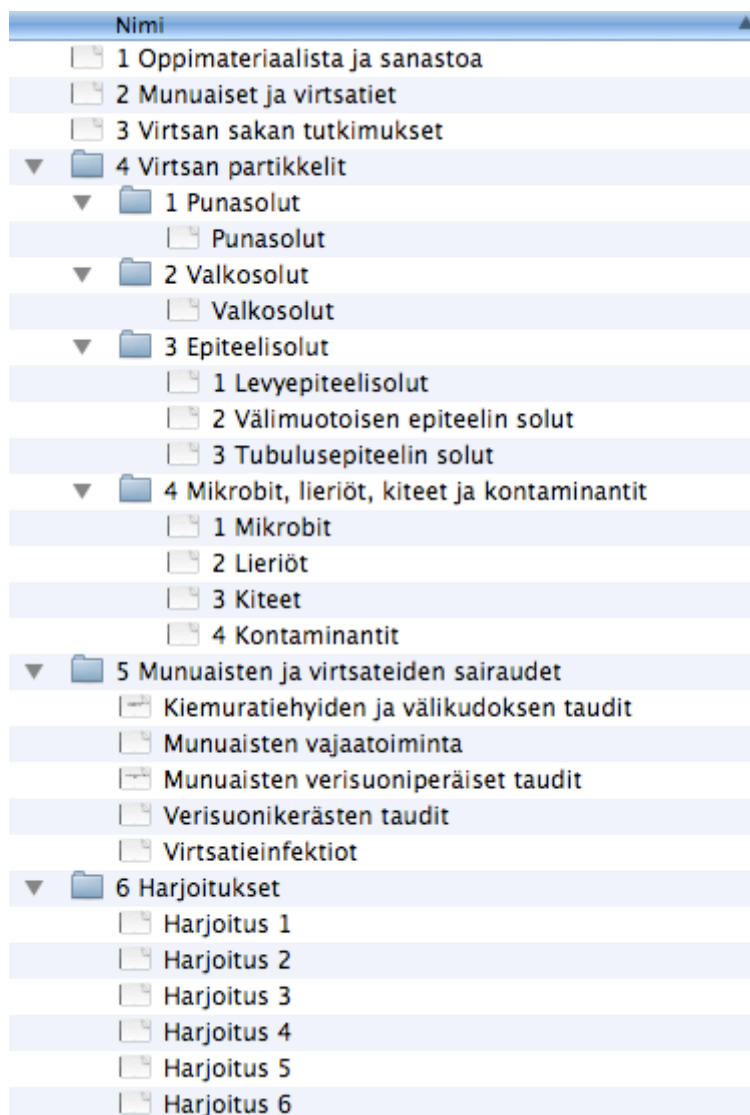
Kuvat otin Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa Vanha viertotie 23:ssa hematologian luokassa. Käytössäni oli Nikon Eclipse 50i mikroskooppi, johon on liitetty kahden megapikselin digitaalikamera ja DS-L2 kamerakontrolleri, joka toimii kameran ohjaimena. Kameran käyttöön saatiin koulutusta sen maahantuojalta 26.4.2011. Kuvaukset suoritin näytteiden ollessa mahdollisimman tuoreita, yleensä näytteenottopäivänä, jotta materiaali olisi mahdollisimman laadukasta. Näytteitä säilytin jääkaapissa ennen kuvaamista.

Otin runsaasti kuvia, noin 300 kappaletta. Esimerkkikuvia varten yritin ottaa mahdollisimman selkeitä kuvia, joissa partikkelit näkyvät keskeisinä ja monipuolisesti ja niiden luonnollinen vaihtelu havainnollistuu. Harvinaisemmista löydöksistä kuten lieriöistä otin kuvia mahdollisuuksien mukaan. Kamerassa oli hyvin paljon eri toimintoja, joista hyödynsin vain joitain mielestäni tarpeellisia, kuten mitta-asteikkoa ja nuolia. Harjoituksia varten yritin löytää mahdollisimman selkeitä kohtia, joissa on hyvin säilyneitä partikkeleita sopiva määrä. Usein hyvän kohdan löytäminen oli hankalaa näytteiden valikoinnista huolimatta, sillä osa partikkeleista oli kuitenkin aina huonossa kunnossa, enkä sellaisia olisi halunnut kuviin.

