

Tuomas Taskinen

CT-ambulanssi HYKS sairaanhoitoalueella

Selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

YAMK

Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen

Ensihoitopalveluiden johtaminen

Opinnäytetyö

29.3.2016

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Tuomas Taskinen CT-ambulanssi HYKS sairaanhoitoalueella Selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä 71 sivua + 2 liitettä 29.3.2016
Tutkinto	YAMK
Koulutusohjelma	Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen
Suuntautumisvaihtoehto	Ensihoitopalveluiden johtaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori, Antti Niemi Ensihoitopäällikkö, Kari Porthan Yliääkäri, dosentti Markku Kuisma
<p>Tämä opinnäyte on selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä sekä CT-ambulanssin tarkoituksenmukaisesta asemapaikasta ja operatiivisesta valmiusajasta HYKS-sairaanhoitoalueella. Opinnäytetyön tavoitteena on tukea CT-ambulanssin käyttöönoton suunnittelua ja mahdollista käyttöönottoa siten, että se voidaan toteuttaa turvallisesti, kustannustehokkaasti ja viivytyksittä.</p> <p>Selvitystyö koostuu kahdesta osiosta. Ensimmäisessä osiossa tarkastellaan CT-ambulanssin mahdollisimman tarkoituksenmukaista asemapaikkaa siten, että se tavoittaisi HYKS-sairaanhoitoalueella mahdollisimman monta potilasta, mahdollisimman nopeasti. Lisäksi tarkastellaan CT-ambulanssin kustannustehokasta valmiusaikaa. Aineistona käytettiin HYKS-alueen ensihoidon aivohalvaustehtäviä (tehtäväkoodi 706), jotka kerättiin väestötietokeskuksen ruututietokannan sisältävällä ensihoidon riskiluokitussovelluksella. Selvitystyön toinen osio käsittelee CT-ambulanssin käyttöönottoon liittyvää materiaali- ja henkilöstöhallintoa sekä infrastruktuuria ja kustannuksia. Aineistona käytettiin terveydenhoitoa ja säteilyturvallisuutta sääteleviä lakeja, asetuksia ja ohjeita sekä asiantuntijahaastatteluita.</p> <p>Tarkoituksenmukaiselta asemapaikalta käsin operoiden, CT-ambulanssilla olisi mahdollista tavoittaa 96 % HYKS-alueen asukkaista, 20 minuutin hälytysajoviiveellä. Vuosien 2013 – 2014 aineiston perusteella CT-ambulanssin valmiusaika klo 7:00 – 23:00 kattaisi 85,8 % koko vuorokauden kiireellisistä aivohalvaustehtävistä.</p> <p>CT-ambulanssin käyttöönotto on monivaiheinen ja ajallisesti pitkä hanke, jonka onnistumiseksi riittävät henkilöstöresurssit ja tarvittava asiantuntijuus tulisi varmistaa. Etenkin säteilyturvalisuuteen liittyvä asiantuntijuus on varmistettava heti hankkeen alusta asti.</p> <p>Ensihoitoon käyttöönotettavalla CT-ambulanssilla voidaan lyhentää aivoinfarktipotilaan liuotushoidon aloitusviivettä potilaan sairaalaan kuljettamiseen kuluva aika. CT-ambulanssi on kertahankintana kallis ja sen arvioidut vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat korkeat, mutta toiminnasta julkaistut kansainväliset tutkimukset puhuvat hyvien hoitotulosten ja kustannussäästöjen puolesta.</p>	
Avainsanat	aivohalvaus, CT-kuvantaminen, CT-ambulanssi, ensihoito, liuotushoito

Author(s) Title	Tuomas Taskinen CT-Ambulance in HUCH Hospital District Report of the Factors That Affect the Planning, Implementation and Service of a CT-ambulance.
Number of Pages Date	71 pages + 2 appendices 29th of March 2016
Degree	Master's Degree
Degree Programme	Master's Degree Programme in Development and Leadership in Health Care and Social Services
Specialisation option	Leadership in Emergency Care Services
Instructor(s)	Antti Niemi, Lecturer Kari Porthan, Head of EMS Unit, Helsinki City Rescue Dept. Markku Kuisma, Medical Director, EMS, HUCH
<p>The purpose of this Master thesis is to report the factors that affect the planning, implementation and service of a CT-ambulance in the HUCH hospital district area. The objective of this report is to support the planning and implementation of a CT-ambulance so that it can be carried out safely, cost effectively and without unexpected delays.</p> <p>The report composes from two sections. The first section describes the steps to determine the most practical base location for the CT-ambulance, which means a location where it could reach the largest amount of stroke patients in the shortest amount of time. In addition the cost effective operating hours of the CT-ambulance were determined. Data was collected from the HUCH EMS database using several applications. The second sections describes the factors that affect the material management, staffing, infrastructure and costs involved setting up a CT-ambulance. Data for this section was collected from healthcare laws, government regulations, instructions and interviews.</p> <p>When operating from a practical base location a CT-ambulance can reach 96 % of the HUCH hospital district area inhabitants, within 20 minutes call to scene delay. Based on 2013 – 2014 HUCH area EMS stroke calls, CT-ambulance would cover 85,8 % of the 24 hour urgent stroke call with the operating hours from 7:00 am to 11:00 pm.</p> <p>Planning and implementing a CT-ambulance is a long and complex project where adequate staffing and professional expertise are essential. Especially the radiation safety expertise should be involved from the very beginning of the project.</p> <p>When using a CT-ambulance and thrombolysis in prehospital setting a stroke patient's onset to treatment time can be reduced. Time reduction equals a stroke patient's urgent transport time from the scene to the hospital. As a purchase a fully operating CT-ambulance vehicle is expensive and its annual costs are high. Nevertheless the medical publications of this prehospital approach to treat stroke patients indicates good results and cost effectiveness.</p>	
Keywords	stroke, CT-scanning, mobile stroke unit, emergency medicine, thrombolysis

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Aivohalvauspotilaan hoitoketju HYKS-sairaanhoidoalueella	2
2.1	Hätäkeskus	3
2.2	Aivohalvauspotilaan sairaalan ulkopuolinen ensihoito	3
2.3	Aivohalvauspotilaan hoito sairaalan päivystyksessä	5
2.4	AVH-potilaan hoitoketjun nopeuttaminen	6
3	CT-ambulanssi ensihoidossa	9
3.1	CT-ambulanssin käyttöönotto	10
3.2	Hoitopäätöksen aikaviive sairaalan ulkopuolella hoidetuilla aivoinfarktipotilailla	11
3.3	Liuotushoidon aloittamisviiveen lyhentäminen CT-ambulanssilla	11
3.4	CT-ambulanssin kustannustehokkuus	14
4	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	15
5	Aineisto ja menetelmät	15
5.1	CT-ambulanssin operatiivista toimintaa ja valmiutta käsittelevä aineisto ja menetelmät	16
5.2	CT-ambulanssin käyttöönottoa käsittelevä aineisto ja menetelmät	17
5.3	Aineiston ja menetelmien luotettavuus ja eettisyys	18
6	CT-ambulanssin asemapaikkaa ja operatiivista valmiutta käsittelevät tulokset	19
6.1	Aivohalvaustehtävien ilmaantuvuus HYKS-sairaanhoidoalueella (ensihoidon kohtaamat potilaat)	22
6.2	CT-ambulanssin asemapaikka	23
6.3	CT-ambulanssin operatiivinen valmiusaika	27
6.4	CT-ambulanssin tehtäväsidonnaisuus	30
7	Henkilöstölle, asemapaikalle ja CT-ambulanssille asetettavat vaatimukset, kalusto ja hoitovälineet	32
7.1	CT-ambulanssille asetettavat vaatimukset	32
7.1.1	Ajoneuvon katsastusvaatimukset	37
7.1.2	CT-laitteisto	38
7.1.3	Telemedicine-laitteisto	39

7.1.4	Muut hoitovälineet ja kalusto	42
7.2	Säteilyturvallisuus sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa	42
7.3	Henkilöstölle asetettavat vaatimukset	51
7.4	Asemapaikalle asetettavat vaatimukset	54
8	Hankkeen kustannukset ja ajallinen kesto	55
8.1	Ajoneuvokustannukset	55
8.2	Palkat ja tilavuokrat	56
8.3	Hankkeen ajallinen kesto	59
9	Pohdinta	61
9.1	Tulosten pohdinta	62
9.2	Johtopäätökset	66
9.3	Jatkotutkimusehdotukset	67
	Lähteet	68
	Liitteet	
	Liite 1. CT-ambulanssin projektiaikataulu	
	Liite 2. STEMO benchmarking haastattelukysymykset	

1 Johdanto

Suomessa aivoverenkiertohäiriöön sairastuu vuosittain noin 15 000 ihmistä. Aivoverenkiertohäiriön syy on valtaosassa (79 %) tapauksia iskeminen (aivovaltimotukos) ja noin viidenneksessä tapauksista kyseessä on kallonsisäinen verenvuoto (Kuisma - Holmström – Nurmi – Porthan - Taskinen 2013: 397). Suomessa aivoverenkiertohäiriöt (AVH) ovat neljänneksi yleisin kuolinsyy (Käypä hoito – suositus 2011: 3 – 4). Aivoverenkiertohäiriöstä selviytyneillä ilmenee usein toiminnallisia haittoja ja vaikutukset ovat merkittäviä, niin yksilötasolla kuin kansallisesti. Kolmen kuukauden kuluttua halvauksesta noin 50 – 70 % on toipunut päivittäistoiminnoissa itsenäiseksi, 15 – 30 % on jäänyt pysyvästi vammautuneeksi ja noin 20 % tarvitsee laitoshoidoa. Aivohalvauksen aiheuttamiksi kansallisiksi vuotuisiksi kokonaiskustannuksiksi on arvioitu 1,1 miljardia euroa. (Käypä hoito – suositus 2011: 3 – 4.)

Laskimonsisäisesti annettu liuotushoito on todettu tehokkaaksi hoitomuodoksi valikoiduilla potilailla (ikä, infarktialue, aika oireiden alusta). Hoito tulisi toteuttaa mahdollisimman pikaisesti oireiden alkamisesta, kansainvälisten hoitosuositusten mukaan 90 minuutin kuluessa, koska liuotushoidosta saatava hyöty vähenee viiveen kasvaessa. Aivoverenkiertohäiriöpotilaan tehokaan ja turvallisen hoitomuodon valinta edellyttää häiriön syyn selvittämistä ennen hoidon toteuttamista. Diagnoosin määrittämisessä keskeisenä tutkimuksena on pään natiivitietokonetomografia. (Käypä hoito – suositus 2011: 7 - 11.) Toistaiseksi tämä kuvantamismenetelmä on HYKS sairaanhoitoalueella mahdollista vain sairaalassa.

Liuotushoidon aloittamisviiveeseen vaikuttavat kaikki potilaan hoitoketjun vaiheet, maallikon havainnosta ja soittoviiveestä aina potilaan tietokonetomografia kuvantamiseen ja liuotushoidon aloittamiseen sairaalassa. Maallikon osalta soittoviive hätäkeskukseen saattaa vaihdella merkittävästi muun muassa oirekuvan sekä potilaan iän ja omatoimisuusasteen mukaan. HYKS alueella vastaanottavan sairaalan liuotushoidon toteuttamisviiveen lyhentämisen eteen on tehty niin rakenteellisia kuin toiminnallisia muutoksia jo vuosien ajan. Näiden toimenpiteiden ansiosta Meilahden sairaalassa liuotushoidon aloittamisviiveen mediaani on saatu lyhennettyä vuoden 1998 105 minuutista, 20 minuuttiin vuonna 2011 (Meretoja 2012; 79:306 – 313). Sairaalan ulkopuolisen ensihoidon osalta mahdollisen akuutin aivoinfarktipotilaan liuotushoidon aloittamisviivettä Helsingin ensi-

hoitopalvelussa on lyhennetty kyseisen potilasryhmän hoito-ohjeella. Ohjeessa korostetaan kenttävaiheen ripeää toimintaa, ennakkoilmoitusta sekä potilaan kuljettamista hälytysajona sairaalaan. (HYKS Akuutti, ensihoito Helsinki 2014.)

Sairaalan ulkopuolisen ensihoidon osalta akuutin aivoinfarktipotilaan liuotushoidon aloittamisviivettä on mahdollista lyhentää potilaan sairaalaan kuljettamiseen kuluvan ajan verran, viemällä tietokonetomografiakuvaus ja liuotushoito, tarkoitusta varten rakennetulla CT-ambulanssilla potilaan luokse. Tätä toimintamallia on sovellettu Saksan Saarlandissa vuodesta 2009 ja Berliinissä vuodesta 2011. Etenkin Berliinin tutkimustulokset mallin soveltuvuudesta ensihoitoon, kuin liuotushoidon aloittamisviiveen lyhentymisestä ovat rohkaisevia (Ebinger 2014: 1622 – 1631.)

Tämä opinnäyte on selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä HYKS-sairaanhoitoalueella. Selvitystyön tarkoituksena on kartoittaa käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavia tekijöitä sekä määrittää CT-ambulanssin operatiivinen valmiusaika ja asemapaikka HYKS sairaanhoitoalueella. Selvitystyön tavoitteena on tukea CT-ambulanssin käyttöönoton suunnittelua ja mahdollista käyttöönottoa siten, että se voidaan toteuttaa turvallisesti, kustannustehokkaasti ja viivytyksittä.

2 Aivohalvauspotilaan hoitoketju HYKS-sairaanhoitoalueella

Perinteisesti hoitoketjun katsotaan muodostuvan tilanteen tunnistavasta ja hätäilmoituksen tekevästä maallikosta, hätäkeskuksesta, ensihoitopalvelusta sekä sairaalan päivystysalueesta. Aivohalvauspotilaiden kohdalla tilanteen tunnistaminen ja hoitoketjun nopea toiminta ovat potilaan ennusteen kannalta keskeisiä. Tilanteen tekee haasteelliseksi se, että maallikot eivät useinkaan tunnista aivohalvauksen oireita ajoissa tai oireita ei mielletä vakaviksi, koska aivohalaus on usein kivuton. Potilas ja hänen omaisensa saattavat odottaa oireiden poistuvan itsestään ja ennen soittoa hätäkeskukseen ollaan usein ensin yhteydessä sukulaiseen, tuttavaan tai omalääkäriin, mikä entisestään lisää hoidon aloittamisviivettä. (Kuisma ym. 2013: 21, 398.)

2.1 Hätäkeskus

Avuntarvitsijan soittaessa hätäkeskukseen hälytyspäivystäjä selvittää tehtävän luonteen ja tekee tilanteesta riskinarvion, puhelimitse saamiensa tietojen perusteella. Riskinarvioinnin työkaluna hälytyspäivystäjällä on käytössään Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) ohje terveystoimen hätäpuheluiden käsittelystä ja riskinarvioinnista. Ohje sisältää tehtäväkohtaisia riskinarvointiohjeita ja hälytyspäivystäjän soittajalle esittämiä kysymyksiä. Aivohalvaukselle on olemassa oma ohje, joka hätäkeskuksen ja ensihoitopalvelun tietojärjestelmässä on tehtäväkoodi 706 Aivohalvaus. (Hätäkeskuslaitos 2015.)

