

Opinnäytetyö (AMK)

Röntgenhoitajakoulutus

2018

Jenni Solavuori & Helena Susi

TIETOKONETOMOGRAFIAN TRAUMAPROTOKOLLAT SUOMEN YLIOPISTO- SAIRAALOISSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Röntgenhoitajakoulutus

2018 | 57 sivua, 12 liitesivua

Jenni Solavuori & Helena Susi

TIETOKONETOMOGRAFIAN TRAUMAPROTOKOLLAT SUOMEN YLIOPISTOSAIRAALOISSA

Tietokonetomografialla (TT) on tärkeä rooli traumakuvantamisessa. Traumakuvantaminen suoritetaan yleensä sairaalakohtaisen traumaprotokollan mukaan. Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Suomen yliopistosairaaloiden aikuispotilaille tarkoitettuja traumaprotokollia sekä arvioitiin niiden optimoinnin toteutumista.

Aineisto kerättiin esiaineiston ja kirjallisuuden pohjalta tehdyn aineistonkeruulomakkeen avulla. Kerätty aineisto käsitteli traumaprotokollan käyttöä, potilaan asettelua, kuvauksen toteutusta, kuvausparametreja, varjoaineruiskutusta ja sädesuojausta. Aineisto oli pääasiassa laadullista.

Tulosten perusteella Suomen yliopistosairaaloissa on käytössä pääpiirteittäin samankaltaiset traumaprotokollat. Eniten eroavaisuuksia traumaprotokollissa on pään ja kaulan alueen kuvantamisessa sekä optimoinnin osalta käsien asettelussa ja osassa sairaaloista myös ulkoisten sädesuojien käytössä. Nämä erot osin johtuvat erilaisista kuvantamislaitteistoista sekä toisaalta erilaisista sairaaloihin vakiintuneista käytännöistä.

Suomessa ei ole käytössä kansallisia TT-traumaprotokollan suosituksia, vaikka sellaisille on kysyntää. Tämän opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli tuottaa vertaisarviointimateriaalia Suomen TT-traumakuvantamista tekeville osastoille, jotta osastot voisivat etsiä kehityskohteita omista traumakuvantamiskäytännöistään. Tämän opinnäytetyön tuloksia on mahdollista käyttää myös pohjatyönä kansallisten suositusten muodostamisessa. Tähän työhön on myös kerätty paljon tietoa TT-traumakuvantamisen optimoinnista, jota voidaan käyttää opetus- ja perehdytysmateriaalina.

ASIASANAT:

Tietokonetomografia, trauma, traumaprotokolla, yliopistosairaala, optimointi

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Radiography and radiotherapy

2018 | 57 pages, 12 pages in appendices

Jenni Solavuori & Helena Susi

COMPUTED TOMOGRAPHY TRAUMA PROTOCOLS IN FINNISH UNIVERSITY HOSPITALS

Computed tomography (CT) has a key role in trauma imaging. Generally, trauma imaging is performed using a trauma protocol which is specific to a certain hospital. In this thesis Finnish university hospital trauma protocols for adult patients were surveyed and the optimization of these protocols was evaluated.

The material for the thesis was collected using a survey form which was based on preliminary material and literature. The collected material included information about the use of the trauma protocol, patient positioning, how the imaging is performed, imaging parameters, contrast agent injection and radiation shielding. The material was primarily qualitative.

Based on the results Finnish university hospitals principally use similar trauma protocols. The biggest differences the hospitals have concern the imaging protocols of the head and neck along with the optimization of arms positioning and the use of external radiation shields in some hospitals. These differences can be partially explained by differences in imaging equipment and on the other hand the differing practices between hospitals.

National guidelines for CT trauma protocols do not exist in Finland even though they are sought after. One of the purposes of this thesis was to produce material to be used in peer review purposes in Finnish trauma imaging departments. With the help of this material the departments could seek out targets for improvement among their own trauma imaging practices. This thesis could also be used as preliminary material in developing national trauma imaging guidelines. Also, a vast amount of information about trauma CT optimization has been gathered in this thesis which may be used in teaching purposes or as new personnel orientation material.

KEYWORDS:

Computed tomography, trauma, trauma protocol, university hospital, optimization

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 TRAUMAPROTOKOLLA JA SEN KÄYTTÖ	9
2.1 Keskeisten termien määrittely	9
2.2 Tietokonetomografian käyttö traumatapauksissa	10
2.3 Tietokonetomografian traumaprotokolla	12
3 TRAUMAKUVANTAMINEN JA SÄDEANNOKSEN OPTIMOINTI	15
3.1 Kuvauksen oikeutus ja potilaan asettelu	15
3.2 Kuvausprotokolla ja parametrit	17
3.3 Varjoaineruiskutus	20
3.4 Sädeherkkien elinten suojaaminen	24
4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	26
5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS	27
5.1 Aineiston keruu	27
5.2 Aineiston käsittely ja analysointi	29
6 TULOKSET	30
6.1 Kohderyhmän kuvailu ja kuvantamislaitteistot	30
6.2 Traumaprotokollan käyttö	31
6.3 Potilaan asettelu	32
6.4 Kuvausprotokolla ja parametrit	33
6.5 Varjoaineruiskutus	37
6.6 Sädeherkkien elinten suojaaminen	39
7 TULOSTEN TARKASTELU	40
7.1 Traumaprotokollat Suomen yliopistosairaaloissa	40
7.2 Traumaprotokollien optimointi Suomen yliopistosairaaloissa	43
8 LOPUKSI	49
8.1 Opinnäytetyön tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimusehdotukset	49
8.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	50

TAULUKOT

Taulukko 1. Erilaisia traumaprotokollan split-bolus-ruiskutuksia.	22
Taulukko 2. Laitteiden hankinta- ja traumaprotokollan päivitysajankohdat.	31
Taulukko 3. Kriteerit traumapotilaan luokittelemisesta aikuiseksi.	31
Taulukko 4. Yleisimmät traumatapaukset, joissa TT-traumaprotokollaa käytetään.	32
Taulukko 5. Potilaan asettelu TT-traumakuvaukseen ja gantryn kallistus tavallisessa pään TT-traumakuvauksessa.	32
Taulukko 6. Potilaan käsien asettelu eri kuvauskohteissa TT-traumakuvantamisessa.	33
Taulukko 7. TT-traumakuvauksen kuvauskohteet eri sairaaloissa.	34
Taulukko 8. TT-traumakuvauksen kuvauskohteiden ulottuvuudet eri sairaaloissa.	34
Taulukko 9. TT-traumakuvauksen kuvaustavat eri sairaaloissa.	35
Taulukko 10. Leikepaksuudet TT-traumakuvauksen eri kuvauskohteissa vastausfrekvensseittäin.	35
Taulukko 11. Eri sairaaloissa käytetyt putkijännitteen tasot aikuispotilailla ja putkijännitteen moduloinnin käyttö.	36
Taulukko 12. Putkivirran sallitut vaihteluvälit kolmessa sairaalassa.	36
Taulukko 13. Suomen yliopistosairaaloiden traumaprotokollan mukaiset split-bolus-varjoaineruiskutukset. Esimerkkinä 75 kg painava potilas.	38
Taulukko 14. Sädeherkkien elinten suojaamismenetelmät ja suojattavat kohteet sairaaloiden vastausfrekvensseittäin.	39

LIITTEET

- Liite 1. Aineistonkeruulomakkeen saatekirje
- Liite 2. Aineistonkeruulomake

KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Lyhenteen selitys
ADMIRE	Advanced Modeled Iterative Reconstruction, rekonstruktioalgoritmi (Siemens)
AIDR 3D	Adaptive iterative dose reduction, rekonstruktioalgoritmi (Toshiba)
AP	Anterior-posterior
ASIR	Adaptive Statistical Iterative Reconstruction, rekonstruktioalgoritmi (GE)
CT	Computed tomography, tietokonetomografia
CT-luku	Ks. HU-arvo
CTDI _{vol}	CT Dose Index, TT-annossuure, annoksen tilavuuskeskiarvo
DLP	Dose Length Product, TT-annossuure, $DLP=CTDI_{vol} \cdot \text{pituus}$
EANM	European Association of Nuclear Medicine
FAST	Focused Assessment with Sonography in Trauma
FBP	Filtered Back Projection, rekonstruktioalgoritmi
HU-arvo	Hounsfield Unit, TT-kuvantamisessa käytetty suure kudoksen säteilynvaimennuskyvylle
ISS	Injury Severity Score
LAT	Lateraalisuunta
OBTCM	Organ-based tube current modulation
ODM	Organ dose modulation
PA	Posterior-anterior
ROI	Region of interest
SAFIRE	Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction, rekonstruktioalgoritmi (Siemens)
STUK	Säteilyturvakeskus
TT	Tietokonetomografia

1 JOHDANTO

Tietokonetomografialla (TT) on keskeinen rooli vaikeiden traumojen diagnosoinnissa. Traumadiagnostiikassa käytetään yleisesti TT-traumaprotokollaa, joka on suunniteltu vakavasti loukkaantuneiden potilaiden kuvantamiseen. Traumaprotokollalla kuvattaessa saadaan havaittua henkeä uhkaavat vammat nopeasti ja tehtyä päätös potilaan hoidosta. (Koskinen & Handolin 2011, 16) TT-traumaprotokollat ovat erilaisia eri sairaaloissa ja pohjoismaisen tutkimuksen mukaan protokollien yhtenäistämiseksi on kysyntää (Wiklund et al. 2015, 754 - 756).

TT-kuvantamisesta aiheutuu potilaalle natiivikuvausta suurempi säderasitus, joten sädeannoksen optimointi on traumakuvantamisessakin tärkeää. Vaikeasti vammautuneita potilaita joudutaan usein kuvantamaan toistuvasti. Röntgenhoitajalla onkin tärkeä rooli säteilynkäytön asiantuntijana, jotta vaikeastikin vammautuneen potilaan kuvaus voidaan suorittaa turvallisesti ja aiheuttamalla potilaalle mahdollisimman pieni säderasitus.

Lähtökohta opinnäytetyölle oli mahdollisuus hyödyntää opinnäytetyön tuloksia TT-traumaprotokollien päivittämiseen, optimointiin ja yhtenäistämiseen kaikissa traumakuvantamista tekevissä yksiköissä ympäri Suomen. Yksiköt voisivat kehittää omaa toimintaansa vertaisarvioinnin (ns. benchmarking) keinoin tunnistamalla omassa toiminnassaan mahdollisia parannuskohteita. Opinnäytetyö voisi myös toimia pohjatyönä kansallisten hoitosuosituksen muodostamisessa. Yhtenäiset hoitosuositukset ja toimintaohjeet olisivat tärkeitä, jotta kaikissa Suomen sairaaloissa potilaat saisivat samanlaista korkeatasoista hoitoa. Ne myös varmistaisivat työn sujuvuuden ja auttaisivat röntgenhoitajia saamaan varmuutta työskentelynsä. Kehittämällä yhtenäisiä hoitosuosituksia voitaisi myös välttyä potilaan hoidon kannalta turhilta, rutiininomaisilta TT-traumakuvauksilta.

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin ja tarkasteltiin Suomen yliopistollisten sairaaloiden aikuisten TT-traumaprotokollia. Vaikeasti vammautuneiden potilaiden vaativin hoito on keskitetty näiden viiden yliopistosairaalan hallitsemille erityisvastuualueille (Terveystieteiden tutkimuskeskus, Valtioneuvoston asetus erityistason sairaanhoidon erityisvastuualueista 812/2012). Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää millaisia yliopistosairaaloitten TT-traumaprotokollat ovat ja miten optimointi niissä toteutuu. Aineisto opinnäytetyöhön kerättiin yliopistosairaaloitten TT-vastuuhoitajilta aineistonkeruulomakkeen avulla.

Aikuisille ja lapsille on omat TT-traumaprotokollansa. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin ainoastaan aikuispotilaille tarkoitettuja protokollia. Opinnäytetyössä ei myöskään verrattu eri sairaaloiden sädeannoksia, vaan keskityttiin toimintatapojen ja niiden optimoinnin tarkasteluun.

2 TRAUMAPROKOLLA JA SEN KÄYTTÖ

TT:n käytöstä vakavasti loukkaantuneilla potilailla sekä traumaprotokollasta on tehty muutamia kotimaisia sekä useita kansainvälisiä julkaisuja. Tässä luvussa määritellään traumapotilas, kerrotaan TT:n roolista traumakuvantamisessa sekä traumaprotokollasta. Röntgenhoitajan toiminnasta trauma-TT-kuvantamisessa on jo tehty kotimaisia opinnäytetöitä (Myllylä & Salonen 2015; Korkala & Karppinen 2015), joten tässä opinnäytetyössä ei käsitellä röntgenhoitajan roolia kuin pinnallisesti.

2.1 Keskeisten termien määrittely

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin ja tarkasteltiin Suomen yliopistosairaaloiden aikuispotilaille tarkoitettuja tietokonetomografian traumaprotokollia. Sanakirjamääritelmän mukaan sana ”protokolla” (engl. *protocol*) merkitsee tiettyjä sääntöjä ja muotoja, joita noudatetaan meneteltäessä kyseisen protokollan mukaisesti (MOT Kielitoimiston sanakirja 2017). Kuvantamisessa protokolla siten tarkoittaa tiettyjä etukäteen määriteltyjä menettelytapoja ja lisäksi tietyn kuvantamisohjelman valitsemista. Kuvantamisohjelma on mahdollisuuksien mukaan pyritty optimoimaan yhdelle tai useammalle protokollaan kuuluvalla kuvantamiskohteelle.

Traumaprotokollalla kuvataan traumapotilaita. Traumapotilaalle ei ole olemassa yhtä yhtenäistä määritelmää. Yleisesti traumapotilaaksi luetaan potilas, joka kärsii vakavasta tai hengenvaarallisesta fyysisestä vammasta. Yleisimmin traumapotilaalla on kahdessa tai useammassa kehonosassa vamma ja nämä vammat joko yhdessä tai erikseen uhkaavat potilaan henkeä eli potilas on ns. monivammapotilas. (Koponen & Sillanpää 2005, 227) Vammojen vaikeusastetta ja vakavuutta arvioidaan erilaisilla asteikoilla. Yleisimmin käytetty asteikko on ISS (injury severity score). (Peng et al. 2015, 1; Furlow 2017, 163) Asteikko on skaalaltaan 1 - 75 ja mitä suurempi luku on, sitä vakavammat vammat potilaalla on. Arvo 75 tarkoittaa koko kehon alueella hyvin vakavia vammoja, joista vain noin puolet potilaista selviää hengissä. (Peng et al. 2015, 1 - 2) ISS:n arvoa yli 15 - 16 käytetään yleisesti monivammapotilaan määritelmänä (Palmer 2007, 13; Frink et al 2017, 497).

Traumoja voidaan luokitella myös mekaanisen voiman aiheuttaman vammaenergian mukaan pieni- ja suurienergiisiin vammoihin. Henkeä uhkaava vamma aiheutuu useimmiten suuresta vammaenergiasta, jolloin vamma uhkaa vitaalitoimintoja. Pienienergiässä vammassa vitaalitoiminnot eivät useimmiten häiriinny ja kudოსvauriot ovat lievempiä. (Lassus & Kröger 2010, 25) Yleisiä suurienergisien vamman kriteerejä ovat mm. putoaminen yli kolmen metrin korkeudesta, moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus yli 60km/h), matkustajan menehtyminen tai henkilön sinkoutuminen autosta tai moottoriajoneuvon törmäyksen voimasta (Frink et al. 2017, 498). Tietokonetomografian traumaprotokollia käytetään näiden määritelmien mukaisten henkeä uhkaavia vammoja saaneiden potilaiden kuvantamiseen.

Aikuisille ja lapsille on olemassa omat traumaprotokollansa ja tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan aikuispotilaille tarkoitettuihin protokolleihin. Aikuispotilaaksi määritellään lain mukaan 18-vuotias henkilö (Laki holhoustoimesta 442/1999), mutta TT-tutkimuksessa potilaan iän lisäksi potilaan koko voi vaikuttaa käytettävään kuvausohjelmaan. STUK:in ohjeistuksen mukaan yli 55 kg painavilla lapsipotilailla voidaan käyttää TT-kuvantamisessa lähes samaa putkivirran määrää kuin aikuisen kuvauksessa (STUK 2005, 14). 18 vuoden ikärajaa käytetään kuitenkin usein Euroopassa aikuisen määritelmänä myös säteilysuojelun näkökulmasta, sillä keskimäärin 18 ikävuoteen saakka ihmiskeho kasvaa ja solut ovat erityisen alttiita säteilylle (De Palma & De Santos 2016, 93). Rajatapauksissa röntgenhoitaja joutuukin joskus käyttämään omaa harkintakykyään.

2.2 Tietokonetomografian käyttö traumatapauksissa

Suomessa sattuu vuosittain noin miljoona fyysisen vamman aiheuttavaa tapaturmaa, ja vuonna 2015 tapaturmat aiheuttivat Suomessa 9 % kaikista kuolemista (Tilastokeskus 2017). Maailmanlaajuisesti traumapotilaat ovat useimmiten nuoria aikuisia, iältään 25 - 44 vuotta (Wintermark et al. 2002, 959; Smith et al. 2010, 378; Linder et al. 2016, 7) ja niin Suomessa kuin muuallakin Euroopassa miehet ovat alttiimpia tapaturmille kuin naiset (THL 2017; Eurostat 2017).

Kokokehon TT:tä käytetään yhä enenevässä määrin traumapotilaiden kuvantamiseen sen nopeuden ja tarkkuuden ansiosta. Niin hemodynaamisesti stabiilit kuin epästabiilitkin potilaat hyötyvät kokokehon TT:stä. (Huber-Wagner et al. 2009, 1455; Huber-Wagner et al. 2013, 6; Hajibandeh & Hajibandeh 2015, 72) Jopa lievästi vammautuneiden potilaiden diagnostiikassa TT:n hyödyt ylittävät selvästi sen haitat (Helkamaa et al. 2013, 1646).

Kuitenkin osa tutkijoista on edelleen sitä mieltä, että kaikkia traumapotilaita ei tulisi kuvata TT:llä sen suuren sädeannoksen ja merkityksettömien lisälöydösten takia (Davies et al. 2015, 48; Linder et al. 2016, 4 - 7). STUK:in julkaiseman raportin mukaan Suomessa tehtävien yleisimpien TT-tutkimusten määrä on lisääntynyt 35,1 % vuosien 2011 ja 2015 välillä ja yksittäisistä tutkimuksista laajan vartalon TT-tutkimusten määrä on lisääntynyt 64,7 % (STUK 2016).

Vakavasti loukkaantuneen potilaan selviytymiseen vaikuttaa merkittävästi hoitoon pääsyyn sekä diagnoosin tekoon käytetty aika (Hilbert et al. 2007, 556; Huber-Wagner et al. 2009, 1460; Hong et al. 2016, 4; Furlow 2017, 162). On todettu, että moni loukkaantunut potilas voidaan pelastaa, jos verenvuoto saadaan tyrehdytettyä ja verenpaine vakautettua tunnin kuluessa onnettomuudesta (ns. Golden hour -periaate) (Hilbert et al. 2007, 553; Furlow 2017, 162). Jokainen säästetty minuutti parantaa potilaan mahdollisuuksia säilyä hengissä (Huber-Wagner et al. 2013, 6). TT:llä pystytään kuvaamaan koko vartalo lyhyessä ajassa, mikä osaltaan nopeuttaa diagnoosin tekoa ja potilaan jatkohoitoon pääsyä. Nopea, viiden minuutin kuvien tarkastelu TT-laitteen monitorilta riittää potentiaalisti henkeä uhkaavien vammojen diagnosoimiseen traumapotilaalta (Ahvenjärvi 2010, 69).

Pitkät sairaalan sisäiset välimatkat voivat olla vakavasti loukkaantuneille potilaille kohtalokkaita. Yksi kriittisimmistä vaiheista onkin potilaan siirtäminen traumahuoneesta kuvantamishuoneeseen (Kumta et al. 2002, 547). Tästä syystä TT-laitteen olisikin hyvä olla vaikeasti vammautuneita potilaita hoitavien yksiköiden läheisyydessä, tai jopa samassa tilassa (Ahvenjärvi 2011, 289; Huber-Wagner et al. 2013, 7; RCR 2015, 7). TT-laitteen sijainti traumahuoneen välittömässä läheisyydessä nopeuttaa huomattavasti potilaan hoitoon pääsyä ja tekee ensivaiheen FAST-ultraääni- ja natiivitutkimukset mahdollisesti jopa turhiksi nykyisten TT-laitteiden ollessa yhä nopeampia. Kokokehon TT-traumatutkimus varjoaineruiskutuksella voidaan suorittaa jopa neljässä minuutissa. (Hilbert et al. 2007, 556 - 557)

TT-kuvantamisella on suuri merkitys, kun tarvitaan tietoa potilaan sisäisistä, mahdollisesti henkeä uhkaavista vammoista ja verenvuodoista. Sisäelinvammojen diagnosoimisessa tarkasti TT-kuvaus on korvaamaton apuväline. (Helkamaa et al. 2013, 1639) Se onkin saavuttanut tarkimman kuvantamismodaliteetin aseman thoraxin ja vatsan alueen kuvauksissa (Kumta et al. 2002, 546 - 547; Traub et al. 2006, 46; Vela et al. 2017, 274). Myös murtumat selkärangassa ja lantiossa sekä pään ja kasvojen alueella saadaan

TT:llä selvemmin näkyviin kuin perinteisellä natiiviröntgenillä. TT on ylivoimaisesti paras menetelmä kuvantaa kasvojen luita. (Ahvenjärvi 2010, 19; Ahvenjärvi 2011, 286)

Useissa tutkimuksissa on todettu, että pelkästään kliininen tutkimus ei riitä havaitsemaan potilaan henkeä uhkaavia vammoja (Gupta et al. 2011, 413; Stengel et al. 2012, 875; Shannon et al. 2015, 1210; RCR 2015, 6). Usein vakavasti loukkaantuneet potilaat ovat intuboituja, heidän tajunnantasonsa on alentunut tai he ovat tajuttomia johtuen tapaturmasta tai päihtymyksestä. Kommunikoivankin potilaan kliininen tutkiminen vammojen diagnosoimiseksi voi olla haastavaa, mutta kommunikoimattomuus tekee siitä vieläkin vaikeampaa. Kokokehon TT:llä saadaan silloin luotettavasti ja nopeasti diagnosoitua potilaan henkeä uhkaavat sisäiset vammat (Millo et al. 2011, 1396; Helkamaa et al. 2013, 1643; Linder et al. 2016, 7). Jopa negatiiviset tulokset TT-tutkimuksesta eli se, että vammat eivät olekaan yhtä vakavat kuin kliinisen tutkimuksen perusteella arveltiin, voivat olla tärkeitä, kun potilas on tajuton tai intuboitu (Kahn et al. 2017, 850 - 852).