Kuvaamisen jälkeen tunnistin partikkeleita kirjoja ja oppimaani hyödyntäen. Kaikkia partikkeleita en tunnistanut tai kuvia järjestänyt ennen kesätaukoa, mikä olisi tietenkin ollut parasta. Kesätauon jälkeen jatkoin partikkelien tunnistamista ja aloitin oppimateriaalin kokoamisen. Oppimateriaalin asia- ja kuvasisältö harjoituksista ja esimerkeistä

tarkistettiin lopuksi Eila Toivosen kanssa. Keväällä 2012 kirjoitin osioita munuaisten ja virtsateiden sairauksista, minkä on tarkoitus antaa opiskelijoille käsitys partikkelien kliinisestä yhteydestä.

Tein materiaalin aluksi Microsoft PowerPoint-ohjelmalla, ja muutin sen sitten PDF-formaattiin. Näin materiaali on avattavissa samannäköisenä käytännössä kaikkialla, kunhan tietokoneeseen on asennettu tavallinen PDF-tiedostoja näyttävä ohjelma kuten Adobe Reader. Oppimateriaali on jaettu tiedostokansioihin ja niiden alakansioihin aihealueittain. Tiedostot on myös numeroitu suunnitellun etenemisjärjestyksen mukaan. Oppimateriaalin rakenne on esitetty kuviossa 1, jossa näkyvät kaikki kansiot ja tiedostot ja niiden jäsentely. Opettajat voivat myös ohjata etenemistä tarvittaessa.



Kuvio 1. Oppimateriaalin rakenne.

Oppimateriaali tehdessäni yritin huomioida verkko-oppimateriaalin laatukriteereitä. Olen yrittänyt tehdä oppimateriaalista monipuolisen ja joustavasti käytettävän: siinä on erilaisia osioita, joita voi käyttää tarpeenmukaisessa järjestyksessä ajasta ja paikasta riippumatta; oppimateriaalissa on kuitenkin myös selitetty sen tavoitteet ja suositeltava käyttötapa. Materiaali on jaettu selkeästi osiin omiin tiedostokansioihin ja niiden alakansioihin, joista löytää helposti etsimänsä tiedoston. Numeroinnista ilmenee suunniteltu etenemisjärjestys. Opiskelijalle on myös tehtäviä, jotka aktivoivat opiskelijoita. Nämä harjoitukset ovat myös oleellisia opiskeltavalle asialle. Opiskelun lisäksi harjoitukset sopivat oman osaamisen testaamiseen ja arviointiin. Oppimateriaali on asiasisällöltään mahdollisimman oikeellista ja tarkistettua, mikä on laadun kannalta tärkeää.

Käytettävyyttä ja esteettömyyttä olen huomionut niin, että tekemäni oppimateriaali on teknisesti hyvin yksinkertainen ja toimii lähes millä tietokoneella hyvänsä erittäin yleisellä ohjelmalla. Myös sen jakaminen opiskelijoille on yksinkertaista ja ilmaista. Vaikka oppimateriaali on ajateltu ensisijaisesti sähköiseen käyttöön, sitä voi myös tulostaa. Oppimateriaalissa käytetty kirjasin on malliltaan selkeä, ja mustana valkoisella taustalla se on kontrastiltaan hyvä. Zoomaustyökaluilla tekstin ja kuvat voi saada suuremmiksi, tosin jo bioanalyytikon työ edellyttää melko hyvää näkökykyä. Kuvat olen yrittänyt ottaa tarkkoina ja riittävän suurina, ja niitä on rajattu ja aseteltu olennaisten osioiden korostamiseksi. Epäselvyyksien välttämiseksi olen lisäksi käyttänyt esimerkiksi nuolia, jotka olen yrittänyt tehdä hyvin näkyviksi. Käyttämäni kieli sisältää ammattitermejä, mutta niiden tulisi olla kohderyhmälle ymmärrettäviä. Käsitykseni oppimateriaalin kohderyhmästä ja sen tarpeista perustuu pääasiassa omiin parin vuoden takaisiin oppimiskokemuksiini virtsan partikkeleista. Metropolia Ammattikorkeakoululle jää muokattava versio oppimateriaalista, joten sen ylläpito ja kehittäminen on mahdollista.