Riskinarvioita tehdessään hälytyspäivystäjän tehtävänä on tunnistaa aivohalvaus sekä pyrkiä erottamaan kiireellisen hoidon piirissä olevat potilaat omaksi ryhmäkseen. Kiireellisten aivohalvaustapausten keskeisenä mittarina on oireiden alkamisajankohta. Mikäli kyseessä on uusi halvausoire ja sen alkamisesta on kulunut alle kuusi tuntia tai alkamisajankohdasta ei ole varmuutta ja potilaalla on toispuolinen halvausoireisto, suupieli roikkuu, puheentuottamisen vaikeutta tai näköhäiriöitä, lähettää hälytyspäivystäjä ambulanssin kohteeseen kiireellisenä hälytysajona, tehtäväkoodilla 706 B. Mikäli kyseessä on uusi halvausoire, mutta oireiden alkamisesta on kulunut yli kuusi tuntia ja oirekuva on muuten edellä mainitun kaltainen, lähettää hälytyspäivystäjä ambulanssi kohteeseen kiireellisesti, mutta ei hälytysajona (potilaan tavoittaminen 30 min kuluessa), tehtäväkoodilla 706 C. Riskinarviota tehtäessä oleellista on selvittää myös potilaan sen hetkinen yleistila, tajunnantaso ja mahdollinen tilaa edeltänyt kouristelu. (Hätäkeskuslaitos 2015.)

2.2 Aivohalvauspotilaan sairaalan ulkopuolinen ensihoito

Aivoinfarktin liuotushoito on todettu tehokkaaksi hoitomuodoksi lukuisissa kansainvälisissä tutkimuksissa. Liuotushoito voidaan antaa vain lyhyen ajan kuluessa oireiden alkamisesta ja nykyisten hoitokäytäntöjen mukaisesti diagnoosi pitää varmistaa sairaalassa otettavalla pään tietokonetomografialla. Sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa tulee keskittyä tilanteen tunnistamiseen, peruselintoimintojen turvaamiseen ja tukemiseen, huolelliseen tapahtumatietojen dokumentointiin sekä liuotushoitokriteerit täyttävien potilaiden osalta nopeaan kuljettamiseen vastaanottavaan sairaalaan (Kuisma ym. 2013: 408.)

Valtaosassa tapauksia aivohalvauspotilaan hoito onnistuu perustason ensihoitoyksikön toimesta itsenäisesti. Potilaan tutkimisessa keskitytään toispuolisiin raajojen tai kasvojen

halvausoireiden tai lihasheikkouden havaitsemiseen sekä puheen tuottamisen vaikeuteen tai poikkeavuuteen normaalista. Osana neurologisen potilaan perustutkimuksia tarkistetaan potilaan verensokeri, pupillien koko ja valoreaktio sekä arvioidaan potilaan tajunnantaso Glasgow'n kooma-asteikolla (GCS). (Kuisma ym. 2013: 405.)

Ensihoitokertomukseen kirjataan tarkasti ja ytimekkäästi tapahtumien kulku, potilaan tila tavattaessa sekä etenkin oireiden alkamisajankohta. Ensihoitokertomukseen tulee kirjata myös potilaan kotilääkitys sekä omatoimisuuden aste ennen tapahtumaa, joilla voi olla ratkaiseva merkitys potilaan jatkohoidon kannalta. Molemmat yhdessä tai yksistään voivat rajata potilaan liuotushoidon ulkopuolelle. (Kuisma ym. 2013: 405.)

Peruselintoimintojen turvaamisessa keskeisenä on hengitystien turvaaminen ja normoventilaatio siten, että potilaan happisaturaatio (SpO₂) on $\geq 95\%$. Aivohalvauspotilaan tajunnantaso on vain harvoin merkittävästi alentunut ja siksi hengitystien turvaaminen intubaatiolla tai vaihtoehtoisella ilmatievälineellä, tulee vain harvoin kyseeseen. Korkea verenpaine on usein elimistön normaali vaste aivoverenkiertohäiriöön ja sitä ei yleensä hoideta sairaalan ulkopuolella. Mikäli systolinen verenpaine on kuitenkin toistetusti mitattuna yli 230 mmHg tai diastolinen yli 140 mmHg voidaan verenpainetta tapauskohtaisesti varovasti laskea suonensisäisesti annosteltavalla labetalolilla. Kaikille aivohalvauspotilaille avataan suoniyhteys ja infuusionesteinä käytetään Ringer-liuosta. Varsinaista nesterajoitusta ei ole ja potilaille voi tilan mukaan infusoida sairaalan ulkopuolisen ensihoitovaiheen aikana 500 – 1000 ml nestettä. Mahdollisten liuotushoidettavien potilaiden osalta suoniyhteys avataan ei-halvaantuneen käden kynärtaipeeseen, vähintään 18G (vihreällä) kanyylilla, jotta se mahdollistaisi varjoaineen käytön tietokonetomografiakuvausten yhteydessä ilman, että sitä tarvitsee enää uudelleen tehdä sairaalan päivystyksessä. Erotusdiagnostisesti potilaista on syytä ottaa pikaverensokeri sekä mitata alkometri lukema. Liuotushoidon aikaikkuna huomioiden potilaan tutkiminen ja hoito kohteessa tulee olla kohdennettua ja suuntautua kohti nopeaa kuljetusta sairaalaan, tarkemman diagnoosin varmistamiseksi ja liuotushoidon aloittamiseksi mahdollisimman lyhyellä viiveellä. (Kuisma ym. 2013: 405, 408.) Helsingissä aivohalvauspotilaan tutkimiseen ja hoitoon kohteessa kuluu keskimäärin 25 minuuttia (Puolakka ym. 2016).

Hoitoketjun nopeuttamiseksi ensihoitajan tulee tehdä, liuotushoitoon tarjottavasta aivohalvauspotilaasta, ennakkoilmoitus puhelimitse vastaanottavaan sairaalaan. Ennakkoilmoitus on syytä tehdä heti, kun ambulanssi on valmis aloittamaan kuljetuksen ja se voi-

daan tehdä potilaan hoitoa vaarantamatta. Tämä antaa vastaanottavalle sairaalalle aikaa valmistautua potilaan saapumiseen ja tehdä valmistelevia toimenpiteitä, hoidon ja tietokonetomografiakuvauksen nopeuttamiseksi. (Kuisma ym. 2013: 405, 408.)

2.3 Aivohalvauspotilaan hoito sairaalan päivystyksessä

Aivohalvauspotilaan saavuttua liuotushoitoa tarjoavan sairaalan päivystykseen aika ja hoitoviiveet ovat edelleen keskeisessä asemassa, potilaan hoidon ja ennusteen kannalta. Liuotushoito voidaan toteuttaa 4,5 tunnin kuluessa oireiden alusta ja ensimmäisen 90 minuutin kuluessa toteutettu hoito on kaksi kertaa tehokkaampaan kuin myöhemmin aikarajan sisällä toteutettu. Aikarajaa voidaan tapauskohtaisesti, infarktin sijainnista ja kehitymisestä riippuen, pidentää. Harvinaisessa basilaaritromboosissa potilas saattaa hyötyä vielä 48 tunnin kuluessa oireiden alusta annettavasta liuotushoidosta. (Kuisma ym. 2013: 408 - 409.)

Sairaalan ulkopuolella, ensihoidossa potilaan oireet ja löydökset usein riittävät niin sanotun työdiagnoosin tekemiseen. Sairaalassa otettavalla pään tietokonetomografialla (CT) on kuitenkin keskeinen merkitys diagnoosin varmistamisessa. Aivoverenkiertohäiriön syy on valtaosassa (79 %) tapauksia iskeminen (aivoaltimotukos) ja noin viidenneksessä tapauksista kyseessä on kallonsisäinen verenvuoto. Aivoverenkiertohäiriön syyn selvittämisen lisäksi tulee kartoittaa muut liuotushoidon vasta-aiheet, jonka jälkeen voidaan tehdä päätös potilaan soveltuvuudesta liuotushoitoon. Aikarajan lisäksi muita vasta-aiheita ovat muun muassa aivoverenkiertohäiriötä edeltänyt kyvyttömyys omatoimiseen elämään, tietyt vakavat perussairaudet, hoitotasolla oleva antikoagulantti-lääkitys, syöpäsairaus johon liittyy verenvuototaipumus tai edellisen kolmen kuukauden aikana vakava trauma tai leikkaus (Kuisma ym. 2013: 397, 408.).

Neurologi tekee päätöksen liuotushoidosta tapauskohtaisesti kun potilaan pään CT-kuva on saatu otettua ja vasta-aiheet kartoitettua. Päätöksessä huomioidaan lisäksi liuotushoidon aikaraja ja potilaan sen hetkinen tila. Kun päätös liuotushoidosta on tehty, tulee se aloittaa viivytyksittä jo sairaalan päivystyksessä. Liuotushoito toteutetaan alteplaasi infuusiolla 0,9 mg / potilaan painokilo annoksella. Kokonaisannoksesta 10 % annetaan 2 minuutin kestoisena boluksena ja loput 60 minuutin aikana infuusiopumpulla. (Kuisma ym. 2013: 409.)

Mikäli liuotushoidolla ei saada vastetta voidaan tapauskohtaisesti yrittää tukkeuman mekaanista poistoa. Toimenpide muistuttaa sydäninfarktin pallolaajennusta, mutta aivoinfarktin mekaanisessa hoidossa pyritään stentin asettamisen sijasta hyytymän imemiseen pois tukkeutuneesta suonesta sekä alteplaasin infusoimiseen paikallisesti tukkeutuneelle alueelle. Mekaanista hyytymän poistoa voidaan käyttää tarkkaan valikoiduille potilaille, joiden kohdalla arvioidaan tapauskohtaisesti potilaan tila sekä hoitomuodon tarjoamat hyödyt ja riskit. (Kuisma ym. 2013: 409.)

Päivystyksessä toteutetun liuotushoidon jälkeen potilaan hoito tyypillisesti jatkuu aivoverenkiertohäiriöihin keskittyneissä valvontayksiköissä. Potilaan tilan seurannassa keskitytään neurologisen selviytymisen kannalta olennaisiin muuttujiin ja tämän on osoitettu parantavan hoitotuloksia, kun hoito on keskitetty aivoverenkiertohäiriöihin erikoistuneiden osaavien yksiköiden tehtäväksi. (Kuisma ym. 2013: 409.)

2.4 AVH-potilaan hoitoketjun nopeuttaminen

Aivoverenkiertohäiriöt ovat yleisin pysyvää toimintakykyä heikentävä syy ja huomattava osa potilaista kuolevat ensimmäisen kuukauden aikana. Lukuisat tutkimukset ovat osoittaneet, että hoidon aloittamisviiveellä on keskeinen merkitys potilaan selviytymisen ja ennusteen kannalta. Aivoinfarktipotilaiden kohdalla liuotushoito tulisi kansainvälisten hoitosuosituksen mukaan pystyä aloittamaan 90 minuutin kuluessa oireiden alusta. NNT-luku (Number Needed to Treat) kuvaa sitä, kuinka monta potilasta kyseisellä hoitomuodolla tai tavalla pitää hoitaa yhtä selviytynyttä tai ennusteellisesti erinomaisesti selviytynyttä kohden. Tutkimuksellisesti on voitu osoittaa, että oireiden alusta 90 minuutin kuluessa annettu liuotushoito edellyttää 4,5 hoidettua yhtä erinomaisesti selviytynyttä kohden (NNT = 4,5). Liuotushoidettaessa oireiden alusta aikavälillä 91 – 180 minuuttia NNT = 9 ja aikavälillä 181 – 270 minuuttia NNT = 14. Hoitoketjun ja hoidon toteuttamisen nopeudella on siis oleellisen tärkeä merkitys potilaan ennusteen kannalta ja siksi niihin tulee edelleen resursoida voimavaroja ja kehittämistyötä. (Walter ym. 2010: 1; Ebinger ym. 2014: 1623.)

Hoitoketjua voidaan, ainakin teoriassa, nopeuttaa sen jokaiselta osa-alueelta. Maallikoiden osalta hoitoketjun nopeuttaminen tarkoittaisi maallikoiden valistamista. Heille tulisi opettaa miten tunnistaa aivoverenkiertohäiriöstä varoittavat oireet, valistaa, että oireet ovat merkki vakavasta sairaudesta, joka edellyttää välitöntä ensihoitopalvelun aktivointia

soittamalla hätänumeroon 112. Aivoverenkiertohäiriöistä (AVH) ei ole Suomessa järjestetty systemaattista koulutusta maallikoille, kuten esimerkiksi maallikkoelvytyksen osalta on tehty. Kokemuksesta kuitenkin tiedetään, että maallikkovalistaminen on hyvin haasteellista. Jotta valistamisella olisi kansalaisissa AVH-tietoisuutta lisäävä vaikutus, tulisi sen olla laajamittaista ja toistuvaa. Hätäkeskukseen soittaja on harvoin potilas itse vaan hänen omainen tai läheinen ja valistamisen vaikutuksen on todettu olevan useissa tapauksissa tilapäistä. Maallikkovalistamisen keinoin ei ole realistista olettaa, että AVH-potilaan hoitoviivettä saataisiin merkittävästi ja pysyvästi lyhennettyä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että maallikkovalistuksesta tulisi luopua, vaan että käytettävissä olevat resurssit suunnataan mielekkäästi ja esimerkiksi integroiden muuhun ensiapukoulutukseen. (Kuisma ym. 2013: 411.)

Hätäkeskuksen osalta AVH-potilaan hoitoketjun nopeuttaminen on hyvin marginaalista. Hätäkeskusuudistuksen myötä tehdyssä tutkimuksessa hätäkeskuksen vastausaika on todettu nopeaksi. AVH-potilaiden riskinarvio-ohje perustuu, valtakunnalliseen, sosiaali- ja terveysministeriön ohjeeseen tehtävänkäsittelystä ja riskinarvioista. Tehtävänkäsittely ja riskinarvio-ohjeiden sisältöä suunnittelee ja koordinoi vuonna 2013 perustettu ensihoidon johtaja, jossa on edustettuina erityisvastuualueiden ensihoidon vastuulääkärit. Valtakunnallisen tehtävänkäsittely ja riskinarvio-ohjeen keskeinen sisältö on se, että arvioitaessa hätätilanteita puhelimen välityksellä tulee potilasturvallisuuden varmistamiseksi hyväksyä tietty riskin yliarviointi (Mattila ym. 2014). AVH-potilaan hoitoketjun nopeuden näkökulmasta katsottuna voimassa oleva tehtävänkäsittely ja riskinarvio-ohje toimivat siten hyvin.