Niin kansainvälisen kuin kotimaisenkin tieteellisen tutkimuksen perusteella on syntynyt konsensus siitä, että TT-kuvantaminen on henkeä uhkaavissa traumatapauksissa perusteltua (Kumta et al. 2002, 546 - 547; Hilbert et al. 2007, 556 - 557; Huber-Wagner et al. 2009, 1459 - 1460; Ahvenjärvi 2010, 66 - 69; Helkamaa et al. 2013, 1645 - 1646; Hajibandeh & Hajibandeh 2015, 64). Myös raskaana olevat potilaat tulee kuvata TT:llä silloin, kun kuvantaminen on elintoimintojen ja vammalöydösten perusteella aiheellista. Äidin hengissä selviäminen on sikiönkin kannalta merkityksellisempää kuin tutkimuksesta aiheutunut säderasitus. (Helkamaa et al. 2013, 1644; RCR 2015, 9)

2.3 Tietokonetomografian traumaprotokolla

Traumadiagnostiikassa käytetään maailmanlaajuisesti sairaalakohtaisia TT-traumaprotokollia eli tiettyjä ennalta suunniteltuja toimintatapoja ja kuvantamisohjelmaa. Protokollaa käytetään tietyt kriteerit täyttävien, vakavasti loukkaantuneiden potilaiden kuvantamiseen. (Koskinen & Handolin 2011, 16)

TT-traumaprotokollalla tarkoitetaan kuvausta, jossa potilaasta kuvataan pää, kaularanka ja vartalo samalla kertaa (Soto & Anderson 2012, 680; Helkamaa et al. 2013, 1640; Furlow 2017, 166). Stabiileilta potilailta voidaan radiologin ohjeistuksen mukaan kuvata myös alaraajat mahdollisten verisuonivammojen havaitsemiseksi, sekä ottaa jälkisarjoja lantion alueen vammoissa vuotojen poissulkemiseksi. (RCR 2015, 15-17)

TT-traumakuvaus tehdään potilaalle heti, kun elintoiminnot on saatu vakautettua, jotta vammojen sijainti ja vakavuus saadaan selville (King & Wherry 2010, 3). Traumaprotokolla on suunniteltu siten, että kuvauksella saadaan havaittua merkittävät henkeä uhkaavat vammat nopeasti ja sen perusteella voidaan tehdä päätöksiä potilaan hoidosta (Koskinen & Handolin 2011, 16). Ennalta suunniteltu, systemaattinen protokolla nopeuttaa potilaan hoitosuunnitelman tekoa ja siten hoitoon pääsyä. Sitä tulisikin käyttää kaikissa traumapotilaita kuvaavissa yksiköissä. (Helkamaa et al. 2013,1642 - 1645; RCR 2015,10)

Useissa tutkimuksissa on todettu, että lyhyt ja mahdollisimman yksinkertainen trauma-protokolla riittää havaitsemaan henkeä uhkaavat vammat samalla säästäten potilasta suurelta sädeannokselta (Sedlic et al. 2013, 46; Eichler et al. 2015, 114; Alagic et al. 2017, 517). TT-traumaprotokollalla kuvattujen potilaiden kuolleisuus on vähäisempi verrattuna potilaisiin, joilla kuvataan valikoidusti vain tietyt osat kehoa (Huber-Wagner et al. 2009, 1460; Hutter et al. 2011, 6). Monet traumayksiköt käyttävät rutiininomaisesti koko vartalon alueen kattavaa TT:tä monivammapotilailla, koska kliininen tutkimus, FAST-ultraääni tai perinteinen röntgenkuvaus eivät välttämättä riitä näyttämään kaikkia potentiaalisia henkeä uhkaavia vammoja (Furlow 2017, 169 - 170).

Käytännössä traumatilanteessa potilaalle tehdään kokokehon TT, jolla tarkoitetaan pään kuvaamista ensin natiivina eli ilman jodivarjoainetta ja sen jälkeen vartalon kuvaamista varjoainetehosteisena siten, että kuva-ala ulottuu rangan yläpuolelta istuinluiden alapuolelle (Huber-Wagner et al. 2009, 1455 - 1456). RCR:n (The Royal College of Radiologists) ohjeistuksen mukaan kuva-alan tulisi ulottua jopa polviin asti, mikäli mahdollista (RCR 2015, 16). Vartalon TT on mahdollista suorittaa yhtenä tai useampana kuvauksena (Huber-Wagner et al. 2009, 1455 - 1456).

Traumaprotokollassa pää kuvataan kallonsisäisten henkeä uhkaavien vammojen diagnosoimiseksi. TT on osoittautunut luotettavaksi ja nopeimmaksi tavaksi havaita toimenpiteitä vaativat pään vammat (Besenski 2002, 1237; Ahvenjärvi 2010, 69). Pään kuvantamisessa ei käytetä varjoainetta, sillä se voisi haitata subaraknoidaali- eli lukinkalvonalaisen vuodon havaitsemista (Koskinen 2010, 141). Kaula kuvataan protokollasta riippuen varjoainetehosteisena arteriavaiheessa valtimon dissekaatioiden havaitsemiseksi tai ilman varjoainetta erillisenä kuvauksena. Ilman varjoainetta kuvattaessa kaulan alue kannattaa kuvata kädet alhaalla. Varjoainetehosteisena kaulan alue voidaan kuvata yhdellä pöydän liikkeellä vartalon kanssa samalla kertaa. (Nguyen et al. 2009, 9;

RCR 2015, 15; Yaniv et al. 2013, 672) Tällöin varjoaineesta voi olla hyötyä nikamamurtumien ja niihin liittyvien valtimovammojen havaitsemisessa (RCR 2015, 17). Varjoainetehosteista kaulan kuvausta suositellaankin, jos potilaalla on pään ja kaulan alueen vammoja (Wiklund et al. 2015, 755 - 756). Kaularanka kuvataan ohuella leikepaksuudella, jotta murtumat olisi helppo havaita. Vartalon kuvauksessa käytetään varjoainetta ja ruisutus voi olla monivaiheinen, jotta saadaan erottumaan sekä valtimo- että laskimovaihe samanaikaisesti. (Koskinen 2010, 141) Suonensisäisen varjoaineen käyttö auttaa sisäelinvammojen havaitsemisessa (Frink et al. 2017, 499 - 500).

Ei ole olemassa yhtä ainoaa oikeanlaista traumaprotokollaa ja vaikka sairaaloissa onkin käytössä yleinen traumaprotokolla, ei se tarkoita, että jokaiselle potilaalle tehdään tapauksesta riippumatta samanlaiset kuvantamistutkimukset. Koska moderni TT-laitteisto mahdollistaa kuvantamisen hyvinkin monimuotoisesti, voidaan potilaalle tehtävät tutkimukset määrittää potilaskohtaisesti. Määritykseen vaikuttavia asioita ovat ennen kaikkea potilaan hemodynaaminen tila, vammojen sijainti ja potilaan ikä. (Soto & Anderson 2012, 690; Helkamaa et al. 2013, 1645; Furlow 2017, 168) RCR on julkaissut sivustollaan esimerkkiprotokollat, joissa tehtävät tutkimukset riippuvat hyvin paljon potilaan tilasta (RCR 2015, 15 - 17). Traumakuvaus voidaan usein suorittaa muutamaa perusprotokollaa käyttäen sekä keskeisiä periaatteita noudattaen (Helkamaa et al. 2013, 1645).

3 TRAUMAKUVANTAMINEN JA SÄDEANNOKSEN OPTIMOINTI

TT on henkeä uhkaavassa traumatapauksessa perusteltu kuvantamismenetelmä tarkasteltaessa siitä saatua diagnostisen tiedon määrää, tutkimuksen nopeutta ja potilaiden selviytymistodennäköisyyttä. Potilaan saaman sädeannoksen optimointi on kuitenkin tärkeää, jotta säderasitus saadaan minimoitua säilyttäen kuvien diagnostinen laatu riittävänä. (Wurmb et al. 2007, 1062) Traumakuvantamisessa voidaan pääosin käyttää samoja optimointiperiaatteita kuin tavanomaisessa TT-kuvantamisessa, mutta tietyissä asioissa traumakuvantaminen eroaa muusta TT-kuvantamisesta. Kotimaisia TT-traumakuvantamisen optimointiin liittyviä julkaisuja ei ole, mutta kansainvälisesti traumakuvantamisen optimointia on tutkittu melko runsaasti. Ollakseen hyvin optimoitu TT-traumakuvauksen tulee tapahtua nopeasti, kuvanlaadun tulee olla tarkka ja diagnostinen sekä sädeannoksen mahdollisimman pieni.

3.1 Kuvauksen oikeutus ja potilaan asettelu

Erityisesti nuorilla potilailla, joilla ei ole henkeä uhkaavia vammoja, TT-traumaprotokollan käytön oikeutusta tulisi harkita vakavasti, eikä kuvata jokaista traumapotilasta automaattisesti (Shannon et al. 2015, 1208; Linder et al. 2016, 5 - 6; Sierink et al. 2016, 679 - 680). Paras tapa vähentää potilaan säderasitusta on välttää TT-tutkimuksen tekeminen, mikäli mahdollista (Sodickson 2013,120). Kliinisessä tutkimuksessa epäilty vammot suuressa osassa tapauksista eivät kuitenkaan vastaa TT-kuvauksessa havaittuja vammoja, joten kuvauksen oikeutuksen harkinta voi olla haastavaa (Shannon et al. 2015, 1208 - 1209). Traumapotilaat ovat keskimäärin nuorempia kuin muista syistä TT:llä kuvattavat potilaat, joten säteilyn karsinogeeninen vaikutus tulee ottaa huomioon (Leung et al. 2015, 1111).

Potilaan keskittäminen oikein on aina TT-tutkimuksessa tärkeää, sillä 6 cm:n virhe keskityksessä voi aiheuttaa n. 40 % lisän kohinan määrään, jolloin automaattinen putkivirran modulaatio voi lisätä virran määrää ja siten sädeannosta jopa kaksinkertaiseksi (Li et al. 2007, 551; Jartti et al. 2012). Traumatutkimuksessa potilaan asettelu voi olla haastavampaa kuin ajanvarauspotilaiden asettelu ja se on tehtävä nopeasti potilaan tilan vuoksi.

Käsien asettelu vartalon TT-tutkimuksessa vaikuttaa paljon kuviin aiheutuvien artefaktosten määrään ja siten diagnoosin tarkkuuteen. Hengenvaarallisia vammoja voi jäädä huomaamatta artefaktosten vuoksi ja siksi kädet tulisi aina asetella vartalon kuvauksessa mahdollisuuksien mukaan potilaan pään yläpuolelle. (Kahn et al. 2013, 69 - 70) Potilaan vartalon alueen sädeannos pienenee myös 16 - 22 % käsien ollessa ylhäällä (Loewenhardt et al. 2011, 70). Käsien asettelussa tulee olla varovainen, jottei siitä aiheudu potilaalle ylimääräistä vammaa.

Vartaltoa kuvattaessa molempien käsien asettelu pään yläpuolelle tuottaa parhaan kuvanlaadun ja pienimmän säderasituksen, mutta jo toisen käden nosto pään yläpuolelle toisen jäädessä alas tuottaa huomattavasti paremman kuvanlaadun kuin molempien käsien jäädessä alas. Jätettäessä yksi käsi alas se tulisi asetella ylävatsan päälle eikä vartalon viereen. Kuvanlaatu on heikoin asettelussa, jossa potilaan molemmat kädet ovat alhaalla vartalon vieressä. Molemmat kädet ristissä ylä- tai alavatsan päällä tuottavat hieman paremman kuvanlaadun. Näistä vaihtoehdoista ylävatsan päälle asettelu on suositeltavampi. (Loewenhardt et al. 2011, 70; Kahn et al. 2013, 69 - 70) Käsien asettelu pään yläpuolelle on kuvanlaadun ja säderasituksen kannalta hyväksyttävä asettelutapa kallonpohjasta alaspäin kuvattavissa kohteissa, joten yhdellä pöydän liikkeellä kuvattava yhdistetty kaularangan sekä vartalon tutkimus voidaan kuvata kädet ylhäällä (Kahn et al. 2013, 70). Kuvattaessa ensin natiivipää tai natiivipää ja kaularanka kädet alhaalla on käsien uudelleenasettelu pään yläpuolelle perusteltua kuvanlaadun parantuessa huomattavasti, vaikka uudelleenasettelu viekin hieman aikaa. (Karlo et al. 2011, 291; Loewenhardt 2011, 71)

Mikäli potilaasta otetaan vain yksi suunnittelukuva, jossa kädet ovat alhaalla, ja kädet nostetaan suositellun mukaisesti vartalon kuvauksessa pään yläpuolelle, sädeannos vartalon alueella kasvaa, jos automaattinen putkivirran modulaatio lasketaan suunnittelukuvan perusteella. Tämän vuoksi pitäisi ottaa uusi suunnittelukuva, jos käsien asentoa muutetaan. (Kahn et al. 2017, 850 - 852)

Traumapotilaan siirrossa käytettävien joustavien muovisten liukulautojen ei olla todettu vaikuttavan merkittävässä määrin potilaan saamaan sädeannokseen (Loewenhardt et al. 2011, 72; Lee et al. 2016, 7), mutta rankalautojen poistoa TT-kuvaukseen suositellaan, sillä ne voivat vaimentaa niiden läpi pääsevää säteilyä ja lisätä putkivirtaa automaattista modulaatiota käytettäessä. Rankalaudan vuoksi lisääntyneen säderasituksen

määrä riippuu käytettävästä kuvantamislaitteistosta ja automaattisen modulaation toimintatavasta. Tutkimuksen mukaan putkivirta kasvoi rankalaudan kanssa kuvattaessa 2 - 7 % Siemensin laitteistolla ja 18 - 31 % GE:n laitteistolla. (Lee et al. 2016, 1 - 8)

Rankalautojen poistoa suositellaan jo kliinisen tutkimuksen jälkeen ennen kuin potilas saapuu TT-huoneeseen, sillä ne saattavat lisätä sädeannosta. Potilasta ei tulisi muutenkaan kuljettaa pitkiä matkoja rankalaudan tai kauhapaarien kanssa, sillä ne voivat lisätä selkärangan liikettä sekä aiheuttaa kipua painekohdissa. Pitkän matkan (yli 30 minuuttia) kuljetukseen suositellaan tyhjiöpatjaa tai ambulanssin paareja. Immobilisaation tarve on aina määriteltävä tapauskohtaisesti ja turhaa tuentaa tulisi välttää. Mahdollisen rankavammapotilaan siirtämiseen alustalta toiselle suositellaan käytettäväksi kauhapaareja, sillä ne eivät aiheuta yhtä paljon liikettä potilaaseen kuin rankalaudan tai siirtolakanan avulla siirtäminen. Muutoin suositellaan käytettäväksi liukulautaa tai tyhjiöpatjaa potilaan siirtämiseksi TT-pöydälle, jolloin potilaan sädeannos ei lisäännä merkittävästi, vaikka siirtoväline jouduttaisi jättämään potilaan alle kuvauksen ajaksi. (Lee et al. 2016, 1 - 8; Ensihoidon ja päivystyksen liikelaitos 2017, 2)

Säteilyturvakeskus (STUK) on antanut sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (423/2000) mukaiset normaalikokoisen potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten TT-tutkimuksissa. Vartalon TT-traumatutkimuksen vertailutasot ovat $CTDI_{vol}$: 17 mGy ja DLP: 1300 mGy*cm. (STUK 2013) Tässä opinnäytetyössä ei vertailla eri sairaaloiden annostasojä, sillä opinnäytetyön työmäärä haluttiin pitää rajallisena ja keskimääräistä annostasoa olisi voinut olla hankala arvioida luotettavasti potilasmateriaalin ja laitekanan vaihdellessa. Sen sijaan opinnäytetyö keskittyy asioihin, joiden avulla potilasannosta ja TT-traumakuvauksen prosessia on mahdollista optimoida ja sujuvoittaa.

3.2 Kuvausprotokolla ja parametrit

Monet kuvausprotokollan parametrit vaikuttavat potilaan sädeannokseen. Kuva-ala tulisi aina rajata mahdollisimman tarkkaan, jotta säderasitus olisi mahdollisimman pieni (Jartti et al. 2012). Potilasannoksia $CTDI_{vol}$ ja DLP tulisi tarkkailla jatkuvasti. Pienille ja suurille aikuispotilaille tulisi olla omat protokollansa tai ainakin putkijännitettä tulisi optimoida erikokoisten potilaiden välillä. Useaan kertaan saman kohteen kuvaamista saman tutkimuksen aikana tulisi välttää. TT-laitteen vaihtuessa vanhaa protokollaa ei tulisi suoraan siirtää uudelle laitteelle, vaan päivittää sitä, jotta uuden laitteen kehittyneempää teknologiaa saataisi parhaiten hyödynnettyä. (Sodickson 2013, 120 - 125)

Yhdellä pöydän liikkeellä kuvattu (engl. *single-pass*) kokokehon TT-tutkimus aiheuttaa potilaalle arviolta 10 - 20 mSv efektiivisen annoksen ja tällä tavoin tehdyn kokokeho-tutkimuksen annos on pienempi kuin useassa osassa tehdyn tutkimuksen (engl. *segmented*) (Huber-Wagner et al. 2009, 1459). Yhdessä osassa kuvattu kokokeho-TT tarkoittaa kuvausta kallonpohjan korkeudelta istuinkyhmyjen alapuolelle yhdellä pöydän liikkeellä sen sijaan, että kuvattaisi keho useammassa osassa, esimerkiksi kaulan alue, keuhkot ja ylävatsa yhdessä sekä erikseen alavatsa. Suurempi sädeannos useammassa osassa tehdyssä kokokehon kuvauksessa johtuu siitä, että kuva-alat menevät osittain päällekkäin. (Huber-Wagner et al. 2009, 1459) Myös split-bolus-ruiskutus vähentää kuvausten päällekkäisyyden tarvetta (Sodickson 2013, 122 - 124). Helikaalikuvaus yhdellä pöydän liikkeellä on paras vaihtoehto sekä sen nopeuden että sädeannoksen optimoinnin kannalta. (Eichler et al. 2015, 110) Yhdellä pöydän liikkeellä tehtävän kokokehon TT-traumakuvausten on tutkittu vievän keskimäärin yli 40 % vähemmän aikaa kuin useassa osassa kuvattava tutkimus. (Nguyen et al. 2009, 6)

Suunnittelukuvien määrä tulisi optimoida, mutta se voi olla riippuvainen monesta asiasta. Esimerkiksi jos yhteen pitkään suunnittelukuvaan (kädet alhaalla vartalon vieressä) suunnitellaan sekä pään että vartalon kuvaukset, mutta kädet nostetaan ylös vartalon kuvaamisen ajaksi, säteilyn määrä ei välttämättä ole optimoitu, sillä joskus laitetekniikasta riippuen se määritetään suunnittelukuvan perusteella. Tällaisessa tapauksessa olisi parasta ottaa suunnittelukuvat päästä ja vartalosta erikseen. (Kahn et al. 2017, 852) Reaaliaikaisessa annosmodulaatiossa tätä ongelmaa ei ole (Kalra et al. 2005, 173 - 180) Suunnittelukuvat tulisi ottaa mahdollisimman alhaisilla putkijännitteen ja putkivirran arvoilla, jotka on optimoitu kyseiselle kuvauskohteelle: esimerkiksi pään kuvauksessa 80 kV ja 50 mA, vartalon kuvauksessa 100 kV ja 50 mA (Mayo-Smith et al. 2014, 668).

Iteratiivisen laskennan käyttö vaikuttaa huomattavasti potilaan sädeannokseen. Iteratiivista laskentaa käyttämällä voidaan TT-tutkimuksessa käytettyä säteilyn määrää vähentää. Tällöin kuvaus tehdään hyväksymällä enemmän kohinaa, jota saadaan kuvauksen jälkeen poistettua laskennallisoin keinoin. Tällöin kuvanlaatu pysyy samantasoisena vähemmällä säteilymäärällä. (Huber-Wagner et al. 2009, 1459; Kahn et al. 2013, 67 - 71) Iteratiivisen laskennan on todettu olevan toimiva ratkaisu myös traumakuvantamisessa (Maxfield et al. 2012, 4; Geyer et al. 2015, 352).