Koska opetusmateriaali on sähköisessä muodossa, se voidaan julkaista esimerkiksi opintojakson verkkopohjaisissa työtiloissa Tuubissa tai Moodlessa, jos opettajat näin haluavat. Tarkoitus on, että sen voi helposti tallentaa esimerkiksi muistitikulle. Opinnäytetyön raportti julkaistaan Metropolian kirjastossa tavalliseen tapaan ja opetusmateriaali on sen liitteenä CD-R-levyllä (liite 1). Opinnäytteestä ja opetusmateriaalista toimitetaan myös kappale Lastenklinikan laboratorioon. Oppimateriaali esitellään Lastenklinikan laboratorion työntekijöille.

## 7 Pohdinta

Opinnäytetyönä syntynyt oppimateriaali on mielestäni helppokäyttöinen, tarkoituksenmukainen ja sopii opiskelijoiden käyttöön. Se on myös helposti jaettavissa, ja siitä voi opiskella erisuuruisia kokonaisuuksia ja testata omaa osaamistaan. Toisaalta se ei ole täysin kattava ja puutteita on esimerkiksi kuvituksessa, sillä kaikkia mahdollisia löydöksiä ei kerätyissä näytteissä tietenkään ollut. Materiaali olisi voinut olla kattavampi, jos olisin kerännyt näytteitä pidemmän aikaa tai yrittänyt saada näytteitä muistakin laboratorioista, tai sitten valmiita kuvia. Halusin kuitenkin materiaalin olevan täysin itse kuvattua. Lisäksi oppimateriaalissa olisin voinut hyödyntää enemmän faasikontrastimikroskopiasia, sillä se on merkittävä lisäapu partikkelien tunnistamiseen. Harjoitukset ovat keskeinen osa materiaalia, ja niiden osiota voisi vieläkin laajentaa. Nämä ovat mahdollisia kehittämisen kohteita, jos materiaalia päivitetään tulevaisuudessa. Alkuperäiset valokuvat jäävät Metropolia Ammattikorkeakoululle, joten niitäkin voidaan vielä järjestää ja käyttää opetuksessa. Toisaalta opiskelijoille tärkeintä on perustason erittelyn hallinta, mihin tämä oppimateriaali riittänee hyvin.

Materiaali olisi voinut olla parempi, jos sitä olisi testattu opiskelijoilla ja kerätty palautetta. Testaaminen jäi pois aikataulullisista syistä, mutta se olisi ollut tärkeää. Tulevaisuudessa oppimateriaalia voisi kehittää käyttäjien kokemuksen perusteella, kun niitä kertyy. Palautetta voitaisiin esimerkiksi kerätä kyselyllä sellaisilta opiskelijoilta, jotka ovat jo vähän aikaa käyttäneet materiaalia. Selvitettäviä asioita voisivat olla esimerkiksi: onko asiakokonaisuus sopivan laajuinen, ulkoasu selkeä ja miellyttävä, kieli helppoa ymmärtää, kuvat riittävän selviä ja monipuolisia. Harjoituksista voisi selvittää, ovatko ne vaikeusasteeltaan sopivia.