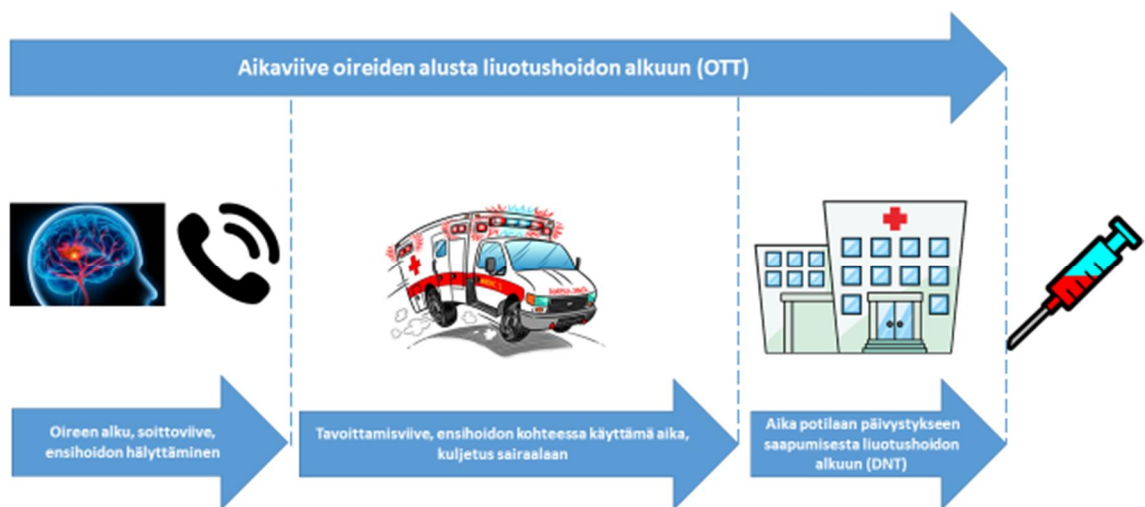
Aivoinfarktin liuotushoitokandidaatin hoitoketjun nopeutta sairaalan päivystyksessä mitataan usein ajalla, joka kuluu potilaan saapumisesta päivystykseen, siihen kun liuotushoito on aloitettu (door-to-needle time, DNT). Suomessa ja useissa Länsimaissa viiveen lyhentämiseksi on tehty toimenpiteitä jo kahden vuosikymmenen ajan vaihtelevalla menestyksellä. Muun muassa Yhdysvalloissa, merkittävistä toiminnallisista ja päivystystilojen rakenteellisista (CT-laitteen sijoittaminen päivystyksen tiloihin) muutoksista huolimatta, heidän valtakunnallinen DNT-ajan keskiarvo on 60 minuuttia ja alle 1 % potilaista saa liuotushoidon tunnin kuluessa oireiden alusta (Parker ym. 2015). Laskettaessa viivettä oireiden alkamisesta liuotushoidon alkamiseen lasketaan yhteen sekä ensihoidossa, että sairaalassa kulunut aika.

HYKS Meilahden sairaalassa puolestaan, DNT-aikaa on saatu merkittävästi lyhennettyä vuosien 1998 – 2011 tapahtuneiden niin toiminnallisten kuin rakenteellisten muutosten ansiosta. Muutokset sisälsivät muun muassa erillisen neurologisten potilaiden valvontahuoneen perustamisen päivystyksessä, Meilahden sairaalan asettaman velvoitteen ensihoidolle tehdä puhelimitse ennakkoilmoitus aivoinfarktin liuotushoitokandidaatista sekä CT-laitteen ja vieritestaukseen soveltuvien laboratoriovälineiden sijoittamisen päivystysten tiloihin, potilaan siirtoihin kuluvan ajan minimoimiseksi. Oleellista hyvien tulosten saavuttamisessa on ollut toiminnallisiin muutoksiin sitoutuminen niin ensihoidon kuin sairaalan päivystyksen henkilökunnan osalta sekä ymmärrys siitä, että tekemällä sairaalassa mahdollisimman paljon valmistelevia toimenpiteitä, potilaan kuljetuksen aikana tapahtumapaikalta kohti sairaalaa, saadaan DNT-aikaa lyhennettyä merkittävästi. Kaiken kaikkiaan Meilahden sairaalassa tehdyt AVH-potilaan hoitoketjua nopeuttavat toimenpiteet ovat johtaneet siihen, että kun vuonna 1998 liuotushoidettujen potilaiden DNT-ajan mediaani oli 105 minuuttia (60 – 120), niin vuonna 2011 se oli laskenut 20 minuuttiin (14 – 32). (Meretoja ym. 2012; Lindsberg ym. 2006.)

Akuutin aivoinfarktipotilaan hoidon ja ennusteen kannalta tärkein mitattava aikaviive on aika oireiden alusta liuotushoidon alkuun eli ns. onset-to-treatment time (OTT). Meilahden sairaalassa tehdyt rakenteelliset ja toiminnalliset muutokset AVH-potilaan hoitoketjussa ovat vaikuttaneet merkittävästi myös HYKS-alueen liuotushoidettavien AVH-potilaiden OTT-ajaan. OTT-ajan mediaani on lyhentynyt 45 minuuttia, 160 minuutista 115 minuuttiin vuosien 1998 – 2011 aikana (Meretoja ym. 2012). Huomioiden Meilahden sairaalan vuoden 2011 DNT-ajan mediaani on syytä olettaa, että merkittävää OTT-ajan lyhentymistä ei enää saada aikaiseksi sairaalan toimintoja ja rakenteita muuttamalla, vaan resurssit tulee kohdentaa hoitoketjun muihin tekijöihin, etenkin sairaalan ulkopuoliseen ensihoitoon.

Sairaalan ulkopuolisen ensihoidon osuus OTT-ajasta muodostuu hälytysajasta potilaan luokse, potilaan tutkimisesta ja ensihoidosta kohteessa sekä potilaan kuljettamisesta hälytysajona vastaanottavaan sairaalaan. Sairaalan ulkopuolella muodostuvaan kokonaisviiveeseen on vielä lisättävä hätäkeskuksen puhelunkäsittelyaika sekä ambulanssin hälyttäminen (Kuvio 1). Kun HYKS alueen OTT-ajan mediaani vuonna 2011 oli 115 minuuttia ja DNT-ajan mediaani samana vuonna 20 minuuttia, voidaan havaita, että valtaosa kokonaisviiveestä, oireiden alusta liuotushoidon alkuun, muodostuu maallikon toiminnasta ennen hätäpuhelia sekä ensihoidon kuluttamasta ajasta. Yksi varteenotettava

keino OTT-ajan lyhentämiseksi on CT-kuvantamisen ja liuotushoitomahdollisuuden vieminen potilaan luokse ambulanssilla. NykYTEKniikka mahdollistaa mobiiliin aivohalvausyksikön käyttöönoton ja tästä on jo kokemuksia useamman vuoden ajalta mm. Saksasta sekä hiljattain Yhdysvaltain Houstonissa käyttöönotetusta Stroke-ambulanssista. Viemällä CT-kuvantaminen ja liuotushoito potilaan luokse voidaan OTT-aikaa lyhentää potilaan kuljettamiseen kuluvan ajan verran. Aika lyhentymä on riippuvainen potilaan kohtaamispaikan ja vastaanottavan sairaalan välisestä etäisyydestä, mutta nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että kaupunkimaisissa olosuhteissa ambulanssi etenee hälytysajossa noin 1 km / min (Haapala – Heininen – Kuokkanen – Luntiala – Luukkonen 2001: 39). Etenkin Berliinissä toimivan CT-ambulanssin STEMON (Stroke Emergency Mobile) toiminta ja OTT-ajan merkittävä lyhentyminen on kuvattu kattavasti Ebingerin ym. PHANTOM-S-tutkimusraportissa. Saksan Saarlandin CT-ambulanssista on puolestaan tehty erillisen tutkimusryhmän toimesta kustannustehokkuus tutkimus mikä puhuu vahvasti toiminnan kustannustehokkuuden puolesta (Dietrich ym. 2014).



Kuvio 1. Aikaviive oireiden alusta aivoinfarktin liuotushoitoon (OTT).

3 CT-ambulanssi ensihoidossa

Ensimmäinen sairaalan ulkopuolella, ensihoidossa toimiva CT-ambulanssi otettiin käyttöön vuonna 2009, Saksan Saarlandin osavaltiossa. Tämän jälkeen on aloitettu kaksi muuta, organisoitua ja osana päivittäistä ensihoitopalvelua toimivaa, CT-ambulanssia,

toinen Saksan Berliinissä vuonna 2011 ja toinen Yhdysvaltojen Houstonissa vuonna 2014. Kaikkien näiden ensihoitopalveluiden ja niiden kanssa yhteistyössä toimivien sairaaloiden tavoitteena on ollut lyhentää akuutin aivoinfarktipotilaan liuotushoidon aloittamisviivettä ja siten parantaa potilaan hoitoa ja ennustetta (Walter ym. 2010; Ebinger ym. 2014; Parker ym. 2015.). Etenkin Berliinin CT-ambulanssin, STEMOn, osalta sairaalan ulkopuolinen CT-kuvantaminen ja aivoinfarktipotilaan liuotushoito ja sen vaikuttavuus on hyvin dokumentoitu vuosina 2011 – 2013 toteutetun PHANTOM-S-tutkimuksen myötä (Ebinger ym. 2014).

3.1 CT-ambulanssin käyttöönotto

Houstonin CT-ambulanssi aloitti toimintansa toukokuussa 2014. Houstonin CT-ambulanssin toiminnasta ei toistaiseksi ole saavilla laajempia toiminnallisia tuloksia, mutta raportissaan Establishing the First Mobile Stroke Unit in the United States, Parker ym. kuvaavat CT-ambulanssi toiminnan aloittamiseen tarvittavia toimenpiteitä sekä hoidollisia tuloksia kahdeksan viikon pilottivaiheen ajalta.

Houstonissa CT-ambulanssi toiminnan aloittamista lähestyttiin projektina. Projektille nimettiin kokopäivätoiminen projektipäällikkö sekä osapäivätoimisia projektiryhmän jäseniä. Projektin onnistumisen kannalta projektiryhmän muodostamisella ja sen selkeällä työnjaolla katsottiin olevan oleellinen merkitys. Raportissa projekti oli jaettu kaikkiaan 14 osavaiheeseen, jotka käsittelivät mm. rahoitusta, ajoneuvon hankintaa ja rakennuttamista, säteilyturvallisuutta, henkilöstön koulutusta sekä lupa- ja vakuutusasioita. (Parker ym. 2015.)

Parkerin ym. raportissa kuvattiin toiminnalliset tulokset kahdeksan viikon pilottivaiheen ajalta. Kahdeksan viikon aikana CT-ambulanssi hälytettiin kaikkiaan 130 kertaa (2,7 krt. / vrk). Kaksikymmentäneljä potilasta tavoitettiin alle 4,5 tuntia oireiden alusta ja he täyttivät myös muut ennalta määrätyt sairaalan ulkopuolisen CT-kuvantamisen kriteerit. Liuotushoidon kriteerit täyttivät 13 potilasta. Heistä 4 (31 %) liuotushoito aloitettiin 0 – 60 minuutin kuluessa oireiden alusta, 4 (31 %) 61 – 80 minuutin kuluessa ja 5 (38 %) 81 – 270 minuutin kuluessa. Keskimääräinen liuotushoidon toteuttamisaika (aika CT-ambulanssin saapumisesta potilaan luokse siihen kun liuotushoito alkaa) oli 24 minuuttia. (Parker ym. 2015.)

3.2 Hoitopäätöksen aikaviive sairaalan ulkopuolella hoidetuilla aivoinfarktipotilailla

Walter ym. tekivät Saarlandin CT-ambulanssista satunnaistetun prospektiivisen tutkimuksen, *Diagnosis and treatment of patients with stroke in a mobile stroke unit versus in hospital: a randomised controlled trial*. Tutkimusaineisto kerättiin marraskuu 2008 – heinäkuu 2011 välisenä aikana. Tutkimusjakson aikana hälytyskriteerit täyttävät potilaat satunnaistettiin vuoro viikoin, joko CT-ambulanssilla hoidettaviksi tai voimassa olevan ohjeistuksen mukaisesti, normaalilla ambulanssilla ja sairaalan päivystyksessä tapahtuvalla kuvantamisella ja liuotushoidolla, hoidettaviksi. Tutkimukseen sisäänottokriteereinä olivat 18 – 80 vuoden ikä, yksi tai useampi aivohalvaukselle tyypillinen oire (mm. toispuolinen kasvojen tai raajojen halvaus, puheentuottohäiriö), jotka olivat alkaneet korkeintaan 2,5 tunnin kuluessa. Lisäksi potilaalta tai hänen omaiseltaan piti saada kirjallinen suostumus tutkimukseen. (Walter ym. 2012.)

Hälytyskriteerit täyttäviä potilaita oli kaikkiaan 361. Sata potilasta täytti tutkimuskriteerit ja heistä CT-ambulanssiryhmään valikoitui 53 potilasta ja perinteisen hoitomuodon ryhmään 47 potilasta. Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää näiden kahden eri hoitomuodon osalta aikaviivettä ambulanssin hälyttämisestä hoitopäätökseen (therapy decision). CT-ambulanssiryhmässä hoitopäätöksen aikaviiveen mediaani oli 35 minuuttia (IQR 31 – 39) ja perinteisen hoitomuodon ryhmässä 76 min. (IQR 63 – 94), ryhmien välisen mediaanieron ollessa 41 minuuttia. Erot aikaviiveissä olivat samansuuntaisia, myös vertailtaessa viivettä oireiden alusta liuotushoidon alkuun. CT-ambulanssiryhmässä mediaaniaika oireiden alusta liuotushoidon alkuun oli 72 min. (IQR 53 – 108) ja perinteisen hoitomuodon ryhmässä 152 min. (IQR 135 – 209). Potilaiden neurologisessa selviytymisessä tai hoitokomplikaatioissa ei ollut merkittävää eroa ryhmien välillä. Yhteenvedossaan Walter ym. toteavat, että CT-ambulanssi lyhentää merkittävästi viivettä oireiden alusta hoitopäätöksen tekemiseen ja tarjoaa siten useammalle potilaalle mahdollisuuden liuotushoitoon suositellun aikarajan puitteissa. (Walter ym. 2012.)

3.3 Liuotushoidon aloittamisviiveen lyhentäminen CT-ambulanssilla

Ebinger ym. Berliinissä tekemä PHANTOM-S tutkimus on tähänastisista CT-ambulanssilla, sairaalan ulkopuolella hoidettavia AVH-potilaita käsittelevistä tutkimuksista laajin. Tämän satunnaistetun, prospektiivisen tutkimuksen aineisto kerättiin toukokuun 2011 ja

tammikuun 2013 välisenä aikana. Tässäkin tutkimuksessa CT-ambulanssin käyttö tunnaistettiin vuoroviikoille perinteisen hoitokäytännön kanssa, missä potilaan CT-kuvantaminen ja mahdollinen liuotushoito suoritetaan sairaalassa. (Ebinger ym. 2014.)