Iteratiivisia laskenta-algoritmeja on laitevalmistajilla erilaisia ja iteratiivisen laskennan määrä ilmoitetaan eri tavoin. ASiR-iteratiivisen laskennan (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction, GE) määrä ilmoitetaan prosentteina (0 - 80 %, 10 % välein), jonka verran

iteratiivisen laskennan avulla muodostettua kuvaa sekoitetaan perinteisellä FBP-tekniikalla (filtered back projection) muodostettuun kuvaan. Käytetyn ASiR-tekniikan määrän ja FBP-tekniikan määrän yhteenlaskettu summa on 100 %. GE:llä on myös toisenlainen mallintavaan iteratiiviseen laskentaan perustuva algoritmi nimeltään Veo. ADMIRE- (Advanced Modeled Iterative Reconstruction, Siemens) ja SAFIRE-iteratiivista laskentaa (Sinogram Affirmed Iterative Reconstruction, Siemens) on viisi eri tasoa (1 - 5) lisääntyvien iteraatiokertojen määrän mukaan. Iteraatiokertojen määrä ei ole sama kuin tason numero. Tasolla 1 hyödynnetään vähiten ja tasolla 5 eniten iteratiivista laskentaa tavanomaisen FBP-tekniikan lisäksi. AIDR 3D -iteratiivista laskentaa (adaptive iterative dose reduction, Toshiba) on kolme tasoa: mild, standard ja strong. Valitun tason laskentaa käyttämällä tuotettu kuva sekoitetaan raakadatan perusteella tuotettuun kuvaan. (Jensen et al. 2014, 2990 - 2992; Geyer et al. 2015, 343 - 344)

Esimerkiksi ASiR-iteratiivisen laskentamallin käyttö vähentää sädeannosta tehokkaammin kuin tavanomainen FBP pidentämättä rekonstruktioaika. Iteratiivista laskentaa käyttämällä voidaan pienentää myös käytettävää putkijännitettä. (Jartti et al. 2012) ASiR-iteratiivista laskentaa hyödyntämällä tutkimuksessa saatiin vartalon alueella 14 % annossäästöt ja pään alueella 19 % annossäästöt kuvanlaadun kärsimättä (Maxfield et al. 2012, 5 - 6) ja ASiRin käyttö yhdessä uudenkaltaisen detektorimateriaalin kanssa voi toisen tutkimuksen mukaan johtaa jopa 30 % annossäästöön (Geyer et al. 2016, 4 - 5). Osa laitevalmistajista suosittelee iteratiivista laskentaa käytettäessä käyttämään terävämpää laskenta-algoritmia eli kerneliä, sillä iteratiivinen laskenta pehmentää kuvia jonkin verran. (Jartti et al. 2012) Pehmeämpien laskenta-algoritmien ja paksumman rekonstruktioleikepaksuuden käyttö vähentää kuvan kohinaa. Tutkimus tulisi tehdä ohuilla leikkeillä ja kuvia katsoa paksuina leikkeinä, kun se on mahdollista. (Jartti et al. 2012; Sordickson 2013, 126 - 127)

Putkivirran automaattinen modulointi vähentää sädeannosta ja pitää kuvanlaadun tasaisempaan verrattuna kiinteään putkivirta-arvoon. Modulointi perustuu potilaan muotoon, kokoon ja kudosten tiheyteen sekä asetettuun kohinaindeksiin tai referenssiputkivirran tasoon, joka pidetään vakiona. Eri laitteissa on erilaisia tapoja määrätä putkivirran määrä ja modulaatiota tapahtuu joko z-akselin suunnassa tai z-, x-, ja y-akselien suunnassa. Laite havaitsee tarvittavan säteilymäärän joko edellisen kierroksen avulla tai suunnitelukuvista, useimmiten sivusuunnan suunnittelukuvasta. Toimiessaan annosmodulaatio voi pienentää potilaan saamaa sädeannosta jopa 20 - 40 %. (Kalra et al. 2005, 171 -

181; Jartti et al. 2012) Myös yleinen putkivirran alentaminen yhdessä varjoaineruiskutuksen optimoinnin kanssa vähentää sädeannosta, sillä kontrastin lisääminen varjoaineen avulla vähentää kohinaa (Sodickson 2013, 124 - 125).

Seuraavia annossäästömenetelmiä suositellaan käytettäväksi yhdessä parhaan annossäästön ja kuvanlaadun aikaansaamiseksi: putkijännitteen laskeminen (esim. 140 kVp:stä 120 kVp:een), iteratiivisen rekonstruktion lisääminen yhdessä putkivirran vähentämisen kanssa sekä split-bolus-ruiskutus, joka mahdollistaa kokokehon kuvauksen yhdellä pöydän liikkeellä. (Kahn et al. 2017, 850 - 852) Mahdollisimman matalaan sädeannokseen pyrittäessä on kuitenkin muistettava, että joidenkin parametrien muuttaminen voi pidentää rekonstruktioaikoja. Tällöin on tarkasti punnittava, kumpi on tärkeämpää, sädeannoksen optimoiminen mahdollisimman pieneksi vai ajan säästäminen traumalanteessa. (Alagic et al. 2017, 514 - 517) Myös rekonstruktioiden valmistumisaika voi vaikuttaa huomattavasti potilaan hoitoon pääsyyn (Eichler et al. 2015, 110), mutta tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa kuvauksen jälkeiseen rekonstruktioiden muodostamiseen, vaan itse kuvauksen protokollaan.

3.3 Varjoaineruiskutus

Varjoainetehosteisessa vartalon kuvauksessa tai yhdistetyssä vartalon ja kaulan TT-kuvauksessa voidaan käyttää erilaisia varjoaineruiskutuksia sekä kuvauksen käynnistämistapoja. Tavanomaisessa varjoaineruiskutuksessa annetaan yksi varjoainebolus ja kuvataan arteria- ja venavaiheet erikseen, jolloin kuva-alat menevät osittain päällekkäin. Split-bolus-ruiskutuksessa varjoaine jaetaan useimmiten kahteen bolukseen, joiden välillä on ruiskutuksessa tauko tai keittosuolaliuosbolus. Ensimmäinen, usein hitaammin ruiskutettava varjoainebolus on parenkyymien tehostumista varten, ja toinen, usein nopeammin ruiskutettava bolus on valtimovaiheen angiografista tehostumista varten. Toisen varjoaineruiskutuksen jälkeen voidaan ruiskuttaa keittosuolaliuosta. Sekä arteria- että venavaihe kuvataan samaan kuvapakkaan yhdellä pöydän liikkeellä ruiskutusten päätyttyä usein kiinteän viiveen jälkeen. (Loupatatzis et al. 2008, 1207 - 1213; Nguyen et al. 2009, 1 - 9; Yaniv et al. 2013, 669 - 674; Leung et al. 2015, 1112 - 1115)

Kaksi- tai kolmivaiheiset, eli kahden varjoaineboluksen tai kahden varjoaineboluksen sekä keittosuolaliuosboluksen, ruiskutukset saavat sisäelimet tehostumaan paremmin kuin yksivaiheinen ruiskutus pidentämättä tutkimukseen kuluvaa aikaa (Yaniv et al.

2013, 674 - 675) Varjoaineruiskutusten jälkeen suositellaan 40 - 50 ml keittosuolaliuosbolusta parantamaan varjoainetehostumista (Jartti et al. 2012) ja vähentämään artefakteja, jotka johtuvat solislaskimossa olevasta varjoaineesta (Leung et al. 2015, 1114). Verrattuna tavanomaiseen protokollaan radiologilla on myös vähemmän kuvia katsottavana, mikä vie vähemmän aikaa ja voi nopeuttaa potilaan hoitoon pääsyä. (Yaniv et al. 2013, 673) Split-bolus-tekniikalla kuvatuissa tutkimuksissa tehostuminen sekä arteria-että venavaiheessa on todettu diagnostisesti riittäväksi, jopa paremmaksi kuin bifaasisessa kuvauksessa (Loupatatzis et al. 2008, 1211 - 1213; Nguyen et al. 2009, 8 - 9; Yaniv et al. 2013, 674 - 675; Leung et al. 2015, 1112 - 1115).

Split-bolus-ruiskutusta on käytetty pääasiassa viimeisen vuosikymmenen aikana traumakuvantamisessa, vaikka osassa sairaaloista vielä tavanomaista ruiskutusta käytetäänkin. Sairaaloiden erilaisen kuvantamisvälineistön sekä vakiintumattoman ruiskutus-käytännön vuoksi varjoaineen määrä ja ruiskutusnopeus eli ruiskutusprotokolla voivat vaihdella split-bolus-ruiskutuksissa sairaaloiden välillä (Leung et al. 2015, 1115). Viidessä tutkimuksessa testatut erilaiset traumakuvantamisen split-bolus-protokollat ovat taulukossa 1. Niissä varjoaineen määrä ja ruiskutusnopeus sekä ruiskutusprotokolla vaihtelevat jonkin verran. Osassa tutkimuksista kahden varjoaineboluksen välissä on tauko, mutta yhdessä jatketaan varjoaineen ruiskutusta hyvin hitaasti bolusten välillä. Yhdessä ei ole ruiskutusten välissä ollenkaan taukoa ja yhdessä ruiskutetaan keittosuolaliuosta myös varjoainebolusten välissä. Kolmessa viidestä protokollasta ruiskutetaan lopuksi keittosuolaliuosta, mutta kahdessa ei ruiskuteta. Kaikissa paitsi yhdessä protokollassa, jossa kuvauksen käynnistämistapaa ei kerrottu, aloitetaan kuvaus kiinteän viiveen jälkeen. Viiveet vaihtelevat eri protokollien välillä. (Loupatatzis et al. 2008, 1207 - 1208; Nguyen et al. 2009, 1 - 2; Yaniv et al. 2013, 669 - 670; Leung et al. 2015, 1112 - 1113; Kahn et al. 2017, 844 - 845)

Taulukko 1. Erilaisia traumaprotokollan split-bolus-ruiskutuksia.

Tutkimus	1. VA (ml)	1. VA (ml/s)	1. NaCl (ml)	1. NaCl (ml/s)	Tauko (s)	2. VA (ml)	2. VA (ml/s)	2. NaCl (ml)	2. NaCl (ml/s)	Käynnistys	VA-kons. (mg/ml)
Loupatatzis et al. 2008	70	3,0	-	-	8 *	75	4,0	-	-	Kiinteä viive 50 s	300
Nguyen et al. 2009	90	6,0	-	-	-	60	4,0	-	-	N/A	300
Yaniv et al. 2013	80	3,0	-	-	13	50	4,0	30	4,0	Kiinteä viive 75 s	350
Leung et al. 2015	65	2,0	-	-	10	85	3,5	30	3,5	Kiinteä viive 77 s	340
Kahn et al. 2017	100	2,0	20	1,0	-	60	4,0	40	4,0	Kiinteä viive 85 s	350

VA (ml) = varjoainemäärä, NaCl (ml) = keittosuolaliuosmäärä, VA tai NaCl (ml/s) = varjoaineen tai keittosuolaliuoksen ruiskutusnopeus, VA-kons. (mg/ml) = varjoainekonsentraatio.

*Tauon aikana varjoaineruiskutus jatkuu nopeudella 0.1 ml/min suoniytteiden ylläpitämiseksi.

Käytettäessä split-bolus-ruiskutusta on potilaan sädeannos lähes 50 % pienempi verrattuna tavanomaiseen varjoaineruiskutukseen, jossa ruiskutetaan yksi varjoainebolus ja kuvataan erikseen arteria- ja venavaiheet kahdella pöydän liikkeellä. Kuitenkin hemodynaamisesti epästabiileilla potilailla kaksivaiheinen kuvaus voi edelleen olla varteenotettava vaihtoehto. Split-bolus-ruiskutusta käytettäessä traumatiimi voi olla kuvaushuoneessa koko varjoaineruiskutuksen ajan eli n. 50 - 85 sekuntia sen sijaan, että he pääsisivät käymään huoneessa kaksi lyhyempää kertaa suunnittelukuvien sekä arteria- ja venakuvausten välillä. (Leung et al. 2015, 1112, 1115)

Split-bolus-ruiskutuksella voidaan kuvata potilas kallonpohjan tasolta saakka, jolloin myös kaularankamurtumiin liittyvät valtimovauriot voidaan havaita. Split-bolus-ruiskutuksessa käytetään ruiskutusprotokollasta riippuen enemmän varjoainetta kuin bifaasisessa kuvauksessa, mutta traumapotilaat ovat keskimäärin varjoainetehosteisella TT:llä kuvattuja potilaita nuorempia, joten munuaisfunktio on harvemmin ongelmana. Split-bolus-ruiskutusprotokollia koskevissa tutkimuksissa potilaiden keski-ikä oli n. 39 - 47 vuotta. (Loupataz et al. 2008, 1207; Eichler et al. 2015, 111; Leung et al. 2015, 1111; Alagic et al. 2017, 512; Kahn et al. 2017, 848) Traumapotilaiden iässä on kuitenkin suurta hajontaa. Kuvanlaadun ollessa tutkitusti riittävä split-bolus-tekniikkaa käyttäessä, varjoainemäärän vähentäminen on edelleen mahdollista (Leung et al. 2015, 1112 - 1115)

Varjoainemäärästä ja potilaan painon vaikutuksesta siihen on ollut myös keskustelua ja varjoainemäärän määrittämisestä potilaan painon mukaan ollaan kahta mieltä. Traumapotilaan paino voi vaihdella hyvin paljon ja siten tietty kiinteä varjoainemäärä ei ole kaikille potilaille optimaalinen. Traumapotilaan paino voi kuitenkin olla hankala mitata luotettavasti siirtovälineistön ja muiden hoidossa käytettävien tarvikkeiden kanssa potilaan ollessa tajuton. (Leung & Jones 2016; Scialpi & Schiavone 2016)

Sekä split-bolus-protokollalla että tavanomaisella arteria- ja venavaiheen ruiskutuksen sisältävällä ruiskutusprotokollalla saadaan diagnosoitua kaikki potilaan henkeä uhkaavat vammat (Leung et al. 2015, 1113). Osassa traumakuvantamisosastoista käytetään pelkkää laskimovaiheen kuvausta yksivaiheisella varjoaineruiskutuksella ja kiinteällä viiveellä ja kuvien diagnostinen taso on todettu yhtä riittäväksi kuin split-bolus-ruiskutuksessa. Koska vain laskimovaihe kuvataan, ei sädeannos ole split-bolus-ruiskutusta hyödyntävää tutkimusta suurempi, mutta valtimovammoja ei kuvista juuri nähdä. (Eichler et al. 2015, 113, Alagic et al. 2017, 514) Yhdellä pöydän liikkeellä ja split-bolus-ruiskutuksella tehtävää vartalon trauma-TT:tä suositellaankin tehtäväksi, jos on käytössä yli 16-

leikkeinen monidetektorilaite. Vanhempien laitteiden, joissa leikkeitä on vähemmän, protokollat voivat vielä sisältää tavanomaisia ruiskutuksia. Split-bolus-ruiskutusta ei myöskään suositella, jos kanyyli on pienempi kuin 18 G. (Nguyen et al. 2009, 9)

Traumaprotokollakuvauksen käynnistämässä hyödynnetään kansainvälisesti pääasiassa kiinteää viivettä, jonka jälkeen kuvaus käynnistyy automaattisesti. Kiinteän viiveen protokollaa pidetään varmempana kuin muita käynnistystapoja, jos laitetta käytävällä röntgenhoitajalla ei ole varmuutta TT-kuvantamiseen. Bolus tracking -menetelmää ei myöskään välttämättä pystytä käyttämään potilailla, joiden verenkierto ei ole stabiili tai jos split-bolus-ruiskutus on käytössä, sillä kuvaus saattaisi käynnistyä vahingossa liian aikaisin ensimmäisen varjoaineruiskutuksen aikana. (Eichler et al. 2015, 113, Leung & Jones 2016)

3.4 Sädeherkkien elinten suojaaminen

Kuvauslaitteen sisäänrakennetut annossäästömenetelmät voivat huomattavasti vähentää sädeannosta säteilyherkkien elinten kohdalla, jotka sijaitsevat pääosin vartalon etupuolella. Anatominen annosmodulaatio eli sädeherkkien elinten suojaaminen (OBTCM, organ-based tube current modulation tai ODM, organ dose modulation) on laitteeseen sisäänrakennettu annossäästöttekniikka, jossa putkivirtaa pienennetään valituilla alueilla, pääasiassa AP-suunnassa, jolloin annos vähenee valitun kohteen alueella 10 - 30 %. Vastaavasti PA-suunnassa voidaan sädeannosta kompensoida lisäämällä putkivirtaa tai olla kompensoimatta riippuen laitetekniikasta. (Jartti et al. 2012) OBTCM-suojausta käytettäessä putkivirran tulee pysyä anteriorsuunnassa riittävän suurena, jotta CT-luku eli HU-arvo ei muutu, jottei kuviin tule vääristymää (partial reconstruction). (Alagic et al. 2017, 514 - 517)

Vismuttisuojaajat ovat ulkoisia sädeherkkien elinten päälle asetettavia sädesuojia, jotka pienentävät pinnallisten elinten sädeannosta niiden alla 30 - 70 %. Ne vaimentavat kuitenkin sekä edestä sädeherkkään kudokseen että takaa potilaan läpi tulevaa säteilyä, joka vähentää kuvanmuodostukseen käytettävää informaatiota ja siten aiheuttaa enemmän kohinaa. Lisäksi vismuttisuojaajat aiheuttavat streak-artefaktia ja muuttavat CT-lukuja sitä enemmän, mitä paksumpi suoja on. Mitä enemmän etäisyyttä saadaan suojattavan kohteen ja vismuttisuojaajan väliin, sitä vähemmän kuvaan aiheutuu häiriötä. Jos käytetään automaattista putkivirran modulaatiota, voivat vismuttisuojaajat laitetekniikasta riippuen kasvattaa potilaan sädeannosta huomattavasti. (Kim et al. 2010, 1739 - 1743; Jartti et

al. 2012; STUK 2012, 11; DeMaio et al. 2014, 567 - 568; Samei 2014, 500; Alagic et al. 2017, 514 - 517) Jos vismuttisuojia käytetään, ne tulisi laittaa paikalleen vasta suunnittelukuvien jälkeen, jotteivat ne lisää sädeannosta. Rintojen alueelle asetettava suoja ei saa ulottua maksan päälle, koska se huonontaa kuvanlaatua. Vismuttisuojiin asettelussa tulee olla hyvin tarkka, sillä jos suoja ei yllä koko sädeherkän elimen alueelle, voi automaattinen putkivirran modulaatio aiheuttaa osalle elimestä suuremman sädeannoksen kuin se saisi ilman suojan käyttöä (DeMaio et al. 2014, 567 - 568; Samei 2014, 500). Vismuttisuojia ei tulisi käyttää laitteissa, jotka säätävät putkivirtaa reaaliaikaisesti, sillä sädeannos voi kasvaa (Sodickson 2013, 126; STUK 2012, 16).

Vismuttisuojiin ja OBTCM-suojauksen yhdistäminen tuottaisi parhaan annossäästön (50 %), mutta se ei ole kovin käytännöllistä traumakuvantamisessa lisääntyneen ajan kulutuksen vuoksi ja kuvanlaatu ei ole yhtä hyvä kuin pelkkää OBTCM-suojaukseen käytettäessä. Vismuttisuojat ja OBTCM molemmat vähentävät saman verran silmäannosta (30 %) aikuisen päätä kuvattaessa, mutta vismuttisuojan kanssa kuvattaessa kuvanlaatu on heikompi (Alagic et al. 2017, 514 - 517). Sisäänrakennetuilla annossäästötieteillä, toisin kuin vismuttisuojia käytettäessä kuvanlaatu ei kärsi ylimääräisestä kohinasta tai artefaktoista (Jartti et al. 2012).

Mikäli OBTCM-järjestelmä on käytössä, sitä tulisi käyttää vismuttisuojien sijaan (De-Maio et al. 2014, 567 - 568, Lambert & Gould 2016, 1239, Sarvaes & Zhu 2013, 1293; Vollmar & Kalender 2008, 1681). Mikäli OBTCM-järjestelmää ei ole käytössä, suositellaan käytettäväksi vismuttisuojien sijaan yleistä putkivirran tason alentamista, mikäli kohinataso pysyy hyväksyttävänä (Colletti et al. 2012, 506; Morford & Watts 2012, 46 - 47; Sodickson 2013, 126; Alagic et al. 2017, 514 - 517). Virran määrän vähentäminen 30 % joka suunnasta tuottaa samankaltaisen annossäästön kuin vismuttisuojaus, mutta aiheuttaa hieman lisää kohinaa (Alagic et al. 2017, 514 - 517). Potilasannos pienenee tällöin myös muutoin kuin vain sädeherkkien elinten osalta (Wang et al. 2012, 194 - 197).

Silmät ovat erityisen herkkiä säteilylle. Silmän rakenteista mykiö vaurioituu herkimmin ja jatkuva altistuminen säteilylle saattaa ajan mittaan johtaa harmaakaihiin. (Paile 2002, 59) Tämän vuoksi myös traumakuvantamisessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota silmien saamaan annokseen, sillä traumapotilaan päätä joudutaan usein kuvaamaan toistuvasti. Tavanomaisessa TT-kuvauksessa silmien annokseen voidaan vaikuttaa muun muassa gantryn sekä potilaan leuan asennolla. Traumapotilaan niskaa ei voida yleensä taivuttaa, joten paras tapa vähentää silmien annosta on kallistaa gantryä kraniaalisesti. (Matsubara et al. 2010, 286)

4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Traumaprotokollat ovat erilaisia eri sairaaloissa. Lähes 90 % pohjoismaisista sairaaloista kokee tarvetta kehittää kansainvälisiä tai pohjoismaiden kesken yhtenäisiä traumakuvantamissuosituksia ja lähes 80 % sairaaloista on valmiita päivittämään omaa protokollansa kansainvälisesti yhtenäisemmiksi (Wiklund et al. 2015, 754 - 756).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Suomen yliopistosairaaloiden TT-traumaprotokollia sekä pohtia niiden optimoinnin toteutumista kirjallisuuteen pohjautuen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli vastata kahteen tutkimusongelmaan, jotka olivat:

1. Millaisia Suomen yliopistosairaloissa käytössä olevat aikuispotilaille tarkoitettut tietokonetomografian traumaprotokollat ovat?
2. Miten optimointi toteutuu Suomen yliopistosairaaloiden aikuispotilaille tarkoitetuissa traumaprotokollissa?

Traumaprotokollien kartoittamisen tarkoitus oli tuottaa aineistoa, jota traumakuvantamisosastot ympäri Suomen voisivat käyttää hyväkseen vertaisarvioinnin tavoin (ns. benchmarking) ja siten käyttää opinnäytetyön tuloksia oman toimintansa kehittämiseen. Sairaalat voisivat hyödyntää tuloksia joko oman protokollansa arvioimiseen ja optimointiin tai tehdä yhteistyötä muiden sairaaloiden kanssa ja käyttää aineistoa pohjatyönä kansallisen traumaprotokollan kehittämisessä. Tähän työhön on kerätty paljon vertaisarvioitua tutkimustietoa TT-traumakuvantamisen optimoinnista. Tämä opinnäytetyötä on siten myös mahdollista käyttää opetus- ja perehdytysmateriaalina.

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUS

Tämän tutkimuksellisen opinnäytetyön ensisijainen tavoite oli uuden tiedon tuottaminen jo olemassa olevaa sekä opinnäytetyötä varten kerättyä aineistoa yhdistämällä (Salonen 2013, 9 - 10). Opinnäytetyön kirjallista viitekehystä varten etsittiin tuoreinta tutkimustietoa sekä kotimaisista että kansainvälisistä keskeisistä lääketieteellisistä tietokannoista (mm. Cinahl, Cochrane, Medic ja PubMed). Hakuja ohjasi esiaineisto (Castrén et al. 2017). Lähteiksi hyväksyttiin mahdollisimman tuoreita vertaisarvioituja alan julkaisuja. Menetelmäkirjallisuutta haettiin kurssikirjallisuuden lisäksi Turun ammattikorkeakoulun kirjaston menetelmäoppaista.