Eettisiä ongelmia mielestäni ei työhön liity, sillä kuvauksiin on käytetty vain nimettömiä näytteitä. Kaikilla näytteillä oli myös jo tulos kun ne vietiin pois Lastenklinalta, eikä virtsan kuvaaminen tuonut potilaiden terveydelle merkittävää uutta tietoa. Luotettavuus on pyritty varmistamaan materiaalin huolellisella tekemisellä ja tarkistamisella. Luotettavuuden parantamiseksi oppimateriaalin myös tarkisti laboratoriohoitaja Eila

Toivonen, jolla on pitkä työkokemus virtsan partikkelien tunnistamisesta. Myös lähteitä on käytetty harkiten, jotta ne olisivat luotettavia ja laadukkaita.

Oppimateriaali on tarpeellinen, koska virtsanäytteiden saaminen opetustarkoituksiin on hankalaa. Partikkelit hajoavat ja niiden ulkonäkö alkaa muuttua kun niitä säilyttää kauan ja valmiiksi seulottuja näytteitä ei enää saa Lastenklinikan laboratoriosta entiseen tapaan muuttuneen tutkimuskäytännön vuoksi. Mutta toisaalta tarve partikkelien tunnistamiseen on vähentynyt analysaattorien ja keskittämisen myötä. Sedimentin tutkimisen sijaan monissa paikoissa partikkelit myös tunnistetaan tarvittaessa laskentakammiossa. Erityisesti vaativan tason erittelyä tehdään harvoissa paikoissa. Uskoisin, että virtsan partikkelien tuntemista tarvitaan tulevaisuudessakin, mutta syvempi osaaminen keskittyy harvemmillä työntekijöille. Nähtäväksi jää myös, millaisia muutoksia Labqualityn uudistuva suositus virtsan perustutkimuksista voi tuoda tullessaan.

Opinnäytetyöprosessi ei sujunut täysin vaivatta, vaan motivaation ja jaksamisen ongelmat viivästyttivät työn valmistumista eikä alkuperäinen aikataulu toteutunut. Lopulta työ valmistui noin puoli vuotta myöhemmin kuin aluksi suunnittelin. Vaikeaa oli myös lopulta "laskea työ käsistä" ja todeta se riittävän valmiiksi. Minusta itsestäni riippumattomia ongelmia ei kuitenkaan onneksi ilmennyt.

Olen aina pitänyt solujen mikroskopointia hankalana, joten tämä opinnäytetyö myös "pakotti" minut paneutumaan siihen. Olen saanut loppujen lopuksi mielenkiintoisia näkökulmia tähän laboratoriotutkimusten osa-alueeseen. Olen oppinut tämän prosessin aikana paljon myös oppimateriaaleista, ja joutunut tai saanut miettiä paljon niiden havainnollisuutta, selkeyttä ja ymmärrettävyyttä, mikä saattaa todella olla hyödyksi tulevaisuudessa.

## Lähteet

Ala-Opas, Martti 2002. Virtsakivitauti. Teoksessa Nurmi, Martti – Lukkarinen, Olavi – Ruutu, Mirja – Taari, Kimmo – Tammela, Teuvo (toim.): Urologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. 203-214.

BD Diagnostics 2011. BD Vacutainer® Urine Collection Products. Becton, Dickinson and Company. Verkkodokumentti <[http://www.bd.com/vacutainer/pdfs/urine\\_value\\_story\\_VS8999.pdf](http://www.bd.com/vacutainer/pdfs/urine_value_story_VS8999.pdf)> Luettu 14.2.2012.

Bjålie, Jan G. – Haug, Egil – Sand, Olav – Sjaastad, Øystein V. – Toverud, Kari C. 2008. Ihminen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.

Brunzel, Nancy A. 2004: Fundamentals of Urine & Body Fluid Analysis. Kiina: Saunders.

ECLM 2000. European Urinalysis Guidelines. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation. 60. 1-96.

Fogazzi, Giovanni B. – Ponticelli, Claudio – Ritz, Eberhard 1999. The Urinary Sediment An Integrated View. Toinen painos. Hong Kong: Oxford University Press.

Honkanen, Eero 2006. Munuaissairaudet. Teoksessa Kauppinen, Raili 2006 (toim.). Sisätautien ytimessä. Helsinki: Edita Publishing Oy. 143-170.