Berliinin CT-ambulanssia kutsutaan nimellä STEMO, joka on lyhenne sanoista Stroke Emergency Mobile. Tutkimusaikana Berliinin ensihoitopalvelu hälytettiin kaikkiaan 6182 AVH-tehtävään joista STEMO-viikkojen aikana hoidettiin 3213 potilasta ja kontrolliviikkojen aikana (perinteinen hoitomuoto, potilaan kuljetus tavallisella ambulanssilla hälytysajona sairaalaan) 2969 potilasta. STEMO-viikkojen aikana CT-ambulanssi hälytettiin aina ensisijaisena vaihtoehtona potilaan luokse ensivasteambulanssin kanssa. Mikäli STEMO oli varattuna edelliseen tehtävään tai ei ollut huollon takia hälytettävissä tai akuutteja AVH-tehtäviä oli kaksi tai useampia samanaikaisesti hälytettiin potilaan luokse tavallinen ambulanssi voimassa olevan hälytyskäytännön mukaisesti. Kaikista STEMO-tutkimusviikkojen 3218 potilaasta STEMO-ambulanssi oli käytettävissä ja hälytettiin 1804 potilaan luokse. (Ebinger ym. 2014.)

PHANTOM-S tutkimuksen pääasiallisena tavoitteena oli selvittää aikaviive hälytyksestä liuotushoitoon käytettäessä STEMO-ambulanssia, joka kykenee suorittamaan potilaan pään CT-kuvantamisen ja mahdollisen liuotushoidon sairaalan ulkopuolella. Muina tavoitteina oli selvittää liuotushoidettavien potilaiden osuus, liuotushoidon aiheuttamat komplikaatiot (aivoverenvuodot) sekä tutkimukseen osallistuneiden potilaiden kuolleisuus seitsemän päivän kuluessa. (Ebinger ym. 2014.)

Tutkimusta varten PHANTOM-S tutkimusryhmä loi Berliinin hätäkeskukselle uuden AVH-potilaiden riskiarvio-ohjeen, jossa oli huomioitu STEMON käyttö. Lisäksi tutkimusta varten rakennutettiin kuorma-auton alustalle valmistettu erikoisambulanssi (Kuviot 2 ja 3), joka sisälsi mobiilikäyttöön soveltuvan CT-kuvantamislaitteen, tarvittavat vieritutkimuslaboratoriovälineet sekä telemedicine-laitteiston, joka mahdollistaa CT-kuvien langattoman siirtämisen sekä reaaliaikaisen videoyhteyden STEMO-ambulanssin ja sairaalan välillä. STEMO operoi kolmen hengen miehistöllä johon kuuluvat ensihoitoon erikoitunut neurologi, röntgenhoitaja ja ensihoitaja. (Ebinger ym. 2014.)



Kuvio 2. STEMO-ambulanssi (Kuva: www.medgadget.com).



Kuvio 3. STEMO-ambulanssin hoitotila ja CT-laite (Kuva: www.medgadget.com).

PHANTOM-S tutkimuksesta saadut tulokset osoittivat, että CT-ambulanssin käytöllä voidaan lyhentää AVH-potilaiden hoidon aloittamisviivettä. STEMO-tutkimusviikkojen aikana hoidettujen potilaiden hoidonaloitusviive hälytyksestä liuotushoidon aloittamiseen lyheni kokonaisuutena keskimäärin 15 min ja STEMON toimesta liuotushoidettujen potilaiden osalta 25 min. STEMON käyttö ei lisännyt liuotushoidon aiheuttamia komplikaatioita ja kuolleisuudessa seitsemän päivän kuluessa ei havaittu merkittävää eroa tutkimusryhmien välillä. Merkittävästä liuotushoidon aloittamisviiveen lyhentymisestä huolimatta Ebinger ym. esittävät PHANTOM-S tutkimuksen johtopäätöksissä, että tarvitaan lisätutkimuksia CT-ambulanssin käytöstä hoidon vaikuttavuuden selvittämiseksi.

3.4 CT-ambulanssin kustannustehokkuus

CT-ambulanssin käyttöönotolla on siis voitu merkittävästi lyhentää liuotushoidettavien aivohalvauspotilaiden hoidon aloittamisviivettä, mutta toiminnan kustannukset ja kustannustehokkuus ovat myös herättäneet keskustelua ja kritiikkiä. Dietrich ym. tekivät kustannustehokkuustutkimuksen Saarlandin MSU-tutkimusmateriaaliin perustuen. Tutkimuksesta julkaistiin vuonna 2014 artikkeli *Is Prehospital Treatment of Acute Stroke too Expensive? An Economic Evaluation Based on the First Trial*.

Tutkimuksessa verrattiin CT-ambulanssitoiminnan aiheuttamia lisäkustannuksia varhaisen aivoinfarktin liuotushoidon tuottamiin hyötyihin, infarktin jälkeisen ensimmäisen vuoden ajalta. Tutkimuksen perustietoina käytettiin Saarlandin MSU-tutkimusmateriaalia, mutta kustannustehokkuus laskettiin myös neljän muun kuvitteellisen mallin avulla, joissa muuttujina olivat CT-ambulanssin henkilökunnan määrä ja hoitotaso sekä CT-ambulanssin toimintasäde. (Dietrich ym. 2014.)

Tutkimuksessa CT-ambulanssitoiminnan lisäkustannuksiksi arvoitiin henkilökunta, materiaali ja ylläpitokustannukset. Muita kustannuksiin vaikuttavia muuttujia olivat muun muassa toiminta-alueen koko (km²), asukastiheys aivohalvaustapausten ilmaantuvuus sekä liuotushoidettavien potilaiden osuus kaikista tapauksista. CT-ambulanssitoiminnan hyödyksi ja myös rahalliseksi säästöiksi arvioitiin suurempi osuus potilaita, joiden liuotushoito oli mahdollista aloittaa 90 minuutin kuluessa oireiden alusta. Saarlandin materiaalin perusteella liuotushoidon aloittaminen 90 minuutin kuluessa MSU-tutkimuspotilailla oli mahdollista 72 % kun taas kontrolliryhmässä vain 38 %. Säästöjen rahallista arvoa arvioitiin aiempien tutkimustulosten (Fjaertoft ym. 2005. *Early supported discharge of stroke patients improves clinical outcome. Does it also reduce use of health services and costs?*

One-year follow up of a randomized controlled study) perusteella. Lyhempi liuotushoidon aloitusviive johtaa parempaan selviytymiseen (liuotushoidon aloitusviive oireiden alusta ≤ 90 min, NNT = 4,5) ja siten myös pienempiin kustannuksiin infarktin jälkeisten vuosien aikana. (Dietrich ym. 2014.)

Kustannustehokkuus laskettiin Saarlandin MSU-toiminnasta saatujen arvioitujen hyötyjen ja kustannusten erotuksena, jossa toimintasäteenä oli 30 km. Kustannushyödyksi potilasta kohden arvoitiin 17 872 € ja hyötysuhteeksi tuli 1,96. Vertailtaessa CT-ambulanssin kustannustehokkuutta muuttamalla toiminta-alueen kokoa ja henkilöstön määrää kustannustehokkuus vaihteli välillä 0,46 – 6,85. Tutkimuksen perusteella optimaaliseksi toimintasäteeksi, henkilökunnan määrä huomioiden, arvioitiin 43,01 – 64,88 km ja kustannustehokkuus kasvoi asukastiheyden kasvaessa. Tutkimusartikkelin yhteenvedossa todetaan, että CT-ambulanssi toiminta voi olla kustannustehokasta useilla eri henkilöstömalleilla sekä erilaisissa toimintaympäristöissä, etenkin hyödynnettäessä nykyaikaisia ICT-ratkaisuja. (Dietrich ym. 2014.)

4 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä HYKS neurologian klinikalle ja HYKS Akuutti ensihoito Helsingille selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä sekä analysoida CT-ambulanssin tarkoituksenmukainen asemapaikka ja operatiivinen valmiusaika HYKS-sairaanhoitoalueella.

Opinnäytetyön tavoitteena on tukea HYKS neurologian klinikan ja HYKS Akuutti ensihoito Helsingin CT-ambulanssin käyttöönoton suunnittelua ja mahdollista käyttöönottoa siten, että se voidaan toteuttaa turvallisesti, kustannustehokkaasti ja viivytyksittä.

5 Aineisto ja menetelmät

CT-ambulanssi HYKS-sairaanhoitoalueella on selvitystyö CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä. Työ on luonteeltaan tutkimuksellinen kehittämistyö, jossa käytetään niin määrällistä kuin laadullista lähestymistapaa.

Tutkiva kehittäminen on luonteeltaan monimenetelmällistä. Tutkiva kehittäminen on usein myös vahvasti sidoksissa käytäntöön ja siten kehittämistyötä, jonka tiedon tuotantoa ja menetelmiä ohjaavat käytännön kehittämistarpeet. Tieteellisen tutkimisen menetelmien avulla pyritään kehittämistoiminnassa tuottamaan käytäntöön soveltuvaa, näyttöön perustuvaa tietoa. Tutkimuksellisen kehittämisen monimenetelmällisyys tarkoittaa sitä, että tiedon hankinnassa ja analysoinnissa voidaan käyttää projektin eri vaiheissa niin määrällisiä kuin laadullisiakin menetelmiä, sen mukaan millaista tietoa tarvitaan hankkeen päämäärän toteuttamiseksi ja toisaalta tulosten luotettavien ja vakuuttavien perusteluiden esittämiseksi (Heikkilä – Jokinen – Nurmela 2008: 35).

5.1 CT-ambulanssin operatiivista toimintaa ja valmiutta käsittelevä aineisto ja menetelmät

Selvitystyö koostuu kahdesta kokonaisuudesta, joista ensimmäisessä tarkastellaan CT-ambulanssin operatiiviseen toimintaan ja valmiuteen vaikuttavia tekijöitä. Tässä osiossa tarkoituksena on selvittää CT-ambulanssin mahdollisimman tarkoituksenmukainen asemapaikka siten, että se tavoittaisi HYKS-sairaanhoidoalueella mahdollisimman monta potilasta, mahdollisimman nopeasti. Lisäksi tarkoituksena on määrittää CT-ambulanssin kustannustehokas valmiusaika eli se minä vuorokaudenaikoina CT-ambulanssi on hälytysvalmiudessa. Aineisto eli ensihoidon kohtaamat aivohalvaustehtävät (tehtäväkoodi 706), on kerätty ensihoidon riskiluokitussovelluksella, joka sisältää väestötietokeskuksen ruututietokannan. Tätä työkalua käyttämällä tehtäville on pystytty määrittelemään koordinaattipisteet eli tehtävien sijainti HYKS-sairaanhoidoalueella. Koordinaatit on edelleen siirretty HYKS-alueen karttapohjalle Map Info karttaohjelmalla. Tehtävien tapahtuma-ajat eli niin sanotut aikaleimat on liitetty tehtäviin ensihoidon johtamis- ja raportointijärjestelmän Merlot Medin raportointisovelluksesta. Tehtäviä, niiden jakautumista riskiluokittain, alueittain ja vuorokauden ajan mukaan on käsitelty tilastollisesti Excel-taulukkolaskentaohjelmalla ja aineistoa on analysoitu kuvailevin tilastollisin menetelmin.

Tämä osa selvitystyötä on kriittisrealistinen. Siinä korostuu objektiivisuus ja käytäntöhaikuisuus ja siinä on elementtejä positivistisesta soveltavasta tutkimisesta sekä empiirinen tausta (Heikkilä – Jokinen – Nurmela 2008: 20 - 34). Tieteenfilosofisina lähtökohtina ovat realismi, positivismi ja pragmatismi. Realistisen tieteenfilosofisen suuntauksen katsotaan tukeutuvan näkemykseen, että tutkittavan ilmiön mahdollisimman tarkka ja objektiivinen havainnointi vie tutkijan lähemmäksi hänestä itsestään, ympäristöstä tai näkökulmasta

riippumatonta tietoa. Realismiin läheisesti liittyvässä positivistisessa suuntauksessa korostetaan ilmiöiden mahdollisimman objektiivista havainnointia määrällisten muuttujien avulla. Pragmatismi on puolestaan tieteenfilosofinen suuntaus, jossa korostuu tiedon käytännöllisyys. (Jyväskylän yliopisto 2014.)

5.2 CT-ambulanssin käyttöönottoa käsittelevä aineisto ja menetelmät

Selvitystyön toinen kokonaisuus käsittelee CT-ambulanssin käyttöönottoon liittyvää materiaali- ja henkilöstöhallintoa sekä infrastruktuuria. Aineisto on kerätty terveydenhoitoa ja säteilyturvallisuutta säätelevistä laeista, asetuksista ja ohjeista sekä asiantuntijahaastatteluista. Tämä osa opinnäytetyötä on toiminnallis-kokemuksellinen ja siinä korostuu subjektiivisuus ja käytäntöhakuisuus (Heikkilä – Jokinen – Nurmela 2008: 34). Aineisto on käsitelty kvalitatiivisesti. Asiakirja-analyysin ja aineistotriangulaation avulla aineistosta on koottu jäsennelty ja tiivistetty kokonaisuus, jonka on tarkoitus antaa vakuuttavat perustelut niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat CT-ambulanssin käyttöönottoon. Aineistoa kriittisesti analysoimalla ja tutkimuksellista kehitysohjetta käyttämällä on pyritty luomaan käytännöllinen, potilasturvallinen ja kustannustehokas malli CT-ambulanssin käyttöönottamiseksi. Lähtökohtina voidaan siis pitää myös olemassa olevien käytäntöjen ja aivohalvauspotilaan ensihoitoprosessin kriittistä tarkastelua ja kyseenalaistamista. Lisäksi asia voidaan nähdä käytännön ympäristössä tapahtuvana aivohalvauspotilaiden ensihoitoprosessin ja hoitoketjun kehittämisenä. Lähestymistapa on pragmaattinen mikä palvelee sitä tavoitetta, että opinnäytetyö olisi mahdollisimman hyvin sovellettavissa käytäntöön ja hyödynnettävissä tukemaan CT-ambulanssin käyttöönottoa (Heikkilä – Jokinen – Nurmela 2008: 33.)

Molempien lähestymistapojen osalta selvitystyön prosessi on edennyt vaiheittain siten, että saatuja tuloksia on arvioitu toistuvasti ja saadut tulokset ovat ohjanneet selvitystyötä (suunnittelu – toiminta / tutkiminen – saatujen tulosten havainnointi - reflektointi). (Toikko – Rantanen 2009: 66 – 67). Jotta selvitystyö vastaisi työelämän tarpeisiin on saatuja tuloksia havainnoitu ja tutkimusmenetelmiä suunnattu myös työelämän edustajien kanssa työn edetessä. Selvitystyön aihe, työelämlähtöisyys, ohjaajien kanssa käytävä palaute sekä aineistojen yhdistäminen työn toteutusvaiheessa ovat ohjanneet lopullisia tutkimus- ja kehittämismenetelmiä.