Kirjallisuuden perusteella muodostettiin tutkimusongelmat ja valittiin opinnäytetyön toteutukseen parhaiten sopivat menetelmät, joiden perusteella laadittiin opinnäytetyön suunnitelma. Ennen aineiston keruuta tehtiin vastaajaorganisaatioihin lupahakemuksien tarpeen selvitys ja tarvittavat luvat haettiin organisaatioilta.

5.1 Aineiston keruu

Aineisto traumaprotokollista kerättiin yliopistosairaaloilta (n = 5). Yliopistosairaalat valittiin kohderyhmäksi, koska saatavan aineiston ja tarvittavan työn määrä katsottiin sopivammaksi kuin jos aineistoa olisi kerätty myös kaikilta trauma-TT:tä tekeviltä keskussairaaloilta. Aineiston keruuseen vaadittiin tutkimuslupa kultakin yliopistosairaalan organisaatiolta ja luvat haettiin neljältä organisaatiolta kunkin organisaation ohjeistusta noudattaen ennen aineiston keruun aloittamista joulukuun 2017 ja tammikuun 2018 aikana. Yhden organisaation tutkimuslupa sisältyi laajempaan kehittämishankkeeseen ja kerätyn aineiston käyttöä varten tuon organisaation kanssa solmittiin erillinen sopimus. Lisäksi yhteen sairaalaan haettiin lupa henkilökuntaan kohdistettavaa aineistonkeruuta varten kyseisen organisaation ohjeiden mukaisesti. Aineistonkeruulomake saatekirjeineen oli lupahakemuksissa liitteenä.

Aineistonkeruumenetelmäksi valittiin Survey-tyyppinen kysely, jotta oli helppo määritellä käytettävät käsitteet sekä muotoilla kysymykset ja vastausvaihtoehdot tarkkaan (Hirsjärvi et al. 2007, 188 - 198). Tällä tavalla saatiin mahdollisimman jäsennelty ja toistensa kanssa tasavertainen aineisto kustakin yliopistosairaalaista. Aineiston purkamiseen tarvittava työmäärä oli myös jokseenkin yksinkertaista arvioida aineistonkeruulomaketta

käyttämällä. Aineiston keruu tehtiin jokaisesta Suomen yliopistosairaalasta, joten kyseessä on kokonaistutkimus (Hirsjärvi et al. 2007, 174).

Aineistonkeruulomake (liite 2) muodostettiin kirjallisen viitekehyksen ja esiaineiston (Castrén et al. 2017) pohjalta. Tarkoituksena oli kerätä aineisto, joka vastaa mahdollisimman hyvin opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Kysymykset muotoiltiin siten, että saatu aineisto koskisi yleistä traumaprotokollaa, eikä mahdollisia ohjeistavan lääkärin pyytämiä traumaprotokollasta poikkeavia lisätutkimuksia. Kysymyksistä pyrittiin tekemään mahdollisimman yksiselitteiset ja niiden vastaamisesta helppoa ja nopeaa. Tämän vuoksi lomakkeessa oli paljon suljettuja monivalintakysymyksiä. Avoimia kysymyksiä oli vähemmän ja niihin vastattiin vapaakenttätehtävinä. (Hirsjärvi et al. 2007, 188 - 198) Suljettuihin kysymyksiin vastaajat saivat halutessaan antaa lisätietoa vapaana tekstinä erikseen merkittävään lisätietokenttään. Aineistonkeruulomakkeen kysymykset koskivat traumaprotokollan käyttöä, potilaan asettelua, kuvauksen toteutusta, kuvausparametreja, varjoaineruiskutusta ja sädesuojausta. Kerättävä aineisto oli pääasiassa kvalitatiivista eli laadullista.

Aineistonkeruulomakkeen testikäyttö suoritettiin lähettämällä lomake yhdelle aikaisemmin traumayksikössä työskennelleelle röntgenhoitajalle, joka antoi palautetta sen ymmärrettävyydestä, helppokäyttöisyydestä, ohjeistuksesta sekä kysymysten sisällöstä. Testikäytön perusteella saadun palautteen avulla lomaketta hieman muokattiin ja opinnäytetyön toimeksiantaja tarkisti sen.

Aineistonkeruulomake lähetettiin saatekirjeineen sähköpostitse kunkin sairaalan päivystysröntgenin TT-vastuuhoidajatiimille (n. 2 - 6 hoitajaa/tiimi). Kultakin sairaalaorganisaatiolta pyydettiin yhtä täytettyä vastauslomaketta, jonka joko yksi tai useampi kyseisessä päivystys-TT:ssä työskentelevä vastuuhoidaja yhdessä täyttäisi. Vastaajille annettiin kaksi ja puoli viikkoa aikaa vastata ja lähettää lomake takaisin sähköpostitse. Viimeinen palautuspäivä oli 4.2.2018. Yksikköihin lähetettiin vastausajan puolivälissä yksi muistutus asiasta. Kaikista sairaaloista saatiin vastaus viimeiseen palautuspäivään mennessä. Vastausten tarkastamisen yhteydessä lähetettiin vielä osalle vastaajista tarkentavia kysymyksiä sisältävä sähköposti. Näillä kysymyksillä haluttiin varmistaa, että vastaukset on tulkittu oikein sekä täydentää puutteellisia vastauksia.

5.2 Aineiston käsittely ja analysointi

Kerättyä laadullista aineistoa käsiteltiin ja analysoitiin yksi kysymys kerrallaan. Kunkin sairaalan lähettämä vastaus kerättiin kaikki vastaukset sisältävään taulukkoon ja samalla sairaalat anonymisoitiin nimeämällä ne nimillä ”sairaala 1”, ”sairaala 2”, ”sairaala 3”, ”sairaala 4” ja ”sairaala 5” satunnaisessa järjestyksessä.

Suljettujen kysymysten vastaukset käsiteltiin ja raportoitiin vastausfrekvensseittäin (tietyt vastausvaihtoehdon valinneiden sairaaloiden määrä (1 - 5) ja prosenttiosuus vastaajien kokonaismäärästä). Suljettujen kysymysten vastausvaihtoehtoina oli ei-numeerisia nominaalimuuttujia ja sen vuoksi vastausten keskiarvon laskenta oli mahdotonta. Joihinkin avoimiin kysymyksiin saatiin numeerisia vastauksia, mutta syytä näiden tilastolliseen tarkasteluun ei nähty vastaajien määrän ollessa pieni ($n = 5$). Vastaukset avoimiin kysymyksiin ja suljettujen kysymysten lisätietokenttiin pelkistettiin, luokiteltiin ja kvantifioitiin vastauksen sisällön mukaisesti ja analysoitiin lineaarisen mallin mukaan aineistolähtöisesti sisällönanalyysin keinoin. Aineistoa analysoitaessa pyrittiin olemaan muodostamatta hypoteeseja ja olemaan mahdollisimman objektiivinen. (Hirsjärvi et al. 2007, 160, 255 - 256, Latvala & Vanhanen-Nuutinen 2001, 24) Saman sisältöisiä vastauksia voitiin analysoida vastausfrekvensseittäin samalla tavoin kuin suljettujen kysymysten vastauksia (Alasuutari 2011, Latvala & Vanhanen-Nuutinen 2001, 23 - 26, Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006, Tuomi & Sarajärvi 2009, 105). Vastaukset raportoitiin tekstimuodossa ja tarvittaessa käytettiin havainnollistavaa taulukkoa.

Tulosten raportoinnin jälkeen tulokset tulkittiin. Näkökulmana tulosten tarkasteluun käytettiin opinnäytetyön tutkimusongelmia. Traumaprotokollia ja niiden optimointia analysoitiin ja tulkittiin teoriasidonnaisesti käyttämällä hyödyksi kirjallista viitekehystä. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006) Tuloksia tulkitsemalla pyrittiin vastaamaan opinnäytetyön tutkimusongelmiin (Hirsjärvi et al. 2007, 224 - 225).

6 TULOKSET

Tässä luvussa esitetään kyselyn tulokset saatujen vastausten perusteella. Vastausfrekvenssit esitetään vastanneiden organisaatioiden lukumäärinä (1 - 5) sekä vastausten prosenttiosuuksina saatujen vastausten kokonaismäärästä. Osa vastauksista esitetään myös taulukkomuodossa. Vastaukset esitetään tällöin pääasiassa vastausfrekvensseittäin organisaatioiden anonyymiteetin säilyttämiseksi.

6.1 Kohderyhmän kuvailu ja kuvantamislaitteistot

Kaikki organisaatiot (n = 5), joille kysely lähetettiin, vastasivat siihen eli vastausprosentti oli 100. Näihin organisaatioihin viitataan jäljempänä termeillä sairaala 1 – 5. Kustakin organisaatiosta aineistonkeruulomakkeen täytti traumakuvantamisyksikön TT-vastuuhoitaja tai -hoitajat yhdessä (1 - 6 hlö). Traumakuvantamistoilla käytetään kolmen eri laitevalmistajan TT-laitteita: GE, Siemens ja Toshiba. Laitemalleja ei kerrota tässä opinnäytetyössä, eikä yhdistetä laitevalmistajia vastaajaorganisaatioihin. Laitevalmistajat luetellaan ainoastaan, koska eri laitevalmistajilla on eri tapa ilmoittaa iteratiivisen laskennan määrä ja tulokset iteratiivisen laskennan määrästä olisi hankala muutoin ilmoittaa.

Laitteiden käyttöönottovuosi vaihtelee vuosien 2007 ja 2017 välillä. Kolmessa sairaalassa (60 %) traumaprotokolla on päivitetty viimeisen kahden vuoden sisällä. Yhdessä sairaalassa (20 %) päivityksestä vastattiin olevan viisi vuotta ja yhdessä sairaalassa (20 %) 10 vuotta. Yhdessä sairaalassa on käytössä kaksi TT-traumakuvantamisessa käytettävää laitetta, joten laitteiden yhteismäärä on kuusi kappaletta. Traumaprotokollat ovat sairaalakohtaisia, joten traumaprotokollien määrä on viisi kappaletta. Tiedot laitteiden hankinta-ajankohdista ja protokollan päivityksistä ovat taulukossa 2.

Taulukko 2. Laitteiden hankinta- ja traumaprotokollan päivitysajankohdat.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Laitteiden hankinta (kpl)	1*	-	-	-	-	2	1	-	-	-	2	-
Traumaprotokollan päivitys	-	1	-	-	-	-	1	-	-	2	1	-

* Konsolipäivitys 2018

6.2 Traumaprotokollan käyttö

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin aikuispotilaille tarkoitettuja TT-traumaprotokollia. Vastausten perusteella traumapotilas luokitellaan aikuiseksi pääasiassa iän perusteella. Kolmessa sairaalassa (60 %) 17-vuotias potilas luokitellaan aikuiseksi, kahdessa sairaalassa (40 %) 16-vuotias. Kahdessa sairaalassa (40 %) ilmoitettiin luokitteluperusteeksi iän (16 vuotta) lisäksi paino (40 kg ja 50 kg), jolloin painorajan ylityttyä käytetään aikuisten traumaprotokollaa, vaikka ikäkriteeri ei täytyisikään. Kriteerit ovat taulukossa 3.

Taulukko 3. Kriteerit traumapotilaan luokittelemisesta aikuiseksi.

	Ikä 16 v	Ikä 17 v	Paino 40 kg	Paino 50 kg
Vastanneiden sairaaloiden määrä	2	3	1*	1*

* Painoraja toimii kriteerinä, vaikka ikäkriteeri (16 v) ei täytyisi.

Vastaajat arvioivat kolme yleisintä traumatapausta, joissa lääkäri ohjeistaa TT-traumaprotokollaa käytettäväksi aikuispotilailla. Vastaukset olivat korkeaenerginen moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus yli 60 km/h) (100%), putoaminen yli kolmen metrin korkeudesta (100%), matalaenerginen moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus alle 60 km/h) (60 %), puristumis- tai murskavamma pään tai vartalon alueelle (20%) ja polkupyöräonnettomuus (20 %). Yleisimmät traumatapaukset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Yleisimmät traumatapaukset, joissa TT-traumaprotokollaa käytetään.

	Korkeanerginen moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus yli 60 km/h)	Putoaminen yli 3 m korkeudesta	Matalaenerginen moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus alle 60 km/h)	Puristumis- tai murskavamma pään/vartalon alueelle	Polkupyöraonnettomuus
Vastanneiden sairaaloiden määrä	5	5	3	1	1

6.3 Potilaan asettelu

Normaalikokoinen potilas asetellaan traumakuvaukseen kolmessa sairaalassa (60 %) pääsääntöisesti pää edellä, kahdessa (40 %) pääsääntöisesti jalat edellä. Potilaan kunto ja potilasvalvontalaitteet voivat vaikuttaa potilaan asettelusuuntaan. Kolmessa sairaalassa (60 %) gantry kallistetaan kallonpohjan suuntaisesti, kahdessa (40 %) ei kallisteta. Yhdessä sairaalassa (20 %) gantryä ei kallisteta, jos kuvataan kallon lisäksi kasvojen luut, mutta tavallisessa pään kuvauksessa kallistetaan. Potilaan asettelu TT-traumakuvaukseen sekä gantryn kallistus esitetään taulukossa 5.

Taulukko 5. Potilaan asettelu TT-traumakuvaukseen ja gantryn kallistus tavallisessa pään TT-traumakuvauksessa.

	Potilas pää edellä	Potilas jalat edellä	Gantryn kallistus	Ei gantryn kallistusta
Vastanneiden sairaaloiden määrä	3	2	3	2

Päätä kuvattaessa jokaisessa sairaalassa (100 %) potilaan kädet asetellaan alas vartalon viereen. Sairaalassa, jossa kuvataan erikseen kaula ilman varjoainetta, potilaan kädet ovat kaulaa kuvattaessa alhaalla, kuten päätä kuvattaessa. Yhdistetyssä kaulan ja vartalon kuvauksessa kolmessa sairaalassa (60 %) potilaan kädet asetellaan aina pään yläpuolelle potilaan tilan salliessa. Yhdessä sairaalassa (20 %) potilaan kädet asetellaan aina vatsan päälle (vatsan ja käsien välissä tyyny) potilaan tilan salliessa ja yhdessä sairaalassa (20 %) kädet asetellaan aina alas vartalon viereen. Käsien asettelu eri kuvauskohteissa esitetään taulukossa 6.

Taulukko 6. Potilaan käsien asettelu eri kuvauskohteissa TT-traumakuvantamisessa.

	Kädet pään yläpuolella	Kädet vatsan päällä	Kädet vartalon vieressä
Pään kuvaus	-	-	5
Erillinen kaulan kuvaus	-	-	1
Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus	3	1	1

6.4 Kuvausprotokolla ja parametrit

Suunnittelukuvien määrässä, niiden suunnissa ja anatomisessa ulottuvuudessa on paljon eroja sairaaloiden välillä. Sairaalassa 1 otetaan pään alueelta yksi lateraalisuuntainen (LAT) suunnittelukuva sekä päästä reiden yläkolmannekseen saakka ulottuva yksi anterioris-posterior-suuntainen (AP) suunnittelukuva. Sairaalassa 2 otetaan yksi LAT-suuntainen ja yksi AP-suuntainen suunnittelukuva, jotka ulottuvat päälakeelta symfyysin alapuolelle. Sairaalassa 3 otetaan pään alueelta yksi LAT-suuntainen suunnittelukuva sekä kallonpohjasta vähintään istuinluiden alapuolelle (tarvittaessa myös reisiluut) ulottuva AP-suuntainen suunnittelukuva. Sairaalassa 4 otetaan kallonpohjasta päälakeen ulottuvat AP- ja LAT-suuntaiset suunnittelukuvat, korvalokerostoista toiseen rintaniikamaan ulottuvat AP- ja LAT-suuntaiset suunnittelukuvat sekä leukakulmasta istuinluiden alle ulottuvat AP- ja LAT-suuntaiset suunnittelukuvat. Sairaalassa 5 otetaan yksi kallonpohjasta päälakeen ulottuva LAT-suuntainen suunnittelukuva ja otsaonteloiden yläpuolelta trochanter minorien alapuolelle ulottuvat posterioris-anterior- (PA) ja LAT-suuntaiset suunnittelukuvat.

Traumapotilaista kuvataan aikuisten TT-traumaprotokollan mukaan neljässä sairaalassa (80%) pää natiivina sekä yhdistetty kaulan alueen ja vartalon kuvaus split-bolus-ruiskutuksella, jolloin samanaikaisesti kuvataan arteria- sekä venavaihe. Yhdessä sairaalassa (20 %) kuvataan erikseen pää sekä kaulan alue ilman varjoainetta, jonka jälkeen tehdään yhdistetty kaulan ja vartalon alueen kuvaus kuten muissakin sairaaloissa. Kuvattavat kohteet eri sairaaloissa esitetään taulukossa 7.

Taulukko 7. TT-traumakuvauksen kuvauskohteet eri sairaaloissa.

	Pään natiivikuvaus	Kaulan natiivikuvaus	Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus
Vastanneiden sairaaloiden määrä	5	1	5

Neljässä sairaalassa (80 %) pään kuvausala ulottuu kallonpohjasta päälakeen. Näistä yhdessä sairaalassa (20 %), jos kuvataan pään lisäksi kasvojen luut, on kuvattava alue laajempi, leuankärjestä päälakeen yli. Yhdessä sairaalassa (20 %) kuvataan aina koko pää, mukaan lukien kasvojen luut. Sairaalassa, jossa kuvataan kaula natiivina, kuvausalue ulottuu korvakäytävistä solisluiden alle. Neljässä sairaalassa (80 %) yhdistetyn kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa kuvausala ulottuu kallonpohjasta tai korvakäytävistä istuinluiden alapuolelle ja yhdessä sairaalassa (20 %) circus willisin yläpuolelta trochanter minorien alapuolelle. Kuvauskohteiden ulottuvuudet eri sairaaloissa esitetään taulukossa 8.

Taulukko 8. TT-traumakuvauksen kuvauskohteiden ulottuvuudet eri sairaaloissa.

	Kallonpohja - päälaki	Koko pää	Korvakäytävät - solisluit	Kallonpohja/korvakäytävät - istuinluut	Circus willis - trochanter minor
Tavallinen pään kuvaus	4	1	-	-	-
Erillinen kaulan kuvaus	-	-	1	-	-
Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus	-	-	-	4	1

Vastausten mukaan kolmessa sairaalassa (60 %) sekä pään että yhdistetty kaulan ja vartalon alueen kuvaus suoritetaan helikaalikuvauksena. Yhdessä sairaalassa (20 %) sekä pään että yhdistetty kaulan ja vartalon alueen kuvaus suoritetaan volyymikuvauksena. Yhdessä sairaalassa (20 %) pään kuvaus suoritetaan aksiaalikuvausena ja yhdistetty kaulan ja vartalon alueen kuvaus suoritetaan helikaalikuvauksena. Kuvaustavat esitetään taulukossa 9.

Taulukko 9. TT-traumakuvausten kuvaustavat eri sairaaloissa.

	Helikaalikuvaus	Aksiaalikuvaus	Volyyimikuvaus
Pään kuvaus	3	1	1
Erillinen kaulan kuvaus	-	-	-
Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus	4	-	1

Raakadatan leikepaksuus pään kuvauksessa vaihtelee 0,5 - 1 mm välillä. Neljässä sairaalassa (80 %) leikepaksuus on 0,5 - 0,625 mm. Sairaalassa, jossa kuvataan kaula natiivina, käytetään leikepaksuutta 0,5 mm. Kaikki sairaalat (100 %) käyttävät yhdistetyssä kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa leikepaksuutta 0,5 - 0,625 mm. Leikepaksuudet esitetään taulukossa 10.

Taulukko 10. Leikepaksuudet TT-traumakuvausten eri kuvauskohteissa vastausfrekvensseittäin.

	0,5 mm	0,6 mm	0,625 mm	1,0 mm
Pään kuvaus	2	1	1	1
Erillinen kaulan kuvaus	1	-	-	-
Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus	3	1	1	-

Neljässä sairaalassa (80 %) pään kuvauksessa käytetään putkijännitettä 120 kV. Yhdessä sairaalassa (20 %) on käytössä pään kuvauksessa putkijännitteen automaattimodulointi, jossa käytetään referenssijännitteenä 120 kV. Sairaalassa, jossa kuvataan kaula natiivina, putkijännitteenä käytetään 120 kV. Kolmessa sairaalassa (60 %) käytetään yhdistetyssä kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa automaattista putkijännitteen modulointia potilaan koon mukaan, yhdessä sairaalassa (20 %) käytetään putkijännitettä 120 kV ja yhdessä sairaalassa (20 %) 100 tai 120 kV riippuen potilaan koosta. Käytettävät putkijännitteet ja putkijännitteen modulointi esitetään taulukossa 11.

Taulukko 11. Eri sairaaloissa käytetyt putkijännitteen tasot aikuispotilailla ja putkijännitteen moduloinnin käyttö.

	100 kV	120 kV	Putkijännitteen modulointi käytössä	Ei putkijännitteen modulointia käytössä
Pään kuvaus	-	4	1	4
Erillinen kaulan kuvaus	-	1	-	-
Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus	1*	2*	3	2

* Yhdessä sairaalassa valitaan 100 kV tai 120 kV potilaan koon mukaan.

Kaikissa sairaaloissa (100 %) käytetään automaattista putkivirran modulointia. Yhdessä sairaalassa (20 %) putkivirran sallittua vaihteluväliä ei vastattu rajoitettavan pään tai yhdistetyn kaulan ja vartalon kuvauksissa, vaan käytetään automaattimodulaation referenssiputkivirran tasoa (ref. mAs 250 pään kuvauksessa, ref. mAs 115 yhdistetyn kaulan ja vartalon kuvauksessa). Yhdestä sairaalasta (20 %) ei ollut saatavilla lisätietoja automaattisen putkivirran modulaation toiminnasta. Kolme sairaalaa (60 %) ilmoitti putkivirran sallitun vaihteluvälin pään kuvauksessa. Vaihteluvälin alaraja on 10 - 100 mA ja yläraja 210 - 335 mA. Sairaalassa, jossa kuvataan kaula natiivina, putkivirran vaihteluväli on 60 - 400 mA. Kolme sairaalaa (60 %) ilmoitti putkivirran sallitun vaihteluvälin yhdistetyssä kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa. Vaihteluvälin alaraja on 40 - 120 mA ja yläraja 500 - 700 mA. Putkivirran referenssitaset ja sallitut putkivirran vaihteluvälit kolmessa sairaalassa esitetään taulukossa 12. Sairaalat on nimetty kirjaimilla A - C organisaatioiden anonymiteetin säilyttämiseksi.