Huslab 2011. Partikkelien erittelylaskenta, vaativa taso, virtsasta. Verkkodokumentti. Päivitetty 14.2.2011. <[http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt\\_show.exe?assay=1941&terms=u-diffi](http://huslab.fi/cgi-bin/ohjekirja/tt_show.exe?assay=1941&terms=u-diffi)> Luettu 26.4.2011.

Kouri, Timo – Malminiemi, Outi – Penders, Joris – Pelkonen, Virpi – Vuotari, Lotta – Delanghe, Joris 2008. Limits of preservation of samples for urine strip tests and particle counting. Clinical Chemistry & Laboratory Medicine 46 (5). 703-713.

Kouri, Timo 2010. Munuaiset ja virtsa. Teoksessa Niemelä, Onni – Pulkki, Kari (toim.): Laboratoriolääketiede Kliininen kemia ja hematologia. Keuruu: Kandidaattikustannus Oy. 121-134.

Kouri, Timo – Pohjavaara, Simo 2002. Virtsan mikroskopialöydösten kliininen merkitys. Duodecim 118 (18). 1845-1855.

Kouri, Timo – Anttinen, Jorma – Icén, Arto – Ikäheimo, Risto – Irjala, Kerttu – Kontiainen, Sirkka – Koskimies, Olli – Lipponen, Pertti – Penttilä, Ilkka – Siitonen, Anja – Siukola, Aino 1999 (toim.). Suositus virtsan perustutkimuksia ja bakteeriviljelyä varten 1999. Moodin erillisjulkaisu 7. Kokkola: Labquality Oy.

Lindell, Ossi 2000. Verta virtsassa. Duodecim 116 (8). 818-825.

Opinto-opas 2011. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Verkkodokumentti. <<http://opinto-opas-ops.metropolia.fi/index.php?rt=index/nuoretJaAikuiset/SB11S1>> Luettu 3.11.2011.

Pétas, Anssi – Salo, Jaakko 2002. Hydronefroosi ja ylempien virtsateiden tukokset. Teoksessa Nurmi, Martti – Lukkarinen, Olavi – Ruutu, Mirja – Taari, Kimmo – Tammela, Teuvo (toim.): Urologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. 136-144.

Puolimatka, Tapio 2002. Opetuksen teoria. Konstruktivismista realismiin. Vammala: Tammi.

Sinko, Matti – Lehtinen, Erno 1998 (toim.). Bitit ja pedagogiikka. Jyväskylä: Atena Kustannus. 212.

Storti, Antonella – Tulonen, Arja 2005. Onnistunut verkko-opetus – tietoa, taitoa vai tuuria? Turun ammattikorkeakoulun raportteja 31. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. 53-69.

Taari, Kimmo – Lahdes-Vasama, Tuija 2002: Virtsateiden anomaliat. Teoksessa Nurmi, Martti – Lukkarinen, Olavi – Ruutu, Mirja – Taari, Kimmo – Tammela, Teuvo (toim.): Urologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. 80-86.

Talja, Martti 2002: Virtsatietulehdukset. Teoksessa Nurmi, Martti – Lukkarinen, Olavi – Ruutu, Mirja – Taari, Kimmo – Tammela, Teuvo (toim.): Urologia. Jyväskylä: Kustannus Oy Duodecim. 112-124.

Vauhkonen, Ilkka 2005. Munuaissairaudet. Teoksessa Vauhkonen, Ilkka – Holmström, Peter (toim.): Sisätaudit. Helsinki: WSOY. 419-470.

Verkko-oppimateriaalin laatukriteerit 2006. Opetushallituksen työryhmän raportti. Helsinki: Edita Prima Oy.

Vähäkuopus, Matti – Ervelius, Tiina – Vuokila-Oikonen, Päivi 2005: Oppiminen tietoverkossa. Teoksessa Janhonen, Sirpa – Vanhanen-Nuutinen, Liisa (toim.): Kohti asiantuntijuutta. Oppiminen ja ammatillinen kasvu sosiaali- ja terveysalalla. Vantaa: WSOY.