5.3 Aineiston ja menetelmien luotettavuus ja eettisyys

Niin määrällisessä kuin laadullisessa tutkimuksessa voidaan tutkimuksen luotettavuutta parantaa ja validiutta tarkentaa käyttämällä useita menetelmiä. Tutkimusmenetelmien yhteiskäytöstä käytetään termiä triangulaatio. Denz on jaotellut triangulaation neljään tyyppiin. Metodologinen triangulaatio tarkoittaa sitä, että yhdessä tutkimuksessa käytetään useampaa eri menetelmää. Tutkijatriangulaatio tarkoittaa sitä, että aineiston keräämiseen ja etenkin analysointiin osallistuu useampi tutkija. Teoreettinen triangulaatio tarkoittaa sitä, että tutkimusaihetta lähestytään eri teorioiden näkökulmasta ja aineisto triangulaatio sitä, että tutkimusongelman ratkaisemiseksi kerätään useita erilaisia tutkimusaineistoja (Hirsjärvi – Remes – Sajavaara 2009: 231 – 233.). Tässä opinnäytetyössä on käytetty metodologista-, tutkija- ja aineistotriangulaatiota tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Tutkijatriangulaatio on toteutunut työn eri vaiheissa saatujen tulosten pohjalta käytävänä vuoropuheluna työelämän asiantuntijoiden kanssa.

Kvantitatiivisen aineiston luotettavuutta parantaa se, että aineisto kerätty ja analysoitu samoilla työkaluilla, joilla on aiemmin tehty vastaavantyyppisiä selvitystöitä, muun muassa Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ensihoidon palvelutasopäätöstä tehtäessä tai tutkittaessa sydänpysähdyspotilaiden saavutettavuutta Helsingissä. Lisäksi edellä mainittuja aineistoja voidaan soveltuvin osin, kuten esimerkiksi riskiluokkatietojen osalta, vertailla toisiinsa luotettavuuden parantamiseksi. Luotettavuutta parantaa myös se, että aineisto koostuu vuosien 2013 ja 2014 tilastoista, joita voidaan vertailla keskenään ja toisaalta aineistot voidaan yhdistää suuremman otannan mahdollistamiseksi, koska tässä tarkastellaan yhden oirekuvan mukaista potilasryhmää.

Kvalitatiivisen aineiston osalta luotettavuutta parantaa aineiston ja siitä saatujen tulosten ja johtopäätösten käsittely spiraalimaisen mallin avulla (suunnittelu – toiminta / tutkiminen – saatujen tulosten havainnointi - reflektointi) sekä osallistaminen ja työelämälähtöinen tiedon käytettävyyden huomioiden. Näin tekemällä, selvitystyötä koskevat valinnat ja tulkinnat on saatu näkyviksi ja tarjottu mahdollisuus perustelluille vasta-argumenteille. Selvitystyön aineiston ja siihen perustuvan argumentaation on oltava niin perusteltua, että sillä voidaan vakuuttaa tulosten pätevyys. (Toikko – Rantanen 2009: 67 ja 123.)

Selvitystyön tietolähteiksi valittiin HYKS ensihoidolla käytössä olevat ensihoidon tietojärjestelmät Merlot Medi raportointiohjelma, riskiluokitussovellus, joka sisältää myös väes-

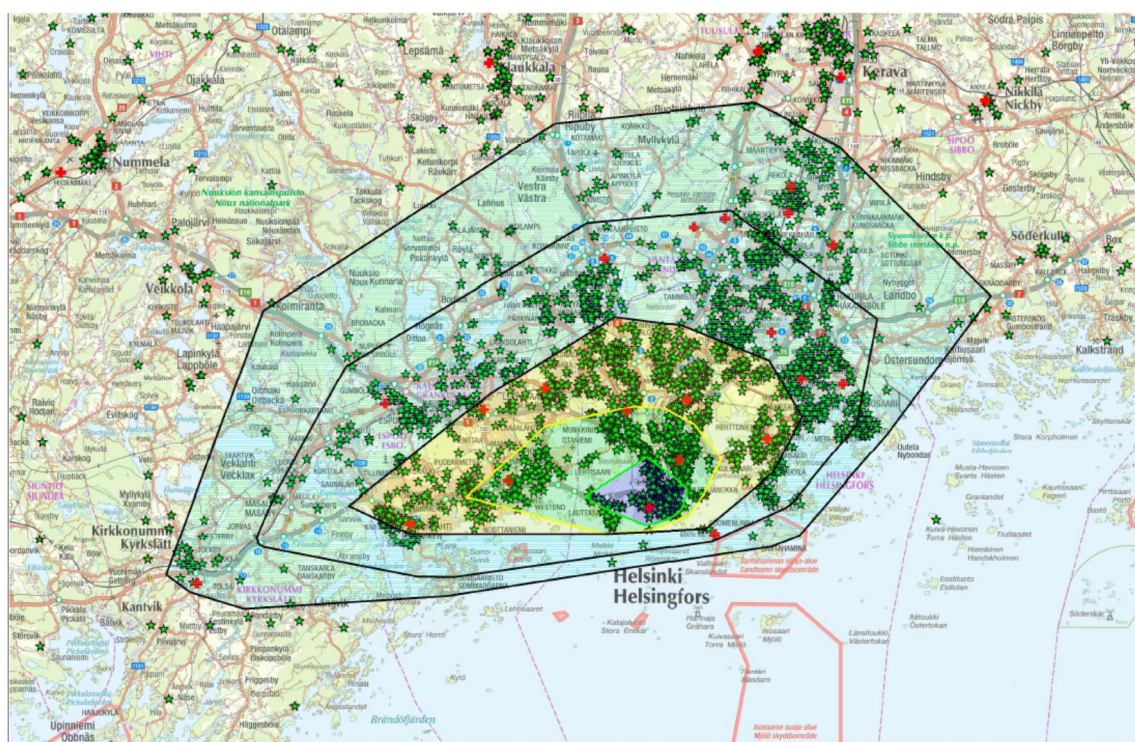
tötietokeskuksen ruututietokannan sekä Map Info karttaohjelman. Lähteinä käytettiin lisäksi ensihoitoa ja säteilyturvallisuutta ohjaavia lakeja, asetuksia, säädöksiä ja paikallisia ohjeita. Eettisestä näkökulmasta katsottuna lait, asetukset, säädökset ja paikalliset ohjeet ovat julkisia asiakirjoja, eivätkä siten aseta tiedon käytölle eettisiä ongelmia. Ensihoidon sähköinen tietojärjestelmä Merlot Medi sen sijaan sisältää potilasrekisterin. Selvitystyössä ei tarkasteltu yksittäisiä potilaita, vaan rekisterissä olevia tietoja tarkasteltiin anonymoineina aivohalvaustapahtumina (ns. operatiiviset tilastotiedot). Selvitystyön kannalta rekisteristä saatavia oleellisia tietoja ovat muun muassa aivohalvaustapahtumien ilmaantuvuus maantieteellisesti HYKS-sairaanhoidon alueella, ilmaantuvuus eri vuorokauden aikoina ja aivoinfarktin liuotushoitokandidaattina sairaalaan kuljetettujen potilaiden osuus kaikista ensihoidon kohtaamista, hätäkeskuksen akuuteiksi aivohalvauksiksi riskiluokittelemista potilasta. Rekisterin käyttöön haettiin lupa HUS:n ja Metropolian tutkimuslupa käytäntöjen mukaisesti. Kaikkea potilasrekisterissä olevaa tietoa käsiteltiin terveydenhuollon tietosuojasäännökset huomioiden.

6 CT-ambulanssin asemapaikkaa ja operatiivista valmiutta käsittelevät tulokset

CT-ambulanssin tarkoituksenmukaista asemapaikkaa, operatiivista valmiutta ja ensihoidon kohtaamien aivohalvaustehtävien ilmaantuvuutta tarkasteltiin väestötietokeskuksen ruututietokannan sisältävällä ensihoidon riskiluokitussovelluksen, Map Info karttaohjelman sekä ensihoidon johtamis- ja raportointijärjestelmän, Merlot Medin raportointisovelluksen avulla. Edellä mainittujen työkalujen avulla selvitettiin HYKS-alueen asukkaiden määrä sekä HYKS-alueen yli 65-vuotiaiden määrä, koska aivohalvauksen ilmaantuvuus kasvaa iän myötä. Lisäksi tarkasteltiin akuuttien aivohalvaustapahtumien ilmaantuvuutta HYKS-alueella sekä ensihoidon tavoittamisviivettä aivohalvauspotilaiden osalta. Tarkoituksenmukaista ja kustannustehokasta operatiivista valmiusaikaa, selvitettiin tarkastelemalla hätäkeskuksen välittämien aivohalvaustehtävien ilmaantuvuutta kellonajan mukaan.

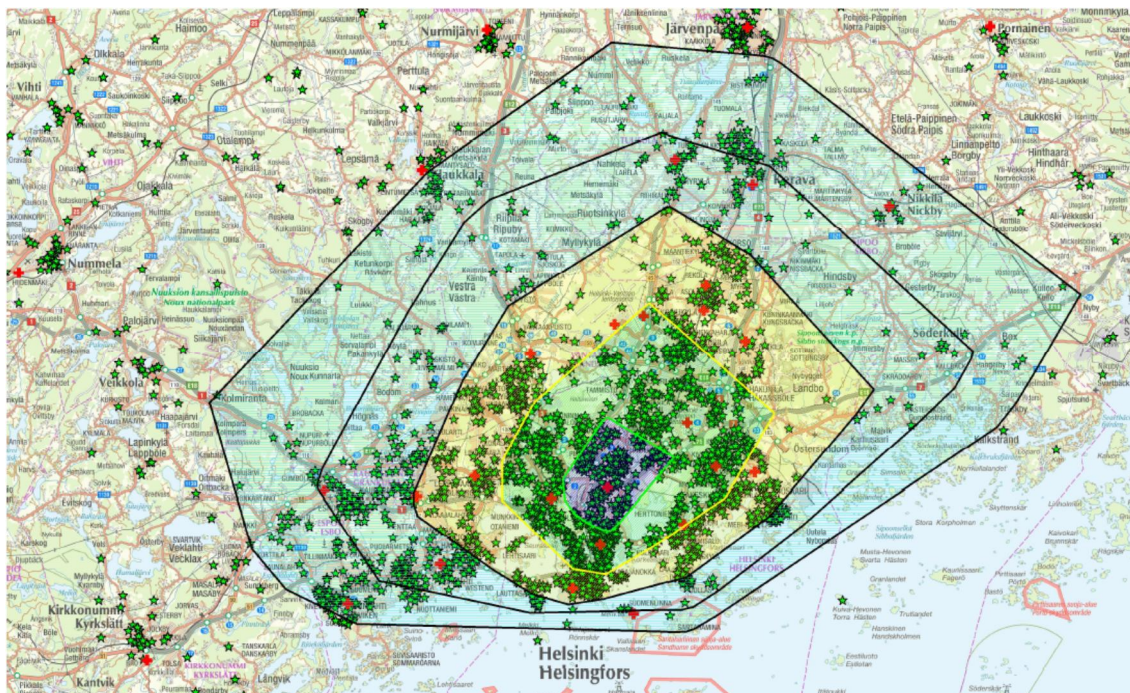
Tuloksissa CT-ambulanssin maantieteellistä toiminta-aluetta on tarkasteltu neljän pelusaseman osalta. Nämä neljä asemaa valikoituivat tarkempaan vertailuun alustavan tarkastelun perusteella, missä vertailtiin hätäkeskuksen välittämien aivohalvaustehtävien ilmaantuvuutta kartta-aineiston perusteella. Alustavassa vertailussa huomioitiin CT-ambulanssin kattama maantieteellinen alue 4 – 20 min hälytysajoviiveellä, kuinka paljon

tämä alue vastaa HYKS-aluetta ja miten aivohalvaustehtävät ilmantuvat kunkin pelastusaseman kattamalle alueelle. Alustavassa vertailussa ilmeni, että pelastusaseman sijainnin lisäksi keskeisenä tekijänä ovat hyvät liikenneyhteydet. Esimerkiksi Erottajan pelastusaseman sijainti on Helsingin näkökulmasta varsin keskeinen, mutta liikenneyhteydet koko HYKS-alueelle ovat hyvät vain länteen, Länsiväylälle (Kuvio 4), kun taas pohjoiseen ja itään ajettaessa hälytysajo tapahtuu keskustan läpi, mikä hidastaa CT-ambulanssin etenemistä ja siten pienentää sen maantieteellistä toimialuetta edellä mainituilla hälytysajoviiveillä.



Kuvio 4. CT-ambulanssin maantieteellinen toimialue 4 – 20 min hälytysajoviiveillä, Erottajan pelastusasemalta käsin. Aivohalvaustehtävien maantieteellinen ilmaantuvuus (2014 tehtävät) on esitetty kuvassa vihreillä tähdillä. Maantieteellinen toiminta-alue on liikenneyhteyksien takia painottunut länteen ja alueille missä aivohalvauksen ilmaantuvuus on pieni.

Käpylän pelastusasema vastaavasti, sijaitsee hyvien liikenneyhteyksin välittömässä läheisyydessä, mikä ilmenee suurempana maantieteellisenä toimialueena, etenkin lyhemmillä hälytysajoviiveillä (Kuvio 5)



Kuvio 5. CT-ambulanssin maantieteellinen toimialue 4 – 20 min hälytysajoviiveillä, Käpylän pelastusasemalta käsin. Aivohalvaustehtävien maantieteellinen ilmaantuvuus (2014 tehtävät) on esitetty kuvassa vihreillä tähdillä. Maantieteellinen toiminta-alue on hyvien liikenneyhteyksien takia jakautunut tasaisesti HYKS-alueelle.

CT-ambulanssin tarkoituksenmukaista asemapaikkaa vertailtiin eri pelastusasemien sijaintien perusteella myös siksi, että pelastusasemilla on jo valtaosin olemassa CT-ambulanssin toimintaan tarvittava infrastruktuuri. CT-ambulanssin sijoittaminen olemassa olevalle pelastusasemalla olisi edullisempi vaihtoehto, kuin tarkoitusta varten vuokratava muu tila ilman tarvittavaa infrastruktuuria tai täysin uusi rakennus, mihin infrastruktuuri niin ikään pitäisi rakentaa.

Tuloksissa CT-ambulanssin kattamaa maantieteellistä kokoa on kuvattu Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ensihoidon palvelutasopäätöksen mukaisilla riskiluokkaruuduilla. Yksi ruutu on kooltaan 1 km² ja ne on jaettu viiteen eri luokkaan, sen perusteella kuinka monta ensihoitotehtävää kyseisessä ruudussa on ollut edellisen vuoden aikana. Ensimmäisessä riskiluokassa (RL 1) tehtäviä on ollut kyseisen neliökilometrin alueella yli 350 kappaletta vuoden aikana. Toisessa riskiluokassa (RL 2) tehtäviä on ollut 50 – 350 / vuosi. Kolmannessa riskiluokassa (RL 3) tehtäviä on ollut 10 – 50 / vuosi, neljännessä riskiluokassa (RL 4) alle 10 / vuosi ja viidennessä riskiluokassa (RL 5) kyseisen neliökilometrin alueella ei ole ollut ensihoitotehtäviä vuoden tarkastelujaksolla. Riskiluokaruutujen määrittely perustuu ensihoitopalveluasetukseen (Taulukko 1) (HYKS Akuutti 2015.).