Taulukko 12. Putkivirran sallitut vaihteluvälit kolmessa sairaalassa.

	Pään kuvaus (mA)	Erillinen kaulan kuvaus (mA)	Yhdistetty kaulan ja vartalon kuvaus (mA)
Sairaala A	10 - 210	-	80 - 700
Sairaala B	40 - 280	60 - 400	40 - 500
Sairaala C	100 - 335	-	120 - 700

Kaikissa sairaaloissa (100 %) käytetään traumaprotokollalla kuvattaessa iteratiivista laskentaa. ADMIRE- ja SAFIRE-iteratiivisista laskennoista vastattiin käytettävän tasoja 3 ja 4, ASiR-iteratiivisesta laskennasta tasoa 40 % ja AIDR 3D -iteratiivista laskentaa vastattiin käytettävän hieman standarditasoa enemmän.

6.5 Varjoaineruiskutus

Kaikissa sairaaloissa (100 %) on käytössä joheksolia sisältävä varjoaine, jonka jodikon-sentraatio on 350 mgI/ml. Neljässä sairaalassa (80 %) yhdistetyssä kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa varjoainemäärä on kiinteä, mutta yhdessä näistä sairaaloista (20%) pienikokoisilla potilailla varjoainemäärää vähennetään. Yhdessä sairaalassa (20 %) varjoaineen määrä määräytyy potilaan painon mukaan ($1,7 \text{ ml} \cdot \text{kg}$, max 153 ml). Kaikissa sairaaloissa (100 %) on käytössä split-bolus-varjoaineruiskutus. Kuvaus alkaa neljässä sairaalassa (80 %) bolus-tracking-menetelmällä. Kolmessa näistä (60 %) ROI asetetaan laskevaan aorttaan ja kuvaus käynnistyy automaattisesti. Yhdessä näistä (20 %) ROI asetetaan nousevaan aorttaan ja kuvaus käynnistetään manuaalisesti. Yhdessä sairaalassa (20 %) kuvaus käynnistetään kiinteän viiveen (70 s) jälkeen. Eri sairaaloiden trauma-protokollien mukaiset varjoaine- ja keittosuolaliuosmäärät, ruiskutusnopeudet ja tauot varjoaineruiskutusten välillä sekä kuvauksen käynnistystapa esitetään taulukossa 13.

Taulukko 13. Suomen yliopistosairaaloiden traumaprotokollan mukaiset split-bolus-varjoaineruiskutukset. Esimerkkinä 75 kg painava potilas.

Organisaatio	1. VA (ml)	1. VA (ml/s)	1. NaCl (ml)	1. NaCl (ml/s)	Tauko (s)	2. VA (ml)	2. VA (ml/s)	2. NaCl (ml)	2. NaCl (ml/s)	Käynnistystapa	ROI sijainti
Sairaala 1	80	4,0	-	-	20	50	4,0	40	4,0	Bolus tracking (autom.)	Laskeva aortta
Sairaala 2	85	3,0	-	-	-	40	1,2	30	3,0	Bolus tracking (autom.)	Laskeva aortta
Sairaala 3	90	4,0	30	4,0	15	50*	4,0	40	4,0	Bolus tracking (autom.)	Laskeva aortta
Sairaala 4	80	3,0	30	3,0	13	50	4,0	30	4,0	Kiinteä viive 70 s	-
Sairaala 5	80	5,0	30	5,0	22	50	4,0	40	4,0	Bolus tracking (manuaal.)	Nouseva aortta

VA (ml) = varjoainemäärä, NaCl (ml) = keittosuolaliuosmäärä, VA tai NaCl (ml/s) = varjoaineen tai keittosuolaliuoksen ruiskutusnopeus.

* Seos, jossa 50 % varjoainetta ja 50 % keittosuolaliuosta.

6.6 Sädeherkkien elinten suojaaminen

Neljässä sairaalassa (80 %) vismuttisuojia ei koskaan käytetä kuvausalueella trauma-protokollalla kuvattaessa. Yhdessä sairaalassa (20 %) vismuttisuojaa käytetään nuorten potilaiden silmien suojaukseen. Kahdessa sairaalassa (40 %) käytetään laitteeseen sisäänrakennettuja elinkohtaisia annossäästömenetelmiä. Yhdessä näistä sairaaloista menetelmää käytetään suojaamaan silmiä, toisessa silmiä, kilpirauhasta ja rintoja. Yhdessä sairaalassa (20 %) ei ole tietyille elimille kohdennettua annossäästömenetelmää, mutta laite tuottaa PA-suunnassa säteilyä AP-suuntaa enemmän. Kahden sairaalan (40 %) laitteessa ei ole elinkohtaista annossäästömenetelmää. Sädeherkkien elinten suojaamismenetelmät esitetään taulukossa 14.

Taulukko 14. Sädeherkkien elinten suojaamismenetelmät ja suojattavat kohteet sairaaloiden vastausfrekvensseittäin.

	Vismuttisuojat	Elinkohtainen annossäästömenetelmä	PA-boost
Silmät	1*	2	1**
Kilpirauhanen	-	1	1**
Rinnat	-	1	1**

*Nuorilla potilailla.

** Laite tuottaa PA-suunnassa säteilyä AP-suuntaa enemmän. Ei suojata tiettyjä elimiä, vaan koko potilaan etupuolta.

7 TULOSTEN TARKASTELU

7.1 Traumaprotokollat Suomen yliopistosairaaloiden

Vastaajaorganisaatioissa on käytössä kolmen eri laitevalmistajan TT-laitteistoa ja laitteet on otettu käyttöön kymmenen vuoden sisällä toisistaan. Tästä johtuen eri sairaaloiden traumaprotokollien ei voida olettaa olevan täysin samanlaisia keskenään. Myös protokollien viimeisin päivitysjankoha vaihtelee vastausten mukaan kahdesta vuodesta kymmeneen vuoteen, joten protokollien ajantasaisuus on kyseenalainen. Ei voida kuitenkaan tietää, onko protokollaan tehty pieniä, kirjaamattomia muutoksia ilmoitetun päivitysjankohdan jälkeen, vai ovatko ne pysyneet täysin muuttumattomina. Joissakin sairaaloissa ilmoitettiin kuvauslaitteiston vaihtuneen viimeisimmän protokollan päivityksen jälkeen, mikä tarkoittaisi, että täysin samaa protokollaa käytetään laitetekniikan kehitymisestä huolimatta. Tällöin uuden tekniikan tuoma annossäästö voi jäädä hyödyntämättä (Sodickson 2013, 120). Vastausten perusteella tästä ei kuitenkaan päästä varmuuteen.

Traumapotilaan luokittelussa aikuiseksi on sairaaloiden välillä pieniä eroja ja hyvin usein röntgenhoitaja joutuukin käyttämään omaa harkintaa. Vaikka lain mukaan aikuispotilaaksi määritellään 18-vuotias henkilö, tätä määritelmää harvoin voidaan käyttää kriteerinä. Kaikissa vastanneissa yksiköissä jo 16 - 17 vuotias potilas kuvataan aikuisten protokollalla, jos hänet katsotaan riittävän isokokoiseksi. Tämän vuoksi joissakin sairaaloissa on käytössä iän lisäksi myös painoraja. Kuitenkin erityisesti tajuttomien tai vaikeasti vammautuneiden potilaiden painoa voi olla mahdoton saada selville luotettavasti. Paino joudutaan usein arvioimaan silmämääräisesti ja tekemään päätös käytettävästä protokollasta sen perusteella. Käytännössä 16 - 17-vuotias potilas ja 18-vuotta täyttänyt potilas voidaan rinnastaa toisiinsa traumatapauksessa usein ainakin koon puolesta ja protokollan valintaan ei kannata käyttää liikaa aikaa. Tärkeintä on saada potilas kuvattua nopeasti. Sairaaloiden tapa kuvata lähes täysi-ikäisiä henkilöitä aikuisten protokollalla voidaan näillä perusteilla katsoa täysin hyväksyttäväksi.

Vastausten perusteella lääkärit ohjeistavat TT-traumaprotokollaa käytettäväksi pääasiassa suurienergisissä vammoissa. Kaikissa sairaaloissa kuvataan TT-traumaprotokollalla ainakin moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa loukkaantuneita sekä yli kolmen metrin

korkeudesta pudonneita potilaita. Nämä ovat sellaisia tilanteita, joissa potilaan vitaalielin-
toiminnot saattavat olla uhattuina, joten kuvaukselle löytyy indikaatio ja kuvauksen hyö-
dyt ylittävät sen haitat. (Lassus & Kröger 2010, 25; Frink et al. 2017, 498)

Traumapotilaasta kuvataan kaikissa sairaaloissa pää, kaulan alue sekä vartalo. Vain yh-
dessä sairaalassa protokolla poikkeaa hieman muista. Siellä kaulan alue kuvataan sekä
varjoaineella että ilman, joka aiheuttaa potilaalle suuremman sädeannoksen kuvausalo-
jen päällekkäisyyden vuoksi (Huber-Wagner et al. 2009, 1459). Kansainvälisen konsen-
suksen mukaan traumaprotokollassa riittäisi, että kaulan alue kuvataan vartalon kuvauk-
sen yhteydessä varjoainetehosteisena, eikä erilliselle kaularangan kuvaukselle ilman
varjoainetta ole tarvetta. Kaulan alueen kuvaus ilman varjoainetta voidaan olettaa tehtä-
väksi kaularangan murtumien diagnosoimiseksi, mutta kirjallisuudesta ei löytynyt kont-
raindikaatiota varjoaineen käytölle nikamamurtumien havainnointiin. Päinvastoin, varjo-
aineen käyttöä pään ja kaulan alueen vammaepäilyissä suositellaan. (RCR 2015, 17;
Wiklund et al. 2015, 755 - 756) Myös TT-tutkimukseen kuluva aika lyhenee kuvattaessa
vähemmän kohteita (Nguyen et al. 2009, 6; Eichler et al. 2015, 110). Erilainen potilaan
keskitys kaulan ja vartalon alueen kuvauksiin tai sädeannokseen vaikuttava rekonstruk-
tioalgoritmi voivat kuitenkin olla syitä kuvata kaulan alue erikseen. Yhdistetyn kaulan ja
vartalon alueen kuvauksessa tosin suositellaan käsien nostamista pään yläpuolelle, toi-
sin kuin kaulan natiivikuvauksessa, jolloin kädet voivat haitata kuvanmuodostukseen tar-
vittavan säteilyn pääsyä detektorille kaulan alueella. Kirjallisuuden perusteella on kuiten-
kin kuvanlaadullisesti hyväksyttävää kuvata myös kaularangan alue kädet ylhäällä.
(Kahn et al. 2013, 70) Laitetekniikka tietenkin voi vaikuttaa tähänkin asiaan.

Traumapotilas asetellaan kuvaukseen pää tai jalat edellä. Asettelu vaihtelee sairaaloi-
tain sekä potilaan kunnan mukaan. Esimerkiksi instabiilit potilaat voidaan kuvata jalat
edellä potilaan tilan tarkkailun helpottamiseksi, vaikka tavallisesti käytäntönä olisikin ku-
vata potilas pää edellä. Myös huonejärjestys ja näköyhteys potilaaseen saattavat vaikut-
taa asetteleluun. Kirjallisuudesta ei löydy tietoa kummankaan asettelusuunnan parem-
muudesta, joten voidaan olettaa, että asettelusuunta ei vaikuta esimerkiksi sädeannok-
seen tai kuvanlaatuun.

Suunnittelukuvien määrä (2 - 6 kpl) ja yksittäisten suunnittelukuvien anatominen ulottu-
vuus vaihtelevat sairaaloiden välillä. Suunnittelukuvien määrä ja kuvausarvot tulisi opti-
moida, mutta laitetekniikka saattaa vaikuttaa tarvittavien suunnittelukuvien määrään. Eri
sairaaloissa käytetään eri laitetekniikoita, joten suunnittelukuvien määrän vaihtelu on

ymmärrettävää. Esimerkiksi putkivirran tai -jännitteen annosmodulaatio voidaan määrittää yhden tai useamman suunnittelukuvan perusteella, laitetekniikasta riippuen. Tästä syystä, jos käsien asentoa muutetaan kuvausten välillä, tulisi ottaa uudet, käsien asennon mukaiset, suunnittelukuvat. Suunnittelukuvista aiheutuva säderasitus on hyvin pieni verrattuna varsinaisesta tutkimuksesta aiheutuvaan. (Mayo-Smith et al. 2014, 668; Kahn et al. 2017, 852)

Varsinaisen kuvauksen anatominen ulottuvuus pään alueen kuvauksissa vaihtelee sairaaloiden välillä jonkin verran, mutta yhdistetyn kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa kuva-ala on yhtenäisempi. Suurimmassa osassa sairaaloista pää kuvataan protokollan mukaan aina kallonpohjasta päälakeen ja vain yhdessä kuvataan aina koko pää. Koska yhdestä sairaalasta ilmoitettiin kuvattavan tarvittaessa myös kasvojen luut, voidaan olettaa muissakin sairaaloissa tehtävän näin lääkärin erikseen ohjeistaessa. Kasvojen luiden kuvaus ei tällöin kuitenkaan oletusarvoisesti kuulu traumaprotokollaan. Jos potilaalla epäillä kasvojen alueen murtumia, on TT tutkimustiedon valossa paras menetelmä niiden kuvantamiseen (Ahvenjärvi 2010, 19; 2011, 286). Koko pään alueen kuvaaminen joka potilaan kohdalla vaikuttaa kuitenkin turhaa säderasitusta aiheuttavalta, mikäli kliinisen tutkimuksen perusteella potilaalla ei vaikuta olevan kasvojen alueen vammoja. Yhdistetyn kaulan ja vartalon alueen kuvaus ulottuu kaikissa sairaaloissa lantion alapuolelle, melko samalle tasolle. Tällä rajauksella saadaan näkyviin mahdolliset reisiluun kaulan murtumat, mutta sitä distaalisempia vammoja ei välttämättä havaita, esimerkiksi alaraajojen valtimovammat. Tarvittaessa kuva-alaa voisi olla hyvä pidentää, jopa polviin saakka (RCR 2015, 16) ja todennäköisesti kaikissa sairaaloissa alaraajavammoja epäiltäessä ohjeistava lääkäri pyytääkin vartalon kuvausta pitkänä.

Yleisesti Suomen yliopistosairaaloiden TT-traumaprotokollat ovat melko samankaltaisia keskenään. Pieniä eroja protokollissa on, eikä voida olettaakaan niiden olevan täysin samanlaisia kansallisten hoitosuosituksen puuttuessa, sillä sairaalat ovat todennäköisesti koostaneet omat protokollansa yhdessä laitevalmistajan edustajien kanssa. Osa eroavaisuuksista selittyy käytössä olevalla laitetekniikalla sekä käytännöllä. Potilaan vammoilla ja lääkärin ohjeistuksella on varmasti joka sairaalassa vaikutusta siihen, miten kuvaus käytännössä suoritetaan. Kansallisten tai jopa koko pohjoismaita koskevien hoitosuosituksen kehittäminen voisi edesauttaa osaltaan yhtenäisen hoitolinjan luomista koko maan kattavaksi (Wiklund et al. 2015, 754 - 756).

7.2 Traumaprotokollien optimointi Suomen yliopistosairaaloissa

Tärkein tapa optimoida traumakuvantamista on kuvata vain potilaat, joille kuvauksesta on hyötyä. Suurin osa traumapotilaista on nuoria aikuisia, joten kuvauksen oikeutus on harkittava tarkkaan (Shannon et al. 2015, 1208; Linder et al. 2016, 5 - 6; Sierink et al. 2016, 679 - 680). Kaikissa sairaaloissa kuvataan traumaprotokollalla vastausten perusteella lähinnä suurienergisiä vammoja, joiden kuvaus on oikeutettu jo vammaenergian perusteella syntyvien vammojen todennäköisyyttä tarkasteltaessa. Aina vammaenergia ei kuitenkaan korreloi vammojen vakavuuden kanssa, joten kuvaus on ainoa tapa selvittää todellisten vammojen vakavuus. Ennen kuvausta tehtävä kliininen tutkimus on tärkeä kuvauksen indikaation aikaan saamiseksi, mutta kliinisessä tutkimuksessa vammoja voi jäädä huomaamatta tai niitä voidaan luulla vakavamiksi kuin ne todellisuudessa ovat. (Huber-Wagner et al. 2009, 1455; Helkamaa et al. 2013, 1646; Huber-Wagner et al. 2013, 6; Hajibandeh & Hajibandeh 2015, 72) Sekä TT-kuvausta edeltävät tutkimukset että itse kuvaus tulisi tehdä mahdollisimman nopeasti, mutta kuitenkin huolellisesti, sillä ajalla on suuri vaikutus potilaan selviytymiseen (Hilbert et al. 2007, 556; Huber-Wagner et al. 2009, 1460; Hong et al. 2016, 4; Furlow 2017, 162).

Potilaan asettelu on tärkeä osa optimointia myös traumakuvantamisessa, vaikka se voi-kin olla haastavaa. Potilas pitäisi pyrkiä keskittämään mahdollisimman tarkasti kiireises-säkin tilanteessa, koska sillä on suuri merkitys potilaan sädeannokseen sekä kuvanlaa-tuun. (Li et al. 2007, 551; Jartti et al. 2012) Käsien asettelu on sädeannoksen ja kuviin aiheutuvien artefaktoiden kannalta merkityksellistä, erityisesti traumapotilailla. Artefaktat voivat jopa peittää henkeä uhkaavia vammoja. Jokaisessa sairaalassa päätä tai natiivi-kaulaa kuvattaessa potilaan kädet asetellaan alas vartalon viereen, jolloin ne eivät ab-sorboi säteilyä ja siten haittaa kuvan muodostusta pään alueella.

Yhdistetyn kaulan ja vartalon alueen kuvauksessa sairaaloiden välillä on käsien asette-lussa huomattavia eroja. Kolmessa sairaalassa kädet asetellaan pään yläpuolelle aina potilaan tilan salliessa. Tämä tapa tuottaa parhaan kuvanlaadun. Yhdessä sairaalassa kädet asetellaan aina tyynylle vatsan päälle ja yhdessä aina alas vartalon viereen. Näistä vaihtoehdoista vatsan päälle asettelu on kuvanlaadun kannalta parempi, mutta näin ei pitäisi oletusarvoisesti tehdä, jos on mahdollista nostaa edes toinen käsi pään yläpuo-lle. Jo yhden käden nosto tuottaa huomattavasti paremman kuvanlaadun ja pienem-män säderasituksen kuin molempien jättäminen alas. Käsien jättäminen oletusarvoisesti vartalon viereen ei ole suositeltavaa, sillä se lisää potilaan sädeannosta ja voi haitata

hengenvaarallisten vammojen havaitsemista alavatsan alueella. (Loewenhardt et al. 2011, 70; Kahn et al. 2013, 69 - 70) On perustelua ja suositeltavaa nostaa kädet ylös pään kuvauksen jälkeen kuvanlaadun ja sädeannoksen optimoimiseksi, vaikka uudelleenasettelu vie hieman aikaa (Karlo et al. 2011, 291; Loewenhardt 2011, 71). Käsien asentoa muutettaessa on kuitenkin aina pidettävä mielessä annosmodulaatiotekniikka ja otetut suunnittelukuvat sekä potilaan kunto (Kahn et al. 2017, 850 - 852).

Aineistonkeruulomakkeessa ei kysytty rankalautojen ja siirtovälineiden poistamisesta kuvausta varten, joten tietoa sairaaloiden käytännöistä ei ole. Joustavat potilaan siirtoon käytettävät liukulaudat eivät merkittävästi vaikuta sädeannokseen, mutta rankalautojen poistoa kuitenkin suositellaan jo ennen potilaan siirtoa kuvauspyydälle, sillä ne voivat vaikuttaa huomattavasti kuvanlaatuun ja laitetekniikasta riippuen myös sädeannokseen. Rankalaudan jättäminen kuvausalueelle voi tuottaa jopa yli 30 % suuremman säderasituksen potilaalle. (Loewenhardt et al. 2011, 72; Lee et al. 2016, 1 - 8) Potilaan pitämistä rankalaudalla ei suositella kauempaa kuin 30 minuuttia, sillä se voi aiheuttaa potilaalle kipua ja lisätä selkärangan liikettä (Ensihoidon ja päivystyksen liikelaitos 2017, 2). On kuitenkin aina huomioitava potilaan tila ja pohtia, voidaanko rankalauta poistaa turvallisesti aiheuttamatta potilaalle ylimääräisiä vammoja.

Kaikissa sairaaloissa kuvataan sekä pään, kaulan että vartalon tutkimukset ohuella leikepaksuudella. Optimoinnin kannalta onkin parasta kuvata ohuita ja katsoa paksumpia leikkeitä. Ohuella leikepaksuudella saadaan aikaan paras kuvanlaatu ja erotuskyky. Paksumia leikkeitä katsottaessa kohinan määrä on vähäisempi kuin ohuita katsottaessa. (Jartti et al. 2012; Sodickson 2013, 126 -127)

Putkijännite olisi hyvä optimoida potilaan koon mukaan. Automaattinen putkijännitteen modulointi, mikäli sellainen on käytettävissä, määrää automaattisesti optimaalisen putkijännitteen tason jokaiselle potilaalle yksilöllisesti (Sodickson 2013, 126). Kolmessa sairaalassa tällainen automaattinen putkijännitteen modulaatiomenetelmä on käytössä ja kahdessa käytetään kiinteää kuvausjännitettä, jota muutetaan tapauskohtaisesti potilaan koon mukaan. Vastauksista ei kuitenkaan käynyt ilmi onko näissä kahdessa sairaalassa automaattisen putkijännitteen modulointimahdollisuutta.