Taulukko 1. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ensihoidon palvelutasopäätöksen mukainen riskiluokkaruutujen määrittely.

Alueiden tehtävämääriin perustuva riskiluokittelu ensihoitopalveluasetuksen 5 § mukaan:	
Riskiluokka	Määritelmä
1	Yli 350 tehtävää vuodessa (yli yksi vuorokaudessa)
2	50–350 tehtävää vuodessa (vähintään yksi viikossa, mutta alle yksi vuorokaudessa)
3	10–50 tehtävää vuodessa (vähintään yksi kuukaudessa, mutta alle yksi viikossa)
4	< 10 tehtävää vuodessa, mutta alueella on vakituista asutusta tai kanta-/valtatie
5	Asumattomat tai tieverkon ulkopuolella olevat alueet

6.1 Aivohalvaustehtävien ilmaantuvuus HYKS-sairaanhoitoalueella (ensihoidon kohtaamat potilaat)

HYKS-alue on maantieteellisesti kooltaan 2567 km². Vuonna 2014 HYKS-alueella asui vakituisesti 1 137 217 asukasta, joista yli puolet (65 %, n = 743 843) oli työikäisiä aikuisia. Yli 65-vuotiaita oli 15 % (n = 173 172) ja lapsia 19 % (n = 220 202). (Taulukko 2)

Taulukko 2. HYKS alueen maantieteellinen koko ja asukkaat

Alue	Alueen koko (km ²)	Asukkaita	> 65 v asukkaat	Lapset
HYKS	2567	1137217	173172	220202

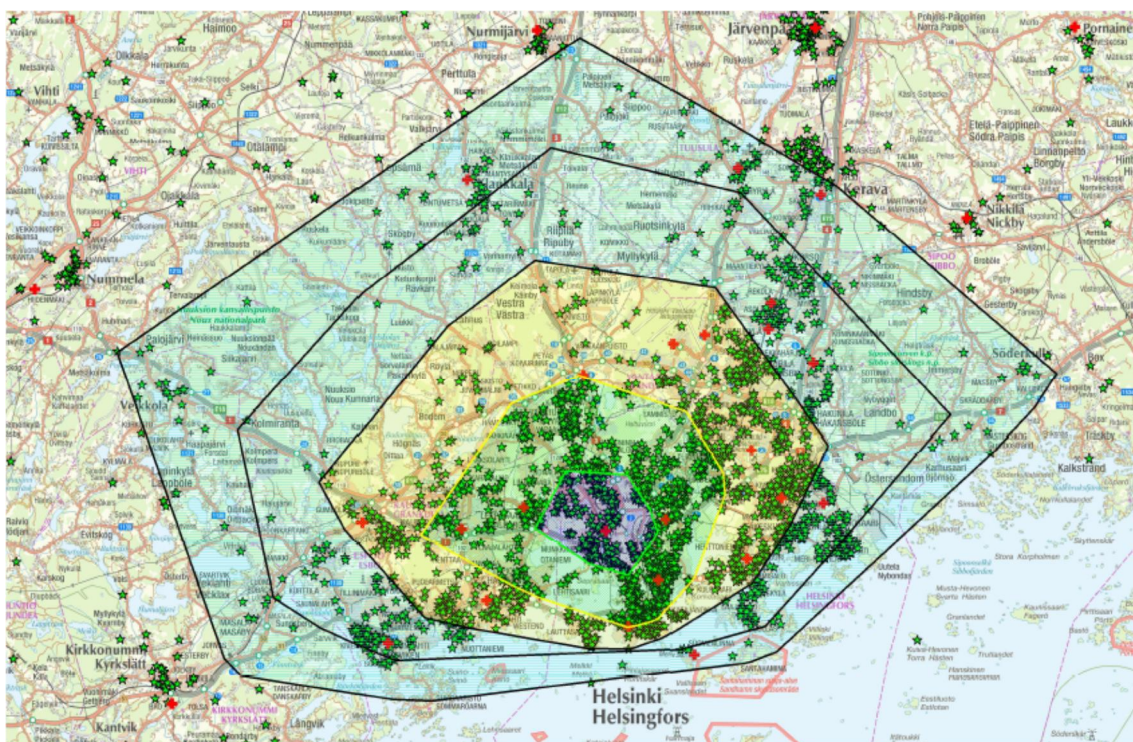
Hätäkeskus luokittelee aivohalvaustehtävät kiireellisyysluokkiin 706B (hätäkeskuksen riskinarvion perusteella kyseessä on uusi halvausoire ja oireiden alusta on alle kuusi tuntia tai oireiden alkamishetkestä ei ole varmuutta) ja 706C (hätäkeskuksen riskinarvion perusteella kyseessä on uusi halvausoire ja oireiden alusta on yli kuusi tuntia). Akuuteille aivoverenkiertohäiriöpotilaille, jotka ovat mahdollisia liuotushoitokandidaatteja, luokitellaan tehtäväkoodiksi 706B. Tämä on myös se potilasryhmä ja tehtäväkoodi, missä CT-ambulanssia olisi tarkoituksenmukaista käyttää. Ensihoidon kohtaamien aivohalvauspotilaiden ilmaantuvuutta HYKS-alueella tarkasteltiin vuosien 2013 ja 2014 hälytystietojen perusteella. Koko aineistossa 706 tehtäväkoodilla tulleita hälytyksiä (B- ja C-kiireellisyys yhteenlaskettuna) oli kaikkiaan 6772 kappaletta. Vuonna 2013 hätäkeskuksen välittämiä 706 tehtäviä oli kaikkiaan 3415, joista 706B kiireellisyydellä oli 62 % (n = 2121) ja vuonna 2014 kaikkiaan 3357, joista 706B kiireellisyydellä oli 63 % (n = 2117). Vuonna 2013 ensihoidon 706B tehtävien ilmaantuvuus HYKS-alueella oli 187 / 100 000 asukasta / vuosi ja vuonna 2014 vastaava luku oli 186 / 100 000 asukasta / vuosi. (Taulukko 3)

Taulukko 3. HYKS-alueen ensihoidon aivohalvaustehtävät 2013 ja 2014

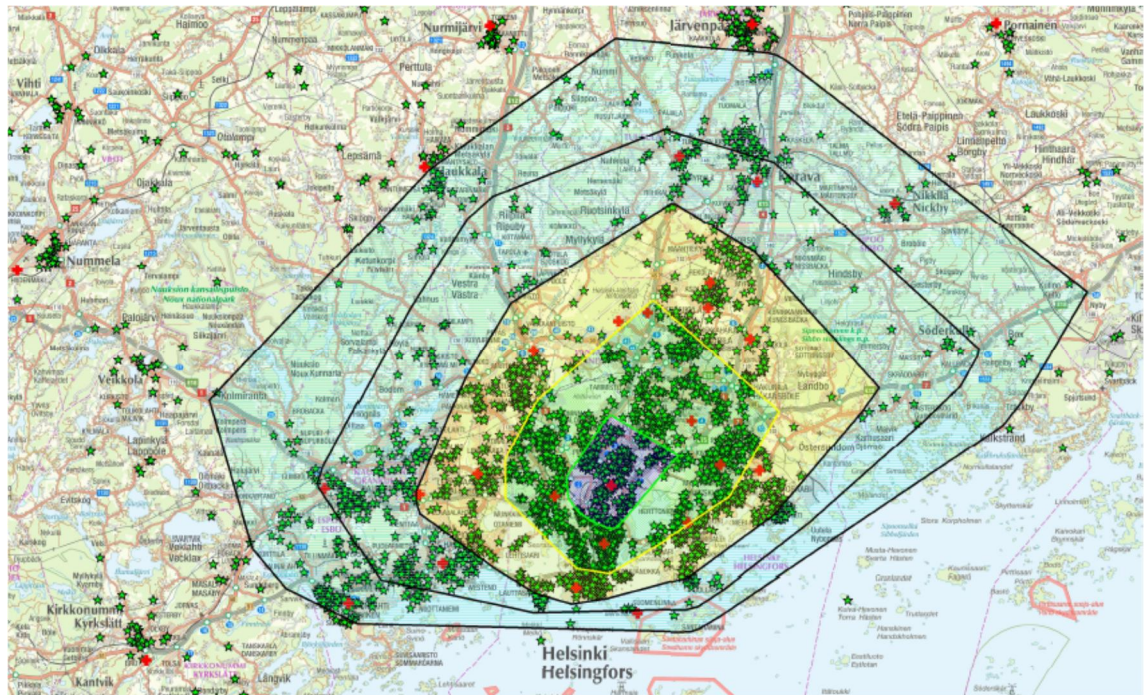
Tehtävätyyppi	2013 kpl	2013 %-osuudet	2014 kpl	2014 %-osuudet	Yhteensä kpl	Yhteensä %-osuudet
706 (kaikki)	3415	100 %	3357	100 %	6772	100 %
706B	2121	62 %	2117	63 %	4238	63 %
706C	1294	38 %	1240	37 %	2534	37 %

6.2 CT-ambulanssin asemapaikka

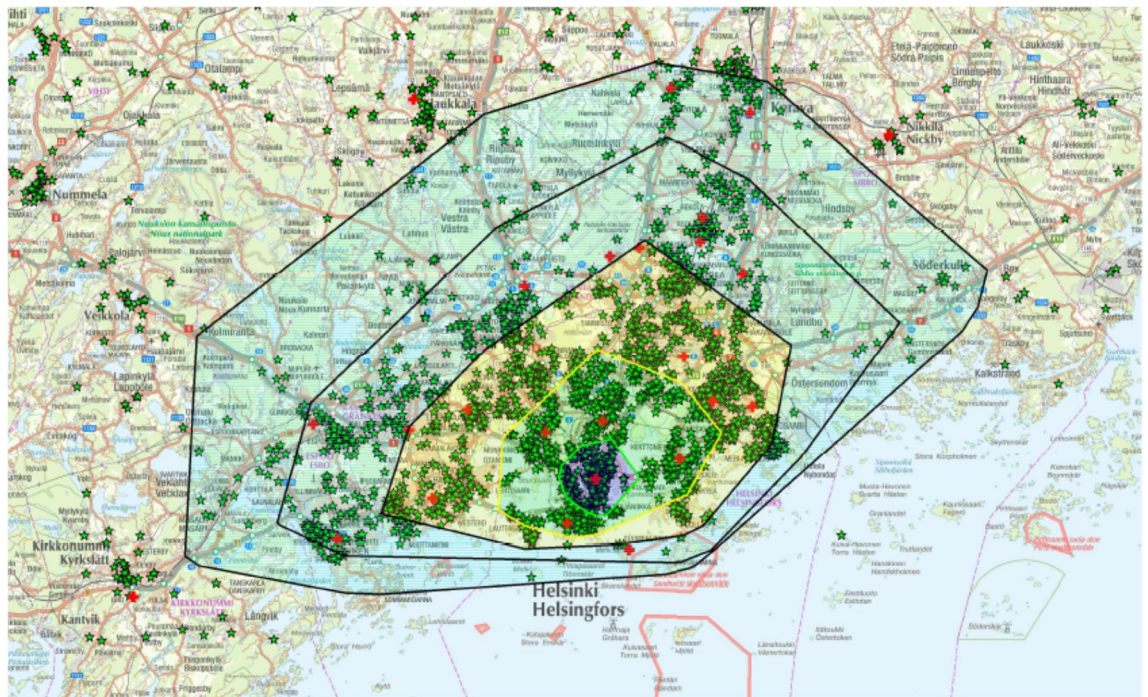
CT-ambulanssin tarkoituksenmukaista asemapaikkaa tarkasteltiin ensihoidon riskiluokitussovelluksella, joka sisältää väestötietokeskuksen ruututietokannan. Riskiluokitussovellusta käyttämällä vuosien 2013 ja 2014 ensihoidon aivohalvaustehtäville pystyttiin määrittämään koordinaattipisteet ja siirtämään ne edelleen HYKS-alueen karttapohjalle Map Info karttaohjelmalla. HYKS-alueen ensihoidon vuosien 2013 ja 2014 aivohalvaustehtäviä tarkasteltiin kaikkien Helsingin pelastusasemien sekä Vantaankosken pelastusaseman sijainnin perusteella. Alustava tarkastelu suoritettiin kartta-aineiston avulla, jonka perusteella tarkempaan tarkasteluun valittiin neljä pelastusasemaa. Helsingistä valittiin Haagan, Käpylän ja Kallion pelastusasemat sekä Vantaalta Vantaankosken pelastusasema (Kuviot 6 – 9).



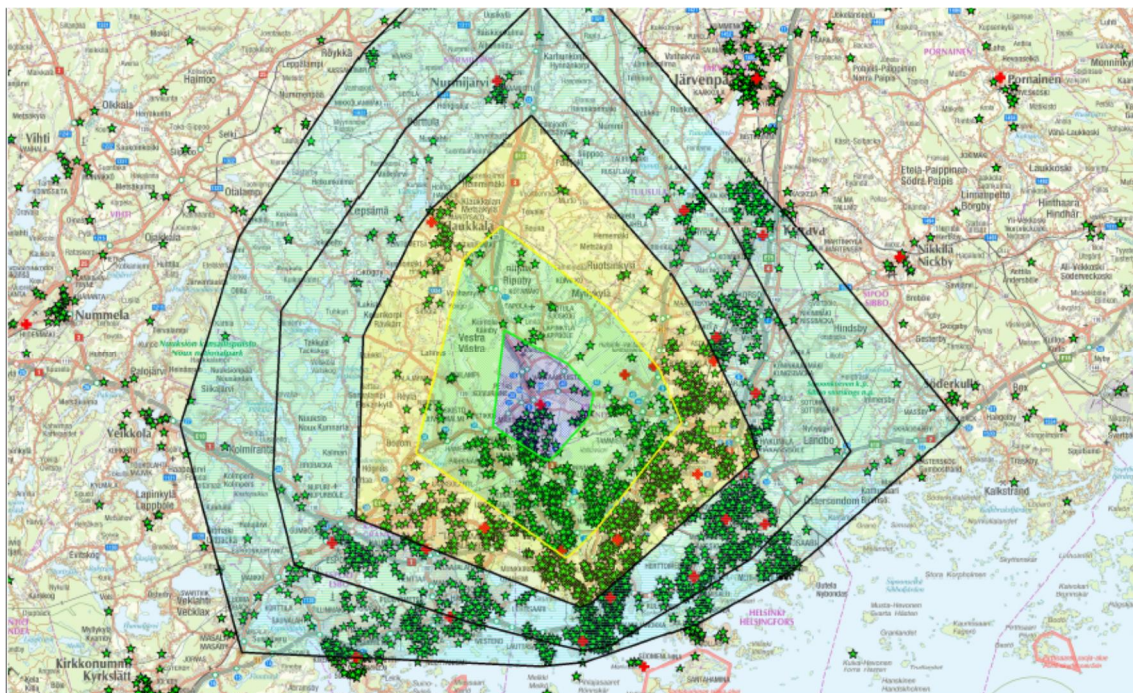
Kuvio 6. CT-ambulanssin maantieteellinen toimialue 4 – 20 min hälytysajoviiveillä, Haagan pelastusasemalta käsin. Vuoden 2014 aivohalvaustehtävien maantieteellinen sijainti on esitetty kuvassa vihreillä tähdillä.