Kaikissa sairaaloissa sitä vastoin käytetään automaattista putkivirran modulaatiota. Putkivirran automaattimodulointi pitää kuvanlaadun tasaisena ja potilaan sädeannoksen kohtuullisena (Kalra et al. 2005, 171 - 181; Jartti et al. 2012). Koska sairaaloissa on käytössä eri laitevalmistajien laitteita, perustuvat automaattimodulaatiot eri tekniikkoihin

ja siitä johtuen niiden rinnastaminen toisiinsa on hankalaa. Osassa sairaaloista automaattimodulaation käyttämää putkivirran määrää on rajoitettu ja osassa ei, vaan se määräytyy puhtaasti potilaan anatomian mukaan. Tällöin esimerkiksi hyvin suurikokoiset potilaat voivat saada huomattavan suuria sädeannoksia, mutta toisaalta kuvanlaatu voi olla parempi.

Kaikissa sairaaloissa iteratiivisen laskennan käyttö on osa traumaprotokollan optimointia. Iteratiivisen laskennan käyttö vähentää kuvauksessa tarvittavaa säteilyn määrää kuvanlaadun pysyessä saman tasoisena (Huber-Wagner et al. 2009, 1459; Kahn et al. 2013, 67 - 71). Käytettäessä iteratiivista laskentaa putkivirran lisäksi myös putkijännitettä voidaan alentaa (Jartti et al. 2012). Iteratiivisen laskennan traumakuvantamisessa käytettävä määrä on sairaaloissa keskitasoa tai sitä enemmän, mikä käytännössä tarkoittaa potilaiden sädeannoksen pienenemistä huomattavasti verrattuna perinteiseen rekonstruktiotapaan. Eri laitevalmistajat hyödyntävät eri tekniikoita iteratiivisen laskennan toteuttamisessa ja eri asteikkoja laskennan määrän ilmoittamisessa, joten laskennan käyttöä sairaaloissa on hankala rinnastaa toisiinsa.

Nopeuden ja sädeannoksen optimoinnin kannalta helikaalikuvauksella yhdellä pöydän liikkeellä on paras tapa suorittaa kokokehon kuvaus (Eichler et al. 2015, 110). Neljässä sairaalassa kokokehon TT-tutkimus suoritetaan helikaalikuvauksena ja yhdessä vo-lyymikuvauksena.

Kaikissa sairaaloissa kokokehon TT-traumatutkimus kallonpohjasta lantion alapuolelle suoritetaan yhdellä pöydän liikkeellä ja kuvauksessa käytetään split-bolus-varjoaineruiskutusta. Näyttöön perustuvan kirjallisuuden perusteella tämä käytäntö on suositeltavin, koska se vähentää potilaan sädeannosta, lyhentää kuvaukseen käytettävää aikaa, parantaa sisäelinten tehostumista sekä vähentää katsottavien leikkeiden määrää, kuvanlaadun ollessa kuitenkin diagnostisesti riittävä (Yaniv et al. 2013, 674 - 675). Kun tutkimuksiin ja diagnoosin tekemiseen käytetty aika lyhenee, potilas saadaan nopeammin hoitoon ja hänellä on paremmat mahdollisuudet säilyä hengissä (Huber-Wagner et al. 2013, 6). Traumatimi voi myös olla koko split-bolus-ruiskutuksen ajan potilaan luona toisin kuin, jos ruiskutus olisi yksivaiheinen. (Leung et al. 2015, 1112, 1115)

Kaikissa sairaaloissa käytetään samaa jodiyhdistettä sisältävää varjoainetta samassa konsentraatiossa. Tästä syystä varjoaineruiskutusta koskevat tulokset ovat hyvin rinnastettavissa toisiinsa. Lähes kaikissa näistä sairaaloissa käytetään kiinteää varjoainemää-

rää, joka on helppo ja nopea tapa verrattuna potilaan painon mukaan laskettavaan varjoainemäärään. Hyvin pieni- tai suurikokoisilla potilailla kiinteä varjoainemäärä ei välttämättä kuitenkaan ole optimaalinen. Tämän vuoksi onkin hyvä käytäntö vähentää varjoaineen määrää pienikokoisilla potilailla, kuten yhdessä sairaalassa tehdään.

Split-bolus-ruiskutusohjelmissa on sairaaloiden välillä eroja. Sekä ensimmäinen (80 - 90 ml) että toinen varjoainebolus (40 - 50 ml) on lähes samankokoinen eri sairaaloissa, mutta yhdessä sairaalassa toinen varjoainebolus on puolet laimeampi kuin ensimmäinen, sillä siinä on 50 % varjoainetta ja 50 % keittosuolaliuosta. Varjoaineen kokonaistilavuus (115 - 140 ml, laskettuna konsentraatioon 350 mg/ml) on kaikissa vastaajasairaa-loissa pienempi kuin suurimmassa osassa kirjallisuudesta kerätyistä ruiskutusprotokollista (130 - 160 ml, Loupatatzis et al. 2008, 1207 - 1208; Nguyen et al. 2009, 1 - 2; Yaniv et al. 2013, 669 - 670; Leung et al. 2015, 1112 - 1113; Kahn et al. 2017, 844 - 845). Kirjallisuuden mukaan tehostuminen onkin ollut enemmän kuin riittävä suuremmilla varjoainemäärillä ja varjoaineen määrä olisi optimoitavissa (Leung et al. 2015, 1115). Vaikuttaisi siltä, että Suomen sairaaloissa optimointia onkin jo kenties tehty. Koska näitä ruiskutusprotokollia käytetään Suomessa traumakuvantamisessa yliopistosairaalatasolla, voidaan olettaa kuvanlaadun olevan riittävä myös näillä hieman pienemmilläkin varjoainetilavuuksilla.

Kahdessa vastanneessa sairaalassa ei anneta varjoaineruiskutusten välillä lainkaan keittosuolaliuosta samoin kuin useissa kirjallisuudesta kerätyissä ruiskutusprotokollissa, mutta jokaisessa sairaalassa keittosuolaa ruiskutetaan varjoaineruiskutuksen päätteeksi, mikä parantaa kuvanlaatua (Jartti et al. 2012; Leung et al. 2015, 1114). Ruiskutuksen päätteeksi ruiskutettavan keittosuolaliuosboluksen tilavuus on kaikissa sairaaloissa samankaltainen (30 - 40 ml), vaikkakin kirjallisuuteen verrattuna (suositus 40 - 50 ml, (Jartti et al. 2012)) hieman pienempi. Kirjallisuudessa ruiskutusten välinen keittosuolaliuosruiskutus oli perusteltu kanyylin tukkeutumisen estämisellä, mutta tauko varjoaineruiskutusten välillä on lyhyt, joten kanyylin tukkeutuminen on epätodennäköistä.

Kaikissa muissa paitsi yhdessä sairaalassa on varjoaineruiskutusten välillä pituudeltaan vaihteleva tauko. Sairaalassa, jossa taukoa ei ole, ei myöskään ruiskuteta varjoaineruiskutusten välillä keittosuolaliuosta, jolloin sisäelintehostuminen voisi jäädä heikoksi ensimmäisen varjoaineboluksen jäädessä osittain käden laskimoihin, mutta asiaa on kompensoitu ruiskuttamalla toinen varjoainebolus hitaalla ruiskutusnopeudella, mikä saattaa parantaa sisäelinten tehostumista normaalin verenkierron seurauksena. Sekä varjoaineen että keittosuolaliuosruiskutusnopeudet vaihtelevat sairaaloiden välillä, mutta

pääasiassa ruiskutukset ovat nopeita, 3 - 5 ml/s. Vain yhdessä sairaalassa jälkimmäinen varjoaineruiskutus on ensimmäistä nopeampi, kuten valtaosassa kirjallisuudesta kerätyistä ruiskutusprotokollista. Koska ruiskutusnopeus ja varjoaineen määrä voivat olla split-bolus-ruiskutuksessa tavanomaista ruiskutusta suurempia, tulee kiinnittää huomiota kanyyliin kokoon.

Vain yhdessä sairaalassa käytetään kuvauksen käynnistykseen varjoaineruiskutuksen jälkeen kiinteää viivettä, mikä on nopein oppia, vaikka hoitohenkilökunta vaihtuisikin usein (Eichler et al. 2015, 113). Kiinteän viiveen käynnistyksessä ei myöskään tarvitse ottaa bolus tracking -leikkeitä ja sijoittaa ROI:ta, mikä voi nopeuttaa kuvauksen suunnittelua. Muissa sairaaloissa käytetään bolus tracking -menetelmää, jolloin on tärkeää henkilökunnan osata ottaa bolus tracking -leike oikealta korkeudelta sekä sijoittaa ROI oikeaan anatomiseen kohtaan. Sairaaloissa käytetään sekä automaattista kuvauksen käynnistämistä, joka on alttiimpi laitteista johtuville virhelähteille, että manuaalista käynnistämistä, jolloin oikea ajoitus vaatii röntgenhoitajalta tarkkaavaisuutta. Bolus tracking -menetelmää käyttämällä on kuitenkin todennäköisempää onnistua kuvauksen ajoituksessa verrattuna kiinteän viiveen käynnistykseen, vaikka potilas olisikin hemodynaamisesti epästabiili. Tämä kuitenkin edellyttää kuvauksen käynnistyskynnyksen optimointia tarkkaan. (Leung & Jones 2016)

Kuva-alan rajausta tulisi optimoida mahdollisimman tarkasti. Kuva-ala vaikuttaa suoraan sädeannokseen. (Jarti et al. 2012) Sädeherkkiä elimiä, kuten silmiä, kilpirauhasta ja rintoja, tulisi pyrkiä suojaamaan myös traumapotilailla, mikäli mahdollista. Päästä kuvattaessa silmiä voi suojata kallistamalla gantry kallonpohjan suuntaisesti. Kolmessa sairaalassa tavallisessa pään kuvauksessa näin tehdäänkin. Kahdessa sairaalassa gantryä ei kallisteta. Erityisesti potilailla, joita joudutaan kuvaamaan toistuvasti kallistamatta gantryä, silmien annos voi muodostua suureksi, mikä voi ajan myötä johtaa harmaakaihiin. (Matsubara et al. 2010, 286) Sädeherkkiä elimiä voidaan suojata myös käyttämällä kuvauslaitteen elinkohtaisia annossäästömenetelmiä. Tämä menetelmä on käytössä vastausten perusteella vaihtelevasti ja annossäästömenetelmät ovat erilaisia eri laitteissa. Laitteissa, joissa sisäänrakennettu annossäästömenetelmä on käytettävissä, sitä käytetään. Tämä onkin suositeltavaa (De-Maio et al. 2014, 567 - 568, Lambert & Gould 2016, 1239, Sarvaes & Zhu 2013, 1293; Vollmar & Kalender 2008, 1681). Niissä laitteissa joissa menetelmää ei ole, suositellaan yleistä putkivirran tason alentamista, mikäli kuvanlaatu pysyy riittävänä (Colletti et al. 2012, 506; Morford & Watts 2012, 46 - 47; Sordickson 2013, 126, Alagic et al. 2017, 514 - 517).

Ulkoisilla vismuttisuojilla voidaan myös suojata vartalon etupuolella sijaitsevia sädeherkkiä elimiä. Niiden käyttöä ei kuitenkaan enää suositella, sillä ne heikentävät kuvanlaatua ja voivat lisätä potilaan sädeannosta. (Kim et al. 2010, 1739 - 1743; Jartti et al. 2012; STUK 2012, 11; DeMaio et al. 2014, 567 - 568; Samei 2014, 500; Alagic et al. 2017, 514 - 517) Vismuttisuoja ei tulisi käyttää erityisesti silloin, kun käytetään reaaliaikaista automaattisen putkivirran modulaatiota, tai kun on käytössä laitteeseen sisäänrakennettu annossäästömenetelmä, joka vähentää säteilyn tuottoa AP-suunnassa ja lisää sitä PA-suunnassa (Sodickson 2013, 126; Samei 2014, 499 STUK 2012, 16). Sairaaloissa vismuttisuojien käytöstä onkin pääasiassa luovuttu, mutta yhdessä sairaalassa niitä käytetään edelleen nuorten potilaiden silmien suojaukseen. Vismuttisuojien sijaan silmien suojaamiseen olisi suositeltavaa käyttää muita annossäästömenetelmiä.

Pääosin Suomen yliopistosairaaloiden traumaprotokollat ovat hyvin optimoituja. Joitakin parannuskohteita kuitenkin vielä on. Esimerkiksi käsien asettelussa potilaan tilan salliessa ja sädeherkkien elinten suojaamisessa on joissakin sairaaloissa vielä optimoitavaa. Suurin osa protokollista vaikuttaa kuitenkin olevan erittäin hyvin tutkimustiedon mukaan ajan tasalla, vaikka osa sairaaloista vastasikin protokollien päivityksestä olevan runsaasti aikaa. Vastausten perusteella voidaan myös todeta modernia laitetekniikkaa käytettävän hyväksi kiitettävän hyvin.

8 LOPUKSI

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Suomen yliopistosairaaloiden TT-traumaprotokollia keräämällä aineistonkeruulomakkeen avulla tiedot kunkin sairaalan traumaprotokollasta kyseisen osaston TT-vastuuhoidajilta. Tämän opinnäytetyön yhteistyöorganisaatioina toimivat HUS-kuvantaminen, radiologia, Töölön sairaalan röntgen; Kuopion yliopistollinen sairaala, kuvantamiskeskus, kliininen radiologia; Pirkanmaan sairaanhoitopiiri, kuvantamiskeskus- ja apteekkiliikelaitos; PPSHP OYS diagnostiikka, sekä TYKS kuvantamisen toimialue, radiologian vastuualue ja päivystysröntgen. Kaikki organisaatiot vastasivat kyselyyn.

Tulosten perusteella Suomen yliopistosairaaloiden traumaprotokollat ovat samankaltaisia; kaikissa sairaaloissa käytetään split-bolus-ruiskutusta ja yhdistetty kaulan ja vartalon alueen kuvaus suoritetaan yhdellä pöydän liikkeellä. Pään alueen kuvauksessa ja erillisessä kaulan alueen kuvauksessa on sairaaloiden välillä enemmän eroja. Osa sairaaloiden välisistä eroista selittyy sillä, että eri sairaaloissa on käytössä eri kuvantamislaitteistot, joista osassa ei ole mahdollista käyttää uusinta kuvantamistekniikkaa. Traumaprotokollat ovat pääosin hyvin optimoituja, mutta osassa sairaaloista optimoinnissa on vielä varaa kehittyä. Esimerkiksi vismuttisuojien käyttö ja käsien asettelu ovat optimoinnin kohteita, joihin tulisi kiinnittää huomiota.

8.1 Opinnäytetyön tulosten hyödyntäminen ja jatkotutkimusehdotukset

Tämän opinnäytetyön raportti on saatavilla julkisesti Theseus-tietokannassa ja se lähetetään myös kaikille vastaajaorganisaatioille. Vastaajaorganisaatiot sekä muutkin TT-traumakuvantamista tekevät osastot Suomessa voivat käyttää opinnäytetyön tuloksia vertaisarviointiin (ns. benchmarking) ja siten mahdollisesti oman toimintansa kehittämiseen. Tähän opinnäytetyöhön on kerätty yhteen paikkaan runsaasti kansainvälistä vertaisarvioitua tietoa traumaprotokollista sekä niiden optimoinnista. Opinnäytetyö ja sen tulokset voivat auttaa organisaatioita tunnistamaan omassa toiminnassaan mahdollisia heikkouksia sekä laatimaan niihin parannusehdotuksia.

Traumaprotokollat on pääosin kehitetty siinä kyseisessä sairaalassa, jossa niitä käytetään. Suomessa tai pohjoismaissa ei ole vielä käytössä kansallisia tai kansainvälisiä suo-

situksia traumaprotokollalle. Tutkimustiedon mukaan suurin osa pohjoismaisista sairaaloista toivoisi traumakuvantamiskäytäntöjä yhtenäistettävän ja hyvin monet sairaalat olisivat valmiita ottamaan käyttöön uudet pohjoismaiset traumakuvantamisen suositukset ja yhtenäisen traumaprotokollan (Wiklund et al. 2015, 754 - 756). Kenties tämän opinäytetyön tulosten perusteella olisi mahdollista aloittaa kehitystyö kyseisen kaltaisten kansallisten hoitosuositusten aikaansaamiseksi aikuisten traumakuvantamisessa.

Tässä opinäytetyössä käsiteltiin aikuisten TT-traumakuvantamista. Lapsille on omat traumaprotokollansa ja niistä olisi mahdollista tehdä tulevaisuudessa samankaltainen työ. Tässä työssä ei myöskään kartoitettu eri sairaaloiden trauma-TT:n sädeannoksia, joita voitaisi mahdollisesti seurata esimerkiksi DoseWatch-järjestelmän avulla niissä sairaaloissa, joissa järjestelmä on käytössä.

8.2 Opinäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Opinäytetyö tehtiin soveltaen Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK 2012) laatimaa Hyvän tieteellisen käytännön ohjeistusta. Ohjeistuksen mukaisesti sairaaloilta saatavan tiedon käyttöön ja julkaisuun hankittiin tarvittavat hyvien tutkimuskäytäntöjen mukaiset tutkimusluvut sekä allekirjoitettiin vaitiolositoumukset. Opinäytetyön tekemisestä kirjoitettiin toimeksiantosopimus. Aineiston keruu suoritettiin näitä käytäntöjä soveltaen ja aineisto käsiteltiin sekä säilytettiin noudattaen erityistä huolellisuutta ja luottamuksellisuutta. Vaikka opinäytetyön aineiston keruuseen käytetyt sairaalat käyvätkin epäsuorasti ilmi jo opinäytetyön nimestä, opinäytetyön raporttiin protokollien yhteyteen sairaalat nimettiin anonyymisti nimillä sairaala 1 - 5, jolloin organisaatiokohtainen anonymiteetti säilyy. Myöskään yksittäisten röntgenhoitajien nimiä ei julkaistu raportissa ja henkilökuntaan kohdistettavaa aineistonkeruuta varten haettiin tarvittaessa lupa. Opinäytetyön teoreettinen viitekehys muodostettiin mahdollisimman tuoreiden vertaisarvioitujen tieteellisten julkaisujen pohjalta.

Aineistonkeruulomakkeen kysymykset pyrittiin huolellisesti muotoilemaan mahdollisimman yksiselitteisiksi ja helposti vastattaviksi tuoreimman näyttöön perustuvan teorian pohjalta, joten tutkimusmenetelmän voidaan katsoa olevan riittävän validi. Kerätyn aineiston voidaan katsoa olevan luotettava ja tutkimus on toistettavissa. (Hirsjärvi 2007, 226 - 227) Kaikkiin organisaatioihin lähetettiin sama aineistonkeruulomake saatekirjeineen, joten jokaiselta vastaajaorganisaatiolta oletetaan saadun tasavertaiset vastaukset kyselyyn. Aineistonkeruulomake ja saatekirje olivat liitteinä tutkimuslupahakemuksissa,

joten vastaajaorganisaatiot olivat tietoisia vastattavista kysymyksistä etukäteen lupaa myöntäessään. Kaikki kyselyn vastaajat olivat trauma-TT-vastuuhoitajia, joten voidaan olettaa heillä olevan ajantasaiset ja luotettavat tiedot organisaationsa TT-traumaprotokollasta. Kyselyyn vastaaminen oli täysin vapaaehtoista.

Organisaatioilta kerätty anonymisoitu aineisto analysoitiin ja tulkittiin rehellisesti ja objektiivisesti. Erityisesti objektiivisuutta pyrittiin pitämään yllä tarkastelemalla tulosten raportointi- ja tulkintavaiheessa ainoastaan anonymisoituja tuloksia, joissa organisaatioiden todelliset nimet eivät olleet näkyvillä. Kerättyä aineistoa ei luovutettu ulkopuolisille ilman asianomaisten lupaa ja analysoinnin ja raportin kirjoittamisen jälkeen kerätty aineisto hävitettiin noudattaen henkilötietolakia (henkilötietolaki 523/1999) ja vaitiolovelvollisuutta. Opinnäytetyön julkaisuvaiheessa raportoitiin yhteistyötahoille opinnäytetyön julkistamisesta.

Tämän opinnäytetyön tekemiseen ei saatu rahallista avustusta yhteistyötahoilta tai toimeksiantajan taholta. Opinnäytetyön tekijät ja työn tulokset ovat puolueettomia.

LÄHTEET

Ahvenjärvi, L. 2010. Computed tomography in diagnostics and treatment decisions concerning multiple trauma and critically ill patients. Väitöskirja. Oulun yliopisto, lääketieteellinen tiedekunta. Acta Universitatis Ouluensis. Oulu.

Ahvenjärvi, L. 2011. Tietokonetomografia on monivamma- ja tehohoitopotilaiden tutkimisen kulmakivi. *Finnanest* 44, 4: 286-289.

Alagic, Z., Eriksson, A., Drageryd, E., Motamed, S. & Wick, M. 2017. A new low-dose multi-phase trauma CT protocol and its impact on diagnostic assessment and radiation dose in multi-trauma patients. *Emergency Radiology* 24: 509 - 518.

Alasutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. E-kirja. Vastapaino. Tampere.

Besenski, N. 2002. Traumatic injuries: imaging of head injuries. *European Radiology* 12: 1237-1252.

Castrén, T., Kejonen, M., Pannone, S., Rahu, V-M., Solavuori, J. & Susi, H. 2017. Traumapotilas röntgenosastolla –traumapotilaan kuvantaminen ja kirurginen hälytys. *Julkaisematon*.

Colletti, P., Micheli, O. & Lee, K. 2013. To Shield or Not to Shield: Application of Bismuth Breast Shields. *American Journal of Roentgenology* 200: 503 - 507.

Davies, R., Scrimshire, A., Sweetman, L., Anderton, M. & Holt, E. 2016. A decision tool for whole-body CT in major trauma that safely reduces unnecessary scanning and associated radiation risks: An initial exploratory analysis. *Injury, International Journal of the Care of the Injured* 47: 43-49.

DeMaio, D., Palmer, E. & Turk, J. 2014. Shielding in Computed Tomography: An Update. *Radiologic Technology* 85, 5: 563 - 570.

De Palma, D. & Santos, A. 2016. Paediatric Dose Optimisation teoksessa *Radiation Protection and Dose Optimisation. A Technologist's Guide* (toim. Rep, S., Santos, A. & Testanera, G.). EANM:n julkaisu. s. 93 - 98.

Eichler, K. Marzi, I., Wyen, H., Zangos, S., Mack, M. & Vogl, T. 2015. Multidetector computed tomography (MDCT): simple CT protocol for trauma patient. *Clinical Imaging* 39: 110 - 115.

Ensihoidon ja päivystyksen liikelaitos. 2017. Toimintaohje - Traumapotilaan tuenta ja kuljetus ensihoidossa VSSHP:n alueella. Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin toimintaohje.

Eurostat. 2017. Accidents and injuries statistics. Eurostat-julkaisu. Päivitetty 12.11.2017. Viitattu 18.12.2017. <http://ec.europa.eu/eurostat/>

Frink, M., Lechler, P., Debus, F., & Ruchholtz, S. 2017. Multiple Trauma and Emergency Room Management. *Deutsches Ärzteblatt International* 114: 497 - 503.

Furlow, B. 2017. Whole-Body Computed Tomography Trauma Imaging. *Radiologic Technology* 89, 2: 159 - 180.

Geyer, L., Körner, M., Harrieder, A., Mueck, F., Deak, Z., Wirth, S. & Linsenmaier, U. 2016. Dose reduction in 64-row whole-body CT in multiple trauma: an optimized CT protocol with iterative image reconstruction on a gemstone-based scintillator. *British Journal of Radiology* 89: 1 - 6.

Geyer, L., Schoepf, U., Meinel, F., Nance, J., Bastarrika, G., Leipsic, J., Paul, N., Rengo, M., Laghi, A. & De Cecco, C. 2015. State of the Art: Iterative CT Reconstruction Techniques. *Radiology* 276, 2: 339 - 357.

Gupta M., Schriger D., Hiatt J., Cryer H., Tillou A., Hoffman J. & Baraff L. 2011. Selective Use of Computed Tomography Compared With Routine Whole Body Imaging in Patients With Blunt Trauma. *Annals of Emergency Medicine* 58, 5: 407-416.

Hajibandeh, S. & Hajibandeh, S. 2015. Systematic review: effect of whole-body computed tomography on mortality in trauma patients. *Journal of Injury and Violence Research* 7, 2: 64-74.

Helkamaa, T., Handolin, L., Koskinen, S., Kortensniemi, M. & Pajarinen, J. 2013. Tietokonetomografian käytön perusteet traumapotilaan diagnostiikassa. *Suomen Lääkärilehti* 22/2013, vuosikerta 68: 1639 - 1646.

Henkilötietolaki 523/1999 muutoksineen. Voimaantulopäivämäärä 1.6.1999. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.finlex.fi>.

Hilbert, P. zur Nieden, K., Hofmann, G., Hoeller, I., Koch, R. & Stuttmann, R. 2007. New aspects in the emergency room management of critically injured patients: a multi-slice CT-oriented care algorithm. *Injury, International Journal of the Care of the Injured* 38: 552-558.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki. Tammi.

Hong, Z.-J., Chen, C.-J., Yu, J.-C., Chan, D.-C., Chou, Y., Liang, C.-M. & Hsu, S.-D. 2016. The evolution of computed tomography from organ-selective to whole-body scanning in managing unconscious patients with multiple trauma. A retrospective cohort study. *Medicine* 95, 37: 1 - 5.

Huber-Wagner S., Biberthaler P., Häberle S., Wierer M., Dobritz M., Rummeny E., Griensven M., Kanz K-G., Lefering R. & the Trauma Register DGU. 2013. Whole-Body CT in Haemodynamically Unstable Severely Injured Patients - A Retrospective, Multicentre Study. *PLOS ONE* 8, 7: 1-10.

Huber-Wagner S., Lefering R., Qvick L., Korner M., Kay M., Pfeifer K., Reiser M., Mutschler W., Kanz K. & Working Group on Polytrauma of the German Trauma Society. 2009. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *Lancet* 373: 1455 - 1461.

Hutter, M., Woltmann, A., Hierholzer, C., Gärtner, C., Bühren, V. & Stengel, D. 2011. Association between a single-pass whole-body computed tomography policy and survival after blunt major trauma: a retrospective cohort study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* 19, 73: 1 - 9.

Jartti, A., Lantto, E., Rinta-Kiikka, I. & Vuorte, J. 2012. Vatsan TT-tutkimukset – Suositukset omien kuvauskäytäntöjen kehittämiseen. Suomen Vatsaradiologien dokumentteja. Suomen Radiologiyhdistys. Saatavana sähköisesti www.sry.fi.

Jensen, K., Martinsen, A., Tingberg, A., Aaløkken, T. & Fosse, E. 2014. Comparing five different iterative reconstruction algorithms for computed tomography in an ROC study. *European Radiology* 24, 12: 2989 - 3002.

Kahn, J., Grupp, U. & Mauer, M. 2013. How does arm positioning of polytraumatized patients in the initial computed tomography (CT) affect image quality and diagnostic accuracy? *European Journal of Radiology* 83: 67 - 71.

Kahn, J., Kaul, D., Böning, G., Rotzinger, R., Freyhardt, P., Schwabe, P., Maurer, M., Renz, D. & Streitparth, F. 2017. Quality and Dose Optimized CT Trauma Protocol – Recommendation from a University Level-I Trauma Center. *Fortschritte Auf Dem Gebiete Der Rontgenstrahlen* 189: 844 - 854.

Kalra, M., Naz, N., Rizzo, S. & Blake, M. 2005. Computed Tomography Radiation Dose Optimization: Scanning Protocols and Clinical Applications of Automatic Exposure Control. *Current Problems in Diagnostic Radiology* 34, 5: 171 -181.

- Karlo, C., Gnannt, R., Frauenfelder, T., Leschka, S., Brüesch, M., Wanner, G. & Alkadhi, H. 2011. Whole-body CT in polytrauma patients: effect of arm positioning on thoracic and abdominal image quality. *Emergency Radiology* 18: 285 - 293.
- Kim, S., Frush, D., & Yoshizumi, T. 2010. Bismuth shielding in CT: support for use in children. *Pediatric Radiology* 40: 1739 - 1743.
- King, L. & Wherry, D. 2010. *ABC of Imaging in Trauma*. Chichester. Wiley-Blackwell.
- Koponen, L. & Sillanpää, K. 2005. *Potilaan hoito päivystyksessä*. Sanoma Pro Oy. Helsinki.
- Korkala, E. & Karppinen, S. 2015. *Traumapotilas tietokonetomografiatutkimuksessa: Opas röntgenhoitajille*. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu.
- Koskinen, S. 2010. *Radiologiset kuvantamis- ja hoitomenetelmät*. Teoksessa H. Kröger, H. Aro, O. Böstman, J. Lassus & J. Salo. *Traumatologia. Kandidaattikustannus Oy*. Helsinki.
- Koskinen, S. & Handolin, L. 2011. *Vaikeasti vammautuneen kuvantaminen*. Teoksessa A. Lepäniemi, J. Pajarinen, E. Hirvensalo & R. Haapiainen. *Päivystyskirurgian opas*. Helsinki: Duodecim.
- Kumta N., Park G., Toms A., Housden B. & Dixon A. 2002. Body computed tomography in critically ill patients. *Anaesthesia* 57: 544 - 548.
- Laki holhoustoimesta 442/1999 muutoksineen. Voimaantulopäivämäärä 1.12.1999. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <https://www.finlex.fi>.
- Lambert, J. & Gould, R. 2016. Evaluation of a Net Dose-Reducing Organ-Based Tube Current Modulation Technique: Comparison With Standard Dose and Bismuth-Shielded Acquisitions. *American Journal of Roentgenology* 206: 1233 - 1240.
- Lassus, J. & Kröger, H. 2010. *Vammamekanismi*. Teoksessa Kröger, H. Aro, O. Böstman, J. Traumatologia Kandidaattikustannus Oy. Helsinki.
- Latvala, E. & Vanhanen-Nuutinen, L. 2001. Laadullisen hoitotieteellisen tutkimuksen perusprosessi: sisällönanalyysi. Teoksessa Janhonen, S. & Nikkonen, M. (toim.) *Laadulliset menetelmät hoitotieteessä*. WSOY, Helsinki. s. 21 - 43.
- Lee, A., Elojeimy, S., Kanal, K., Linnau, K. & Gunn, M. 2016. The effect of trauma backboards on computed tomography radiation dose. *Clinical Radiology* 71, 499: 1 - 8.
- Leung, V. & Jones, H. 2016. Re: Implementation of a split-bolus single-pass CT protocol at a UK major trauma centre to reduce excess radiation dose in trauma pan-CT. A reply. *Correspondence. Clinical Radiology* 71: 498.
- Leung, V., Sastry, A., Woo, T. & Jones, H. 2015. Implementation of a split-bolus single-pass CT protocol at a UK major trauma centre to reduce excess radiation dose in trauma pan-CT. *Clinical Radiology* 70: 1110 - 1115.
- Li, J., Udayasankar, U., Toth, T., Seamans, J., Small, W. & Kalra, M. 2007. Automatic patient centering for MDCT: effect on radiation dose. *American Journal of Roentgenology* 188, 2: 547 - 552.
- Linder, F., Mani, K., Juhlin, C. & Eklöf, H. 2016. Routine whole body CT of high energy trauma patients leads to excessive radiation exposure. *Emergency Medicine* 24, 7: 1 - 7.
- Loewenhardt, B., Buhl, M., Gries, A., Greim, C.-A., Hellinger, A., Hessmann, M., Rathjen, T., Reinert, M., Manke, C. & Bernhard, M. 2011. Radiation exposure in whole-body computed tomography of multiple trauma patients: Bearing devices and patient positioning. *Injury, International Journal of the Care of the Injured* 43: 67 - 72.

Loupatatzis, C., Schindera, S., Gralla, J., Hoppe, H., Bittner, J., Schröder, R., Srivastav, S. & Bonel, H. 2008. Whole-body computed tomography for multiple traumas using a triphasic injection protocol. *European Radiology* 18: 1206 - 1214.

Matsubara, K., Koshida, K., Noto, K., Takata, T., Suzuki, M., Shimono, T., Yamamoto, T. & Matsui, O. 2010. A head phantom study for intraocular dose evaluation of 64-slice multidetector CT examination in patients with suspected cranial trauma. *European Journal of Radiology* 79: 283 - 287.

Maxfield, M., Schuster, K., McGillicuddy, E., Young, C., Ghita, M., Bokhari, J., Oliva, I., Brink, J. & Davis, K. 2012. Impact of adaptive statistical iterative reconstruction on radiation dose in evaluation of trauma patients. *Journal of Trauma Acute Care and Surgery* 73, 6: 1406 - 1411.

Mayo-Smith, W., Hara, A., Mahesh, M., Sahani, D. & Paclivek, W. 2014. How I Do It: Managing Radiation Dose in CT. *Radiology* 273, 3: 657 - 672.

Millo, N., Plewes, C., Rowe, B. & Low, G. 2011. Appropriateness of CT of the Chest, Abdomen, and Pelvis in Motorized Blunt Force Trauma Patients Without Signs of Significant Injury. *American Journal of Roentgenology* 197: 1393 -1398.

Morford, K. & Watts, L. 2012. Bismuth Shielding During CT Exams: A Literature Review. *Radiology Management* 34, 3: 45 - 47.

MOT Kielitoimiston sanakirja. 2017. Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy. Viitattu 11.11.2017.

Myllylä, L. & Salonen, M. 2015. Monivammapotilaan akuuttihoito päivystyksessä: röntgenhoitajien toiminta simulaatioharjoituksena. *Opinnäytetyö*. Turun ammattikorkeakoulu.

Nguyen, D., Platon, A., Shanmuganathan, K., Mirvis, S., Becker, C. & Poletti, P.-A.. 2009. Evaluation of a singlepass continuous whole-body 16-MDCT protocol for patients with polytrauma. *American Journal of Roentgenology* 192, 1: 3 -10.

Paile, W. 2002. Säteilövammat. Teoksessa *Säteilyn terveysvaikutukset* (toim. Paile, W.). Karisto Oy:n kirjapaino. Hämeenlinna.

Palmer, C. 2007. Major trauma and the injury severity score –where should we set the bar? *Association for the advancement of automotive medicine* 51: 13 - 29.

Peng, J., Wheeler, K., Shi, J., Groner, J., Haley, K. & Xiang, H. 2015. Trauma with Injury Severity Score of 75: Are These Unsurvivable Injuries? *PLOS ONE* 10, 7: 1 -11.

RCR. 2015. Standards of practice and guidance for trauma radiology in severely injured patients. *Toinen painos*. The Royal College of Radiologists. Lontoo.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. *KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 30.10.2017 <http://www.fsd.uta.fi/metelmaopetus/>.

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön – Opas opiskelijoille, ohjaajille ja TKI-henkilöstölle. *Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja* 72. Suomen yliopistopaino. Tampere.

Samei, E. 2014. Pros and cons of organ shielding for CT imaging. *Pediatric Radiology* 44, 3: 495 - 500.

Sarvaes, S. & Zhu, X. 2013. The effects of bismuth breast shields in conjunction with automatic tube current modulation in CT imaging. *Pediatric Radiology* 43: 1287 - 1294.

- Scialpi, M. Schiavone, R. 2016. Split-bolus single-pass in trauma pan-CT: how to ensure reproducibility and diagnostic efficacy. Correspondence. *Clinical Radiology* 71: 497.
- Sedlic, A., Chingko, C., Tso, D., Galea-Soler, S. & Nicolaou, S. 2013. Rapid imaging protocol in trauma: a whole-body dual-source CT scan. *Emergency Radiology* 20: 401 - 408.
- Shannon, L., Peachey, T., Skipper, N., Adiotomre, E., Chopra, A., Marappan, B & Kotnis, N. 2015. Comparison of clinically suspected injuries with injuries detected at whole-body CT in suspected multi-trauma victims. *Clinical Radiology* 70: 1205 - 1211.
- Sierink, J., Treskes, K., Edwards, M., Beuker, B., den Hartog, D., Hochmann, J., Dijkgraaf, M., Luitse, J., Beenen, L., Hollmann, M., Goslings, J. REACT-2 tutkimusryhmän puolesta. 2016. Immediate total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in patients with severe trauma (REACT-2): a randomised controlled trial. *Lancet* 388: 673 - 683.
- Smith, C., Woolrich-Burt, L., Wellings, R. & Costa, M. 2010. Major trauma CT scanning: the experience of a regional trauma centre in the UK. *Emergency Medicine Journal* 28: 378 - 382.
- Sodickson, A. 2013. Strategies for Reducing Radiation Exposure From Multidetector Computed Tomography in the Acute Care Setting. *Canadian Association of Radiologists Journal* 64: 119 - 129.
- Soto, J. & Anderson, S. 2012. Multidetector CT of Blunt Abdominal Trauma. *Radiology* 265, 3: 678 - 693.
- Stengel, D., Ottersbach, C., Matthes, G., Weigeldt, M., Grundei, S., Rademacher, G., Tittel, A., Mutze, S., Ekkernkamp, A., Frank, M., Schmucker, U. & Seifert, J. 2012. *Canadian Medical Association Journal* 184, 8: 869 - 876.
- STUK. 2005. Lasten röntgentutkimusohjeisto. STUK tiedottaa 1/2005. STUK opastaa. Säteilyturvakeskuksen julkaisuja. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.stuk.fi.
- STUK. 2012. Lasten TT-tutkimusohjeisto. STUK opastaa. Säteilyturvakeskuksen julkaisuja. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.stuk.fi.
- STUK. 2013. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tietokonetomografiatutkimuksissa. Päätös 2/3020/2013. STUKin säteilyturvallisuutta koskevat päätökset. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.stuk.fi.
- STUK. 2016. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2015 (toim. Suutari, J.). STUK valvontaraportit. Saatavilla sähköisesti osoitteessa www.stuk.fi.
- TENK 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje. Helsinki.
- Terveystieteiden tutkimuskeskus 1326/2010 muutoksineen. Voimaantulopäivämäärä 1.5.2011. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.finlex.fi>.
- Terveystieteiden tutkimuskeskus THL. 2017. Yleisimmät tapaturmatyypit. Päivitetty 5.7.2016. Viitattu 15.12.2017. <http://www.thl.fi>
- Tilastokeskus. 2017. 1. Kuolemansyyt 2015 (verkkopublication). Suomen virallinen tilasto. Helsinki: Tilastokeskus. Päivitetty 30.12.2016. Viitattu 15.12.2017. <http://www.stat.fi/>
- Traub, M., Stevenson, M., McEvoy, S., Briggs, G., Lo, S., Leibman, S. & Joseph, T. 2007. The use of chest computed tomography versus chest X-ray in patients with major blunt trauma. *Injury, International Journal of the Care of the Injured* 38: 43 - 47.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2009: Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki. Tammi.

Valtioneuvoston asetus erityistason sairaanhoidon erityisvastuualueista 812/2012 muutoksineen. Annettu Helsingissä 13.12.2012. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <http://www.finlex.fi>.

Vela, J., Onstott, K., Wertz, C. & Wertz, J. 2017. Trauma Imaging: A Literature Review. *Radiologic Technology* 88, 3: 263 - 276.

Vollmar, S. & Kalender, W. 2008. Reduction of dose to the female breast in thoracic CT: a comparison of standard-protocol, bismuth-shielded, partial and tube-current-modulated CT examinations. *European Radiology* 18: 1674 - 1682.

Wang, J., Duan, X., Christner, J., Leng, S., Grant, K. & McCollough, C. 2012. Bismuth Shielding, Organ-based Tube Current Modulation, and Global Reduction of Tube Current for Dose Reduction to the Eye at Head CT. *Radiology* 262, 1: 191 - 198.

Wiklund, E., Koskinen, S., Linder, F., Åslund, P.E. & Eklöf, H. 2015. Whole body computed tomography for trauma patients in the Nordic countries 2014: survey shows significant differences and a need for common guidelines. *Acta Radiologica* 57, 6: 750 - 757.

Wintermark, M., Poletti, P-A., Becker, C. & Schnyder, P. 2002. Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Emergency Radiology* 12, 5: 959 - 968.

Wurmb, T., Fruhwald, P., Hopfner, W., Roewer, N. & Brederlau, J. 2007. Whole-body multislice computed tomography as the primary and sole diagnostic tool in patients with blunt trauma: searching for its appropriate indication. *American Journal of Emergency Medicine* 25, 9: 1057 - 1062.

Wurmb, T. & Kenn, W. 2012. The role of early multislice computed tomography in major trauma. *Trauma* 14, 4: 301 - 312.

Yaniv, G., Portnoy, O., Simon, D., Bader, S., Konen, E. & Guranda, L. 2013. Revised protocol for whole-body CT for multi-trauma patients applying triphasic injection followed by a single-pass scan on a 64-MDCT. *Clinical Radiology* 68: 668 - 675.

Liite 1. Aineistonkeruulomakkeen saatekirje

Hei!

Haluatko olla mukana tietokonetomografian traumaprotokollien vertaisarvioinnissa ja kehittämisessä?

Suomessa vaikeasti vammautuneiden potilaiden vaativin hoito on keskitetty yliopistosairaaloihin ja tietokonetomografialla (TT) on keskeinen rooli henkeä uhkaavien traumojen kuvantamisessa. Traumadiagnostiikassa käytetään yleisesti trauma-TT-protokollaa eli toimintatapoja, jotka on suunniteltu siten, että kuvauksella saadaan havaittua henkeä uhkaavat vammat nopeasti ja tehtyä pikainen päätös potilaan hoidosta. Potilaan sädeannoksen optimointi on kuitenkin tärkeää myös traumakuvantamisessa ja röntgenhoitajalla onkin tärkeä rooli säteilynkäytön asiantuntijana, jotta kaikki potilaat saadaan kuvattua turvallisesti ja mahdollisimman pienellä säderasituksella.

Teemme opinnäytetyötä aiheella Tietokonetomografian traumaprotokollat Suomen yliopistosairaaloissa. Opinnäytetyötä varten keräämme tietoja Suomen yliopistosairaaloiden (n = 5) trauma-TT-protokollista oheisen traumakuvantamisosaston vastuuhoitajille osoitetun aineistonkeruulomakkeen avulla. Aineistonkeruulomakkeessa on kysymyksiä mm. potilaan asettelusta, kuvauksen toteutuksesta, varjoaineesta sekä sädesuojauksesta. Lomakkeen täyttämiseen menee n. 20 – 40 minuuttia. Aineiston keruulle on haettu kultaikin yliopistosairaalan organisaatiolta tutkimuslupa.

Vastuuhoitajana sinun osallistumisesi on erittäin tärkeää, sillä siten saamme kerättyä aineistoa mahdollisimman monesta yliopistosairaalasta ja pääsette osastollanne myös itse hyödyntämään opinnäytetyön tuloksia omien toimintatapojenne tarkastelussa ja kehittämisessä.

Aineistonkeruulomakkeeseen vastaaminen on vapaaehtoista. Kyselyyn vastanneiden henkilöiden nimiä ei julkaista, eikä vastauksia yksilöidä sairaaloittain. Saatu aineisto käsitellään luottamuksellisesti ja hävitetään asianmukaisesti opinnäytetyön valmistumisen jälkeen.

Opinnäytetyön raportti julkaistaan Theseus-tietokannassa ja lähetämme kuvantamisyksikölle siinä myös kopion.

Suuret kiitokset yhteistyöstäsi!

Terveisin Turun AMK:n röntgenhoitajaopiskelijat,
Jenni Solavuori & Helena Susi

Yhteystiedot:

jenni.solavuori@edu.turkuamk.fi
p. *** **

helena.susi@edu.turkuamk.fi
p. *** **

Opinnäytetyön ohjaajat:

Jarno Huhtanen
jarno.huhtanen@turkuamk.fi
*** **

Leena Walta

leena.walta@turkuamk.fi
*** **

OPINNÄYTETYÖN AINEISTONKERUULOMAKE

SUOMEN YLIOPISTOLLISTEN SAIRAALOIDEN TIETOKONETOMOGRFIAN TRAUMAPROTOKOLLAT

Lomakkeen täyttö- ja lähetysohjeet

Tämä Word-tiedostomuotoinen aineistonkeruulomake on tarkoitettu opinnäytetyön aineiston keräämiseen. **Lue kysymyskohtaiset vastausohjeet huolellisesti. Vastaa sen mukaan, miten tietokonetomografian (TT) traumaprotokollanne mukaan tulisi toimia huomioimatta mahdollisia poikkeustilanteita tai ohjeistavan lääkärin pyynnöstä kuvattavia lisäsarjoja. Vastaaminen kestää n. 20 – 40 minuuttia.** Jos et saa vastattua kaikkiin kysymyksiin kerralla, tallenna lomake ja jatka myöhemmin vastaamista.