Kuvio 7. CT-ambulanssin maantieteellinen toimialue 4 – 20 min hälytysajoviiveillä, Kämpen pelastusasemalta käsin. Vuoden 2014 aivohalvaustehtävien maantieteellinen sijainti on esitetty kuvassa vihreillä tähdillä.



Kuvio 8. CT-ambulanssin maantieteellinen toimialue 4 – 20 min hälytysajoviiveillä, Kallion pelastusasemalta käsin. Vuoden 2014 aivohalvaustehtävien maantieteellinen sijainti on esitetty kuvassa vihreillä tähdillä.



Kuvio 9. CT-ambulanssin maantieteellinen toimialue 4 – 20 min hälytysajoviiveillä, Vantaankosken pelastusasemalta käsin. Vuoden 2014 aivohalvaustehtävien maantieteellinen sijainti on esitetty kuvassa vihreillä tähdillä.

Kunkin aseman kohdalta tarkasteltiin sitä, kuinka suuri maantieteellinen alue (km²) voidaan saavuttaa 12, 16 ja 20 minuutin tavoittamisviiveellä, vallitsevat tiestö ja nopeusrajoitukset huomioiden. Hälytysajoa ajettaessa saavutettavat alueet laajenevat. Lisäksi vertailtiin kunkin aseman kohdalta saavuttamisalueen jakautumista eri riskiluokkiin sekä sitä, miten kultakin asemalta käsin, em. tavoittamisviivein saavuttamisalueet jakautuvat HYKS-alueelle tai sen ulkopuolelle (Taulukko 4).

Haagan (n = 1376) ja Vantaankosken (n = 1415) pelastusasemilta saavutetaan laajimmat maantieteelliset alueet kaikilla kolmella vertaillulla tavoittamisviiveellä. Haagan pelastusasemalta käsin saavutetaan eniten HYKS-alueen sisällä olevia ruutuja (km²) 12 minuutin (18 %, n = 470), 16 minuutin (30 %, n = 769) ja 20 minuutin (40 %, n = 1017) tavoittamisviiveillä. Riskiluokka 1 saavutettavuus jakautui vertailtavien pelastusasemien kesken tasaisesti 20 minuutin tavoittamisviiveellä, mutta 12 minuutin viiveellä Käpylän pelastusasemalta käsin tavoitetaan eniten riskiluokka 1 ruutuja (n = 82), joka on 86 % koko HYKS-alueen riskiluokka 1 ruuduista (Taulukko 4).

Taulukko 4. CT-ambulanssi maantieteellinen toiminta-alue riskiluokkaruutuina (km²) vuoden 2014 aivohalvaus hälytystehtävien (706) mukaan 12, 16 ja 20 min tavoittamisviiveillä.

	HYKS alueen riskiluokkaruudut RL1 - RL5 (HYKS alueella RL1 ruutuja 95 kpl)									
	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	HYKS alueella	Ruudut %	Koko HYKS alue	HYKS ulkopuolella	Yhteensä
Haaga								2567		
12 min	74	175	101	96	24	470	18 %	2567	6	476
16 min	91	224	142	250	62	769	30 %	2567	81	850
20 min	93	242	174	399	109	1017	40 %	2567	359	1376
Käpylä								2567		
12 min	82	156	82	71	24	415	16 %	2567	27	442
16 min	89	214	133	165	42	643	25 %	2567	162	805
20 min	94	242	157	290	85	868	34 %	2567	454	1322
Vantaankoski								2567		
12 min	46	119	78	115	23	381	15 %	2567	101	482
16 min	78	190	126	201	48	643	25 %	2567	283	926
20 min	92	237	152	303	70	854	33 %	2567	561	1415
Kallio								2567		
12 min	62	88	30	16	9	205	8 %	2567	0	205
16 min	87	187	86	70	23	453	18 %	2567	5	458
20 min	92	235	149	216	68	760	30 %	2567	111	871

Neljän pelastusaseman soveltuvuutta CT-ambulanssin asemapaikaksi vertailtiin myös 12, 16 ja 20 minuutin viiveellä tavoitettujen asukkaiden määrillä sekä aivohalvaustehtävien määrillä (Taulukko 5).

Haagan pelastusasemalta käsin tavoitetaan eniten HYKS-alueen asukkaita sekä yli 65-vuotiaita asukkaita 12 ja 16 minuutin tavoittamisviiveellä. Haagan pelastusasemalta käsin tavoitetaan 12 minuutin viiveellä 74 % (n = 844 613) HYKS-alueen asukkaista ja 16 minuutin viiveellä 91 % (n = 1 036 798). Yli 65-vuotiaista HYKS-alueen asukkaista Haagan pelastusasemalta asemalta käsin tavoitetaan 12 minuutin viiveellä 75 % (n = 129 792) ja 16 minuutin viiveellä 92 % (n = 158 890). Vertailtujen pelastusasemien osalta vähiten HYKS-alueen asukkaita ja yli 65-vuotiaita asukkaita 12 ja 16 minuutin viiveellä tavoitetaan Vantaankosken pelastusasemalta. Vantaankoskelta HYKS-alueen asukkaita 12 minuutin viiveellä tavoitetaan 45 % (n = 514 599) ja 16 minuutin viiveellä 77 % (n = 882 443). Vastaavat luvut yli 65-vuotiaiden osalta ovat 12 minuutin viiveellä 45 % (n = 78 536) ja 16 minuutin viiveellä 77 % (n = 133 858). Erot pelastusasemien välillä tasoittuvat tavoittamisviiveen kasvaessa 20 minuuttiin.

HYKS-alueen vuosien 2013 ja 2014 ensihoidon kohtaamien aivohalvaustehtävien (706) kokonaistehtävämäärästä (n = 6772) 12 minuutin viiveellä eniten tavoitettiin Käpylän (80

%, n = 5404) ja Haagan (77 %, n = 5207) pelastusasemilta käsin. Vantaankosken pelastusasemalta 12 minuutin viiveellä tavoitettiin 47 % (n = 3214) ja Kallion pelastusasemalta 60 % (n = 4087) HYKS-alueen vuosien 2013 ja 2014 aivohalvaustehtävistä. Käpylän ja Haagan pelastusasemien osalta tavoitettavuusosuudet olivat suurimmat kaikilla kolmella vertaillulla tavoittamisviiveellä niin 706B kuin 706C kiireellisyysluokissa.

Taulukko 5. HYKS alueen vakituiset asukkaat 2014 pelastusasemien saavuttamisalueittain (ruututietokanta) ja 706 hälytykset pelastusasemittain sekä koko HYKS alueella 2013 ja 2014 tehtävämäärillä (riskiluokitussovellus CGI)

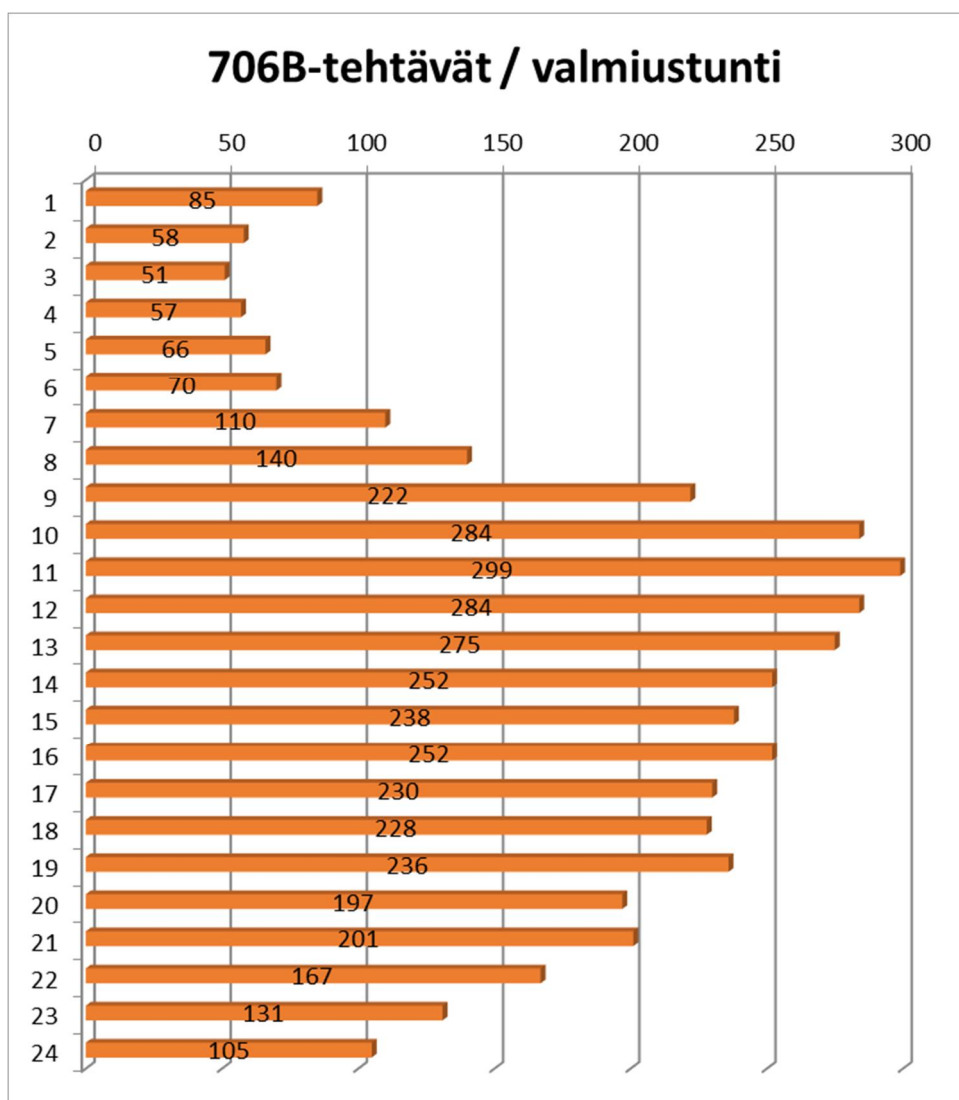
Asema	Asukkaat	Asukkaat %	Ikä > 65v	Ikä > 65v %	706	706 %	706B	706B %	706C	706C %	HYKS 706	HYKS 706B	HYKS 706C
Haaga													
12 min	844613	74 %	129792	75 %	5207	77 %	3251	77 %	1956	77 %	6772	4238	2534
16 min	1036798	91 %	158890	92 %	6285	93 %	3914	92 %	2371	93 %	6772	4238	2534
20 min	1093721	96 %	166486	96 %	6560	97 %	4097	97 %	2463	97 %	6772	4238	2534
Käpylä													
12 min	820435	72 %	127938	74 %	5404	80 %	3335	79 %	2069	82 %	6772	4238	2534
16 min	1002352	88 %	154561	89 %	6164	91 %	3835	90 %	2329	92 %	6772	4238	2534
20 min	1091542	96 %	167103	96 %	6577	97 %	4096	97 %	2481	98 %	6772	4238	2534
Vantaankoski													
12 min	514599	45 %	78536	45 %	3214	47 %	2042	48 %	1172	46 %	6772	4238	2534
16 min	882443	77 %	133858	77 %	5491	81 %	3434	81 %	2057	81 %	6772	4238	2534
20 min	1073665	94 %	164344	95 %	6477	96 %	4037	95 %	2440	96 %	6772	4238	2534
Kallio													
12 min	581495	51 %	95349	55 %	4087	60 %	2484	58 %	1603	63 %	6772	4238	2534
16 min	933971	82 %	146275	84 %	5827	86 %	3608	85 %	2219	86 %	6772	4238	2534
20 min	1080292	95 %	164624	95 %	6424	95 %	3999	94 %	2425	96 %	6772	4238	2534

6.3 CT-ambulanssin operatiivinen valmiusaika

CT-ambulanssi tarkoituksenmukaista ja kustannustehokasta valmiusaikaa tarkasteltiin vertailemalla 706B hälytysten ilmaantuvuutta eri vuorokauden aikoina. Vuorokauden kokonaisilmaantuvuutta tarkasteltiin vuosien 2013 ja 2014 hälytysten osalta tunnin jaksoissa. Hälytystehtävien ilmaantuvuuden vaihteluväli oli 51 – 299 ja keskiarvo 177 tehtävää. Ilmaantuvuus oli pienimmillään yön ja aamuyön tunteina (klo 1:00 – 4:00). Vastaava ilmiö havaittiin myös 706C kiireellisyyden hälytyksissä (Taulukko 6 ja Kuvio 10)

Taulukko 6. Vuosien 2013 ja 2014 706 hälytysten ilmaantuvuus / valmiustunti

Tunti	706 B-tehtävä	706 C-tehtävä	Kaikki yhteensä
0	85	42	127
1	58	35	93
2	51	21	72
3	57	20	77
4	66	18	84
5	70	21	91
6	110	39	149
7	140	76	216
8	222	149	371
9	284	223	507
10	299	211	510
11	284	208	492
12	275	163	438
13	252	186	438
14	238	150	388
15	252	131	383
16	230	132	362
17	228	122	350
18	236	132	368
19	197	120	317
20	201	127	328
21	167	99	266
22	131	57	188
23	105	52	157
Kaikki yhteensä	4238	2534	6772



Kuvio 10. 706B hälytystehtävien ilmaantuvuus / valmiustunti aikavälillä 0:00 – 23:59:59.

CT-ambulanssin operatiivista valmiusaikaa tarkasteltiin myös 8-, 12- ja 16-tunnin operatiivisen valmiusajan näkökulmasta (Taulukko 7). Edellä mainitut ajat vastaisivat yhtä 8- tai 12-tunnin työvuoroa tai kahta peräkkäistä 8-tunnin työvuoroa kahdella eri henkilöstöllä. Ilmaantuvuutta 8-, 12- ja 16-tunnin valmiusajoilla vertailtiin aikavälillä 5:00 – 01:00. Hälytystunnit aikavälillä 1:01 – 4:59 jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, koska ne kattoivat vuosien 2013 – 2014 kokonais 706B tehtävämäärästä vain 5,5 % (n = 232). Suurin 706B tehtävien ilmaantuvuus saatiin 16-tunnin valmiusajalla, aikavälillä 7:00 – 23:00 joka vastasi 85,8 % vuorokauden kokonaistehtävämäärästä.

Taulukko 6. B706 tehtävien ilmaantuvuus aikavälillä 5:00 – 01:00 jaoteltuna 8-, 12- ja 16-tunnin valmiusajoilla.