Tämä lomake sisältää avoimia (vastaus vapaana tekstinä) **ja suljettuja kysymyksiä** (annetut vastausvaihtoehdot). **Vastaa avoimiin kysymyksiin kirjoittamalla vastaus kysymyksen alla olevaan keltaiseen vastauslaatikkoon.** Lisää rivejä vastauslaatikkoon saat painamalla Enter-painiketta. **Vastaa suljettuun kysymykseen valitsemalla kysymyskohtaisten ohjeiden mukaan yksi tai useampi vastausvaihtoehto näpäyttämällä vastausvaihtoehdon vieressä olevaa laatikkoa.** Jos näpäytät laatikkoa uudelleen, valinta poistuu. Mikäli haluat antaa lisätietoa suljettuun kysymykseen, vastaa kysymyksen alla olevan Lisätietoja-kohdan keltaiseen vastauslaatikkoon. Mikäli lisätietoja ei ole, ei Lisätietoja-kohtaan tarvitse laittaa mitään.

Jos jokin kysymys ei koske protokollaanne, valitse vaihtoehto ”Ei koske protokollamme” näpäyttämällä alla olevaa laatikkoa ja jätä loput kohdat kyseisestä kysymyksestä vastaamatta.

Mikäli sinulla on jotain kysyttävää lomakkeen täyttämisestä tai huomaat kyselylomakkeessa virheen, ole ystävällinen ja ota yhteyttä välittömästi opinnäytetyön tekijöihin sähköpostilla (osoitteet alla) tai puhelimitse (p. *** **** ***, Helena Susi).

Palauta lomake viimeistään 04.02.2018 oman organisaationne protokollan tiedoilla tallennettuna **sähköpostitse** jompaankumpaan tai molempiin opinnäytetyön tekijöiden sähköpostiosoitteisiin. Osoitteet ovat: jenni.solavuori@edu.turkuamk.fi (Jenni Solavuori) ja helena.susi@edu.turkuamk.fi (Helena Susi). Palauta ystävällisesti vain **yksi vastauslomake per kuvantamisyksikkö.** Mikäli vastuuhoitajia on useampia, voitte vastata yhdessä samaan lomakkeeseen tai valita yhden vastaajan keskuudestanne.

TIETOJA KUVANTAMISOSASTOSTA
<p>1. Minkä sairaalan traumakuvantamisosastolla työskentelette? (Tietoa ei julkaista raportissa, vaan käytetään ainoastaan vastausten rekisteröinnin apuna.)</p> <p><input type="checkbox"/> Helsingin seudun yliopistollinen keskussairaala, Töölön sairaala</p> <p><input type="checkbox"/> Kuopion yliopistollinen sairaala</p> <p><input type="checkbox"/> Oulun yliopistollinen sairaala</p> <p><input type="checkbox"/> Tampereen yliopistollinen sairaala</p> <p><input type="checkbox"/> Turun yliopistollinen keskussairaala</p>
<p>2. Kuka tai ketkä vastasivat tähän aineistonkeruulomakkeeseen? Valitse yksi (1) vaihtoehto.</p> <p><input type="checkbox"/> Kuvantamisyksikön vastuuhoitaja (yksi henkilö)</p> <p><input type="checkbox"/> Kuvantamisyksikön vastuuhoitajat yhdessä</p> <p>Kuinka monta vastuuhoitajaa?</p>

<input type="checkbox"/> Muu röntgenhoitaja/röntgenhoitajat kuin vastuuhoitaja Kuinka monta röntgenhoitajaa? <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Joku tai jotkut muut vastasivat Kuka tai ketkä? <input type="text"/>
Lisätietoja: <input type="text"/>
3. Milloin osastonne aikuisten TT-traumakuvantamisprotokollia on viimeksi päivitetty? (kk/vvvv tai pp.kk.vvvv)
<input type="text"/>
4. Mikä tietokonetomografialaitteisto osastollanne on käytössä ja milloin se on otettu käyttöön? (Merkki ja malli sekä käyttöönottoajankohta kk/vvvv tai pp.kk.vvvv.)
<input type="text"/>

YLEISTÄ TIETOA TRAUMAPROTOKOLLASTA
5. Millaisissa traumatapauksissa yksikkönne ohjeistava lääkäri pyytää käyttämään TT-traumaprotokollaa aikuispotilailla? Valitse kolme (3) yleisintä tapausta.
<input type="checkbox"/> Ampumavamma pään tai vartalon alueelle <input type="checkbox"/> Korkeaenerginen moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus yli 60 km/h) <input type="checkbox"/> Matalaenerginen moottoriajoneuvo-onnettomuus (nopeus alle 60 km/h) <input type="checkbox"/> Pahoinpitely <input type="checkbox"/> Pisto- tai viiltovamma pään tai vartalon alueelle <input type="checkbox"/> Polkupyöräonnettomuus <input type="checkbox"/> Puristumis- tai murskavamma pään tai vartalon alueelle <input type="checkbox"/> Putoaminen matalammalta kuin 3 m korkeudesta <input type="checkbox"/> Putoaminen yli 3 m korkeudesta <input type="checkbox"/> Muu traumatapaus Mikä? <input type="text"/>
Lisätietoja: <input type="text"/>
6. Millä perusteella tietokonetomografialla kuvattava traumapotilas luokitellaan aikuiseksi? Valitse yksi tai useampi vaihtoehto.
<input type="checkbox"/> Ikä Mistä iästä alkaen potilas luokitellaan aikuiseksi (ikä vuosina)? <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Pituus Mistä pituudesta alkaen potilas luokitellaan aikuiseksi (cm)? <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Paino Mistä painosta alkaen potilas luokitellaan aikuiseksi (kg)? <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Muu peruste Mikä? <input type="text"/>
Lisätietoja: <input type="text"/>

AIKUISTEN TRAUMAPROTOKOLLAT
<p>7. Mitä kohteita traumapotilaista kuvataan aikuisten TT-traumaprotokollanne mukaan? Valitse yksi (1) neljästä ensimmäisestä tai useampi jälkimmäinen vaihtoehto, jotka parhaiten vastaavat aikuisten traumaprotokollanne.</p> <p><input type="checkbox"/> Pää natiivina sekä yhdistetty kaularangan/kaulasuonten ja vartalon kuvaus split-bolus -ruiskutuksella (samanaikaisesti arteria- ja venavaiheen kuvaus)</p> <p><input type="checkbox"/> Pää natiivina, kaularanka/kaulasuonet varjoaineella erikseen sekä vartalon kuvaus split-bolus -ruiskutuksella (samanaikaisesti arteria- ja venavaiheen kuvaus)</p> <p><input type="checkbox"/> Pää natiivina erikseen, kaularanka/kaulasuonet natiivina erikseen sekä vartalon kuvaus split-bolus -ruiskutuksella (samanaikaisesti arteria- ja venavaiheen kuvaus)</p> <p><input type="checkbox"/> Pää natiivina erikseen, kaularanka/kaulasuonet sekä natiivina että varjoaineella erikseen, vartalon kuvaus split-bolus -ruiskutuksella (samanaikaisesti arteria- ja venavaiheen kuvaus)</p> <p>Mikäli mikään ylläolevista vaihtoehdoista ei vastaa protokollanne, valitse kuvattavat kohteet yksitellen alla olevista.</p> <p><input type="checkbox"/> Pää natiivina</p> <p><input type="checkbox"/> Pää varjoaineella</p> <p><input type="checkbox"/> Kaularangan/kaulasuonten kuvaus ilman varjoainetta</p> <p><input type="checkbox"/> Kaularangan/kaulasuonten kuvaus varjoaineella (arteriavaihe)</p> <p><input type="checkbox"/> Vartalo natiivina</p> <p><input type="checkbox"/> Vartalo bifaasinen</p> <p><input type="checkbox"/> Vartalo trifaasinen</p> <p><input type="checkbox"/> Vartalon arteria- ja venavaihe samanaikaisesti split-bolus-ruiskutuksella</p> <p><input type="checkbox"/> Muita kohteita</p> <p>Mitä?</p> <p>_____</p> <p>Lisätietoja:</p> <p>_____</p>
<p>8. Miten normaalikokoinen potilas asetellaan TT-laitteeseen traumaprotokollan mukaan? Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.</p> <p><input type="checkbox"/> Pää edellä</p> <p><input type="checkbox"/> Jalat edellä</p> <p><input type="checkbox"/> Selinmakuulla</p> <p><input type="checkbox"/> Vatsallaan makuulla</p> <p>Lisätietoja:</p> <p>_____</p>
<p>9. Miten normaalikokoinen potilas asetellaan <u>pään</u> TT-kuvaukseen aikuisten traumaprotokollalla kuvattaessa? Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.</p> <p><input type="checkbox"/> Kädet aina pään yläpuolella, kun potilaan tila sen sallii</p> <p><input type="checkbox"/> Kädet aina potilaan vatsan päällä, kun potilaan tila sen sallii (vatsan ja käsien välissä tyyny tms.)</p> <p><input type="checkbox"/> Kädet aina alhaalla vartalon vierellä, kun potilaan tila sen sallii</p> <p><input type="checkbox"/> Muu asettelu</p> <p>Mikä?</p> <p>_____</p> <p>Lisätietoja:</p> <p>_____</p>

<p>10. Kallistetaanko aikuispotilaan pään trauma-TT-kuvauksessa gantry kallonpohjan suunnaisesti? Valitse yksi (1) vaihtoehto.</p> <p><input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei Lisätietoja: </p>
<p>11. Miten normaalikokoinen potilas asetellaan <u>erillisen kaularangan/kaulasuonten</u> TT-kuvaukseen aikuisten traumaprotokollalla kuvattaessa. Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.</p> <p><input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme</p> <p><input type="checkbox"/> Kädet aina pään yläpuolella, kun potilaan tila sen sallii <input type="checkbox"/> Kädet aina potilaan vatsan päällä, kun potilaan tila sen sallii (vatsan ja käsien välissä tyyntyms.) <input type="checkbox"/> Kädet aina alhaalla vartalon vierellä, kun potilaan tila sen sallii</p> <p><input type="checkbox"/> Muu asettelu Mikä? </p> <p>Lisätietoja: </p>
<p>12. Miten normaalikokoinen potilas asetellaan <u>yhdistetyn kaularangan ja vartalon</u> TT-kuvaukseen aikuisten traumaprotokollalla kuvattaessa? Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.</p> <p><input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme</p> <p><input type="checkbox"/> Kädet aina pään yläpuolella, kun potilaan tila sen sallii <input type="checkbox"/> Kädet aina potilaan vatsan päällä, kun potilaan tila sen sallii (vatsan ja käsien välissä tyyntyms.) <input type="checkbox"/> Kädet aina alhaalla vartalon vierellä, kun potilaan tila sen sallii</p> <p><input type="checkbox"/> Muu asettelu Mikä? </p> <p>Lisätietoja: </p>
<p>13. Miten normaalikokoinen potilas asetellaan <u>erillisen vartalon</u> TT-kuvaukseen aikuisten traumaprotokollalla kuvattaessa? Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.</p> <p><input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme</p> <p><input type="checkbox"/> Kädet aina pään yläpuolella, kun potilaan tila sen sallii <input type="checkbox"/> Kädet aina potilaan vatsan päällä, kun potilaan tila sen sallii (vatsan ja käsien välissä tyyntyms.) <input type="checkbox"/> Kädet aina alhaalla vartalon vierellä, kun potilaan tila sen sallii</p> <p><input type="checkbox"/> Muu asettelu Mikä? </p> <p>Lisätietoja: </p>

14. Suunnittelukuvien (scout, topo) määrä (kpl), kuvaussuunta (AP= anterioris-posteriorinen eli etukuva, LAT=lateraalinen eli sivukuva) ja haluttu ulottuvuus (mistä anatomisesta kohteesta mihin suunnittelukuvan pitäisi ulottua) aikuisten traumaprotokollan eri kuvauskohteissa.

Kuinka monta ja minkä suuntaisia suunnittelukuvia traumaprotokollaanne on määritelty? Vastaa kuvauskohteittain (ks. kysymys 7 vastatut kuvauskohteet). Mikäli eri kuvauskohteissa käytetään samoja suunnittelukuvia, ilmoita myös se.

Mikä on suunnittelukuvien haluttu anatominen ulottuvuus? Vastaa kuvauskohteittain (ks. kysymys 7 vastatut kuvauskohteet).

Lisätietoja:

15. Minkäläistä kuvaustapaa käytetään aikuisten trauma-TT-kuvauksessa ja missä kuvauskohteissa? Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.

- Helikaalikuvaus
Missä kuvauskohteissa?
- Pää
 - Kaularanka/kaulasuonet erikseen
 - Yhdistetty kaularanka/kaulasuonet ja vartalo
 - Vartalo
 - Muu, mikä?

- Aksiaalikuvaus
Missä kuvauskohteissa?
- Pää
 - Kaularanka/kaulasuonet erikseen
 - Yhdistetty kaularanka/kaulasuonet ja vartalo
 - Vartalo
 - Muu, mikä?

- Volyyimikuvaus
Missä kuvauskohteissa?
- Pää
 - Kaularanka/kaulasuonet erikseen
 - Yhdistetty kaularanka/kaulasuonet ja vartalo
 - Vartalo
 - Muu, mikä?

Lisätietoja:

16. Mitkä ovat keskimäärin seuraavat kuvausparametrit aikuisten trauma-TT-protokollasanne normaalikokoiselle potilaalle eri kuvauskohteissa? Ilmoita kuvausohjelmaan asetetut arvot. Vastaa kuvauskohteittain.

A. Leikepaksuus (kerättävän raakadatan, mm)

Pään kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Kaularangan/kaulasuonten kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Yhdistetyn kaularangan/kaulasuonten ja vartalon kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Vartalon kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Muiden kohteiden kuvauksissa, missä?

 Ei koske protokollaamme**B. Putkijännite (kV)**

Pään kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Kaularangan/kaulasuonten kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Yhdistetyn kaularangan/kaulasuonten ja vartalon kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Vartalon kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Muiden kohteiden kuvauksissa, missä?

 Ei koske protokollaamme**C. Putkivirran sallittu vaihteluväli (mA)**

Pään kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Kaularangan/kaulasuonten kuvauksessa?

 Ei koske protokollaamme

Yhdistetyn kaularangan/kaulasuonten ja vartalon kuvauksessa?

<input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Vartalon kuvauksessa? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Muiden kohteiden kuvauksissa, missä? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Lisätietoja:
17. Onko trauma-TT-protokollassanne <u>vartalon tai yhdistetyn vartalon ja kaularangan/kaulasuonten</u> kuvauksessa käytössä automaattista putkivirran modulaatiota? Valitse yksi (1) vaihtoehto.
<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei, koska laitteessamme ei ole kyseistä toimintoa <input type="checkbox"/> Ei, vaikka laitteessamme on kyseinen toiminto Lisätietoja:
18. Mikä on kuvattavan alueen ulottuvuus eri TT-traumaprotokollan mukaisissa kuvauskohteissa (mistä anatomisesta kohteesta mihin)?
Pään kuvauksessa? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Kaularangan/kaulasuonten kuvauksessa? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Yhdistetyn kaularangan/kaulasuonten ja vartalon kuvauksessa? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Vartalon kuvauksessa? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Muiden kohteiden kuvauksissa, missä? <input type="checkbox"/> Ei koske protokollaamme Lisätietoja:
19. Käytetäänkö aikuisten trauma-TT-protokollassanne iteratiivista laskentaa? Valitse yksi (1) vaihtoehto.
<input type="checkbox"/> Kyllä Minkä verran? (Vastaa vaihteluväli vähiten ja eniten iteratiivista laskentaa käyttävän kuvauskohteen välillä. Merkitse, kuten käyttämässänne laitteessa asia on ilmoitettu, esim. 10 – 40 %)

Ei, koska laitteessamme ei ole kyseistä toimintoa

Ei, vaikka laitteessamme on kyseinen toiminto

Lisätietoja:

VARJOAINERUISKUTUS

20. Mitä jodivarjoainetta aikuisten trauma-TT-kuvauksessanne pääsääntöisesti käytetään? Kerro varjoaineen kauppanimi TAI valmisteen sisältämä jodiyhdiste sekä jodikonsentraatio (mg l/ml). (Kauppanimeä ei julkaista, vaan vastausta käytetään varjoaineen ominaisuuksien tarkasteluun.)

Lisätietoja:

21. Millä perusteella varjoainemäärä aikuisten TT-traumaprotokollassa valitaan eri kuvauskohteissa? Valitse kaikki soveltuvat vaihtoehdot.

Kiinteä varjoainemäärä protokollan mukaan

Missä kuvauskohteissa?

Pään varjoainekuvaus

Kaulasuonten/kaularangan varjoainekuvaus

Vartalon varjoainekuvaus

Yhdistetty kaularangan/kaulasuonten ja vartalon varjoainekuvaus

Potilaan painon mukaan. Miten?

Missä kuvauskohteissa?

Pään varjoainekuvaus

Kaulasuonten/kaularangan varjoainekuvaus

Vartalon varjoainekuvaus

Yhdistetty kaularangan/kaulasuonten ja vartalon varjoainekuvaus

Muulla perusteella. Miten?

Missä kuvauskohteissa?

Pään varjoainekuvaus

Kaulasuonten/kaularangan varjoainekuvaus

Vartalon varjoainekuvaus

Yhdistetty kaularangan/kaulasuonten ja vartalon varjoainekuvaus

Lisätietoja:

22. Minkälainen varjoaineruiskutus aikuisten trauma-TT-protokollassanne on käytössä varjoainetehosteisessä vartalon kuvauksessa TAI yhdistetyssä kaularangan/kaulasuonten ja vartalon kuvauksessa, kun kyseessä on 75 kg painava potilas? Valitse yksi (1) parhaiten sopiva vaihtoehto (kertaruiskutus, split-bolus- tai muu ruiskutus) ja kerro protokollan mukaiset varjoaine- ja keittosuolaliuosmäärät, ruiskutusnopeudet ja tauot varjoaineruiskutusten välillä.

Kertaruiskutus

Varjoaineen määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Keittosuolaliuoksen määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Split-bolus -ruiskutus (kaksi varjoaineruiskutusta)

Varjoaineen 1 määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Keittosuolaliuoksen 1 määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Tauko ruiskutusten välillä (aika, s):

Varjoaineen 2 määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Keittosuolaliuoksen 2 määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Muunlainen ruiskutus. Millainen? Kuvaile varjoaineen määrät (ml) ja ruiskutusnopeudet (ml/s), keittosuolaliuoksen määrät (ml) ja ruiskutusnopeudet (ml/s), mahdolliset tauot ruiskutusten välillä sekä muut huomioon otettavat asiat.

Lisätietoja:

23. Miten vartalon TAI yhdistetyn kaularangan/kaulasuonten ja vartalon TT-kuvaus alkaa varjoaineruiskutuksen jälkeen traumaprotokollanne mukaan?

Kuvaus alkaa kiinteän delay-ajan jälkeen

Kuinka pitkä on delay-aika (s)?

Kuvaus alkaa "haistelukuvan" perusteella, miten?

Automaattisesti

Manuaalisesti

Mikä on "haistelukuvan" eli ROI-leikkeen ja siihen asetettavan ROI-ellipsin anatominen sijainti?

Lisätietoja:

24. Minkälainen varjoaineruiskutus aikuisten trauma-TT-protokollassanne on käytössä erillisessä kaularangan/kaulasuonten varjoainekuvauksessa, kun kyseessä on 75 kg painava potilas?

Ei koske protokollaamme

Varjoaineen määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Keittosuolaliuoksen määrä (ml) ja ruiskutusnopeus (ml/s):

Lisätietoja:

25. Miten erillinen kaularangan/kaulasuonten TT-kuvaus alkaa varjoaineruiskutuksen jälkeen traumaprotokollanne mukaan?

Ei koske protokollaamme

Kuvaus alkaa kiinteään delay-ajan jälkeen
Kuinka pitkä on delay-aika (s)?

Kuvaus alkaa "haistelukuvan" perusteella:

Automaattisesti

Manuaalisesti

Mikä on "haistelukuvan" eli ROI-leikkeen ja siihen asetettavan ROI-ellipsin anatominen sijainti?

Lisätietoja:

26. Kuvataanko traumaprotokollanne mukaan muita kohteita kuin vartaloa tai kaularanka/kaulasuonia varjoaineella?

Kyllä
Mitä kohteita?

Mitkä ovat varjoainemäärät, keittosuolaliuoksen määrät (ml), ruiskutusnopeudet (ml/s), tauot (s) ruiskutusten välillä ja ennen kuvauksen alkua, kuvauksen alkamiseen liittyvät sekä muut huomioon otettavat asiat?

Ei

Lisätietoja:

**ULKOISTEN SÄDESUOJIEN KÄYTTÖ JA LAITTEEN SISÄÄNRAKENNETUT ELINKOHTAISET ANNOS-
SÄÄSTÖMENETELMÄT**

27. Käyttekö aikuisten TT-traumaprotokollassanne vismuttisuojia kuvausalueella?

Kyllä
Mitä kohteita vismuttisuojilla suojataan?

Silmiä

Kilpirauhasta

Rintoja

Muita kohteita

Mitä?

Ei

Lisätietoja:

**28. Käytetäänkö aikuisten TT-traumaprotokollassanne laitteeseen sisäänrakennettuja elin-
kohtaisia annossäästömenetelmiä (ODM, OBTCM)?**

Kyllä
Mitä elimiä sisäänrakennetuilla menetelmillä suojataan?

Silmiä

Kilpirauhasta

Rintoja

<input type="checkbox"/> Muita kohteita Mitä? <div style="background-color: #ffffcc; height: 15px; width: 100%;"></div>
<input type="checkbox"/> Ei, koska laitteessamme ei ole kyseistä toimintoa
<input type="checkbox"/> Ei, vaikka laitteessamme on kyseinen toiminto
Lisätietoja: <div style="background-color: #ffffcc; height: 15px; width: 100%;"></div>

LISÄTIETOJA
29. Lisätietoja tai muita TT-traumaprotokollaanne liittyviä huomioita, jotka eivät liity mihinkään esitettyyn kysymykseen:
<div style="background-color: #ffffcc; height: 20px; width: 100%;"></div>

Kiitos vastauksistasi!

Otamme yhteyttä opinnäytetyön julkaisuvaiheessa, jolloin saatte linkin opinnäytetyön raporttiimme.

JENNI SOLAVUORI JA HELENA SUSI
RÖNTGENHOITAJAKOULUTUS
TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