Aikaväli	Aikavälin 706 B	Kaikki 706 B	Aikavälin 706B %-osuus	Valmiusaika
5:00 - 13:00	1684	4238	39,7 %	8h
6:00 - 14:00	1866	4238	44,0 %	8h
7:00 - 15:00	1994	4238	47,1 %	8h
8:00 - 16:00	2106	4238	49,7 %	8h
9:00 - 17:00	2114	4238	49,9 %	8h
5:00 - 17:00	2656	4238	62,7 %	12h
6:00 - 18:00	2814	4238	66,4 %	12h
7:00 - 19:00	2940	4238	69,4 %	12h
8:00 - 20:00	2997	4238	70,7 %	12h
9:00 - 21:00	2976	4238	70,2 %	12h
5:00 - 21:00	3518	4238	83,0 %	16h
6:00 - 22:00	3615	4238	85,3 %	16h
7:00 - 23:00	3636	4238	85,8 %	16h
8:00 - 24:00	3601	4238	85,0 %	16h
9:00 - 01:00	3464	4238	81,7 %	16h

6.4 CT-ambulanssin tehtäväsidonnaisuus

Tehtäväsidonnaisuudella tarkoitetaan sitä prosenttiosuutta, jonka ensihoitoyksikkö on varattuna ensihoitotehtävään sen kokonaisvalmiusajasta. Tehtäväsidonnaisuutta laskettaessa yksittäisen tehtävän kesto lasketaan alkamaan hälytyksestä ja päättymään siihen kun ensihoitoyksikkö palaa takaisin asemalle tai saa uuden tehtävän. Tehtäväsidonnaisuuteen ei lasketa yksikön tehtävän jälkeisiä, asemalla suoritettavia huoltotoimenpiteitä. (HYKS Akuutti 2015.)

Arvioitaessa CT-ambulanssin mahdollista tehtäväsidonnaisuutta osoittautui, että nykyisten ensihoidon käytössä olevien tietojärjestelmien avulla ei ole mahdollista saada riittävän luotettavia tietoja CT-ambulanssin tehtäväsidonnaisuusajan laskemiseksi. Niiden tehtävien osalta, joissa potilas oli kuljetettu sairaalan 706B kiireellisyydellä, oli mahdollista selvittää tehtävän kesto siten, että se vastaisi myös CT-ambulanssin tehtävän kestoa. Tehtävissä joissa potilas kuljetettiin sairaalaan 706C kiireellisyydellä ensihoitoyksikön (ambulanssin) tehtävän kestoa ei voida käyttää CT-ambulanssin tehtävän keston

mittarina, koska nämä potilaat ovat jo kenttävaiheen esitietojen ja tutkimusten perusteella rajattu liuotushoidon ulkopuolelle ja siksi nämä tehtävät päätyisivät CT-ambulanssilla tehtävän peruuttamiseen. Aika-arviota siitä, millä aikaviiveellä CT-ambulanssin hälytyksestä peruutus tulisi, ei pysty luotettavasti määrittelemään. Riippuen siitä, miten nopeasti ensivasteena kohteeseen saapuva ensihoitoyksikkö potilaan saavuttaa, tieto CT-ambulanssin peruuttamisesta voi tulla jo matkalla kohteeseen tai vasta CT-ambulanssin henkilöstön kohdatessa potilaan.

Vuosien 2011 – 2012 aikana HYKS-alueella liuotushoidettujen aivohalvauspotilaiden (n=308) hoitoon saapumisviive oireiden alusta (Onset-to-door-time) oli keskimäärin 82 minuuttia ja soittoviive (Onset-to-call-time) oli 14 minuuttia. Kun kokonaisviiveestä vähennetään soittoviive sekä hätäpuhelun kesto (ka 3 min) sekä hälyttämisiivie (ka 3 min) tulee yhden tehtävän keskimääräiseksi kestoksi 62 min ensihoitoyksikköä kohden. (Puolukka ym. 2016.) Tässä laskentatavassa on huomioitava, että tehtävän kokonaiskestoon ei ole laskettu mukaan ensihoitoyksikön paluumatkaa sairaalasta takaisin asemapaikalleen potilaan luovuttamisen jälkeen.

Ensihoidon suorittamien aivohalvaustehtävien kestoa arvioitiin myös vuosien 2013 – 2014 Helsingin aivohalvaustehtävien osalta. Tehtävien kestoa tarkasteltiin Haagan ja Käpylän pelastusasemien osalta, jotka osoittautuivat CT-ambulanssin asemapaikkaa arvioitaessa tarkoitukseen parhaiten soveltuviksi. Haagan ja Käpylän pelastusasemilta (ensihoitoyksiköt EHE 1231, EHE 1331 ja EHE 1341) vuosien 2013 – 2014 aikana suoritettujen 706B hälytysten, jotka päätyivät 706B kuljetukseen, keskimääräinen kesto oli 107 minuuttia. Tässä laskentatavassa on huomioitu ambulanssin palaaminen sairaalasta takaisin asemapaikalleen potilaan luovuttamisen jälkeen.

CT-ambulanssin tehtäväsidonnaisuutta arvioitaessa on huomioitava, että vuosien 2013 – 2014 kaikista HYKS-alueen B706 hälytyksistä (n = 4238) vain 28 % (n = 1203) päätyi potilaan kiireelliseen kuljettamiseen (706B) Meilahden sairaalaan, missä CT-kuvantaminen ja liuotushoito suoritetaan. Valtaosassa (72 %) tapauksia CT-ambulanssilla ei olisi tarvetta osallistua potilaan kuljetukseen ja sen tehtävän kesto riippuisi siitä millä viiveellä se peruutetaan.

7 Henkilöstölle, asemapaikalle ja CT-ambulanssille asetettavat vaatimukset, kalusto ja hoitovälineet

Kokemukset CT-kuvantamisesta sairaalan ulkopuolella ovat toistaiseksi hyvin rajallisia. Käytännössä kokemukset rajoittuvat Saksassa toimiviin kahteen CT-ambulanssiin sekä Yhdysvaltojen Houstonissa 2014 aloitettuun CT-ambulanssin pilotointiin. Aiheesta julkaistut artikkelit ovat lääketieteellisiä tutkimusartikkeleita sekä yksittäinen Houstonin CT-ambulanssi pilotin projektikuvaus, joissa kuvataan CT-ambulanssia ja sen henkilöstöä yleisellä tasolla.

Selvitystyön yhteydessä tarjoutui benchmarkingin mahdollisuus Berliinin CT-ambulanssiin, STEMOon. Benchmarking tarjosi mahdollisuuden perehtyä itse CT-ambulanssiin tarkemmin sekä mahdollisuuden haastatella STEMOssa työskentelevää henkilökuntaa, mikä antoi selvitystyölle merkittävää lisätietoa sairaalaan ulkopuolella suoritettavan CT-kuvantamisen käytännön kokemuksista.

Benchmarking järjestettiin 30.3. – 31.3.2015. Tilaisuutta varten lähetettiin sähköpostilla tilaisuuden järjestäjille 13 kysymystä etukäteen tutustuttavaksi (Liite 1). Kysymykset käsitelivät STEMO-ambulanssin rakennetta, STEMO:n käytettävyyttä sairaalan ulkopuolisen aivoinfarktin liuotushoitoon sekä STEMO:n henkilöstörakennetta. Kysymykset toimivat myös benchmarkingin haastattelurunkona. Benchmarking haastatteluihin osallistui kaksi Charité – Universitätsmedizin sairaalassa ja STEMO:sa työskentelevää lääkäriä, STEMO-ambulanssin rakentaneen ambulanssitoimittaja MEYTEC:n toimitusjohtaja ja suunnitteluinsinööri sekä kaksi Berliinin pelastuslaitoksen ensihoitajaa. Haastateltavien vastaukset on esitetty alla olevassa tulososassa, alaotsikoittain jaettuna.

7.1 CT-ambulanssille asetettavat vaatimukset

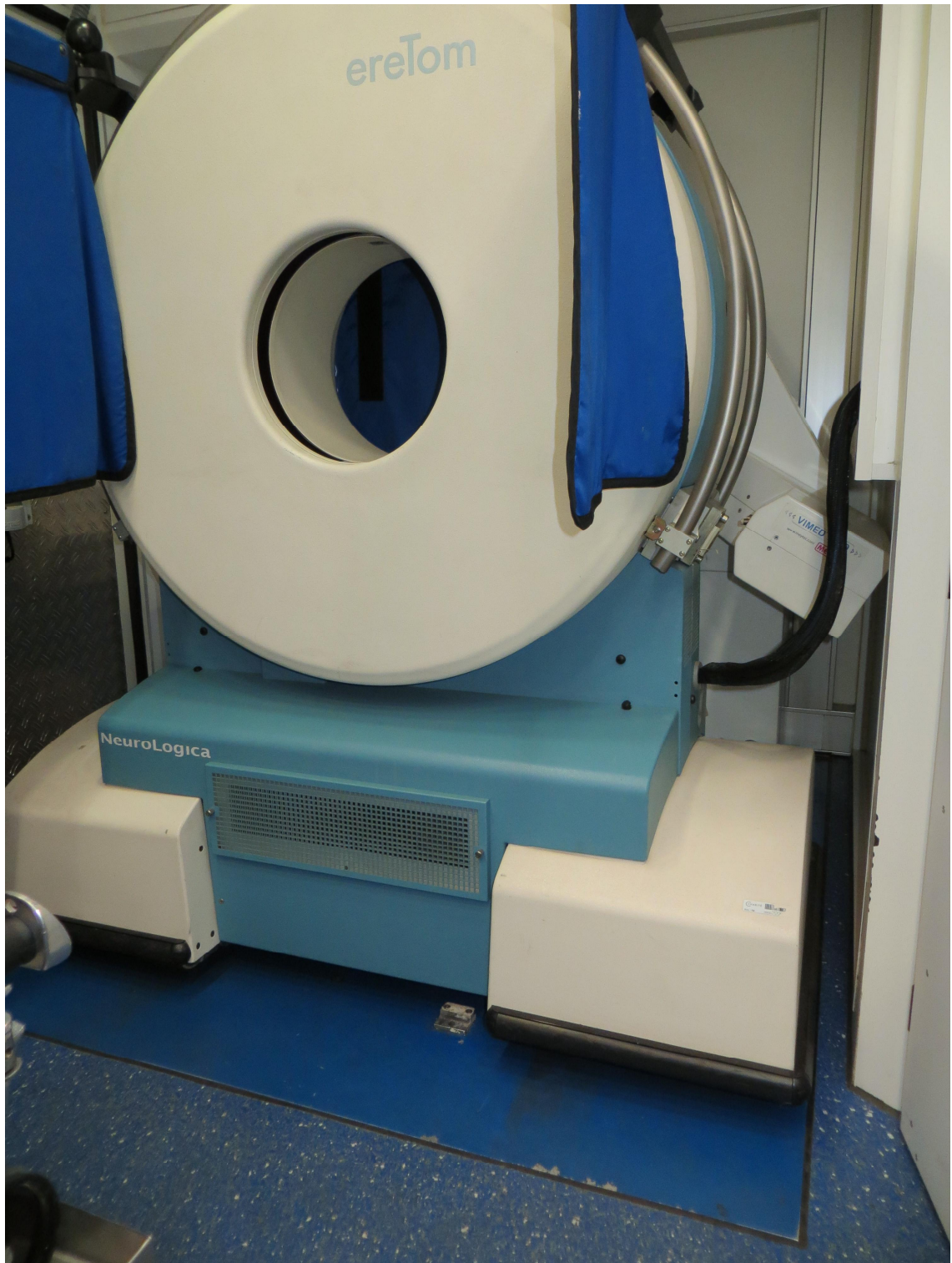
Lähtökohtina CT-ambulanssin rakenteellisille vaatimuksille tulee pitää toiminnallisuutta, ergonomisuutta, sekä työ- ja potilasturvallisuutta. Vaatimusten tulisi noudattaa SFS-EN1789 + A1 ambulanssistandardissa mainittuja vaatimuksia, joka määrittelee EU-alueella rakennettavien ambulanssien rakenteellisia ratkaisuja. Jokaisella EU:n jäsenvaltiolla on oikeus noudattaa standardin sisältöä omaan lainsäädäntöön ja muihin viranomais määräyksiin parhaaksi soveltuvalla tavalla, koska kyseessä on standardi, eikä juridisesti sitova direktiivi (Suomen standardisoimisliitto 2010).

Toisaalta CT-ambulanssin tulee olla rakenteelta sellainen, että sen avulla voidaan suorittaa potilaan pään CT-kuvantaminen sairaalan ulkopuolella nopeasti ja luotettavasti. CT-laitteisto itsessään sekä potilaan tutkimisessa ja tilannetiedon välittämisessä hyödynnettävä telemedicine-laitteisto vievät niin paljon tilaa ja lisäävät ajoneuvon kokonaismassaa niin merkittävästi, että CT-ambulanssi on käytännössä rakennettava kuorma-auton alustalle. Ambulanssin rakentaminen kuorma-auton alustalle on poikkeuksellista Suomessa. Suomalaisilla ambulanssien korivalmistajilla on kuitenkin kokemusta kuorma-autoksi rekisteröitävien pakettiautojen alustalle rakennetuista niin sanotuista konttiambulansseista sekä yksittäisistä kuorma-auton alustalle rakennetuista erikoisajoneuvoista, kuten esimerkiksi Brasiliaan rakennetut Trident monitoimiajoneuvot (ambulanssi, räjähdys- ja paloauto) ja Helsingin kaupungille rakennettu liikkuva suunhoitoyksikkö Liisu (Tamlans Oy ja Profile Oy 2016).

CT-ambulanssin rakentaminen kuorma-auton alustalle, kuten STEMO on rakennettu, vaikuttaa kaupunkimaisen ensihoitopalvelun näkökulmasta kankealta ja hitaasti ajettavalta ratkaisulta, etenkin huomioiden kapeat pihatiet ja keskusta-alueen liikenneneruuhkat. Benchmarking haastattelussa kysyttäessä perusteluja siihen, miksi STEMO päätettiin rakentaa kuorma-auton alustalle, haastateltavat kertoivat useita tekijöitä, jotka puolsivat tätä ratkaisua. Yksistään CT-laitteen, kuvantamistilan, telemetristen lääkintälaitteiden sekä säteilyturvallisuuden vaatimukset vaativat niin paljon tilaa, että näitä ei ollut haastateltavien mielestä mahdollista rakentaa pienemmälle alustalle. Ratkaisuun vaikutti myös kaikkien hoitovälineiden ja ambulanssin korirakenteiden kokonaismassa, jota nosivat CT-laitteen ja sen tukirakenteiden paino sekä säteilyturvallisuuden edellyttämä ambulanssin korirakenteen lyijyverhoilu. Suuri kokonaismassa sekä rakenteiden ja hoitolaitteiden korkea painopiste olisivat merkittävästi huonontaneet ajettavuutta ja hallittavuutta, jos alustana olisi käytetty kuorma-autoa kevyempää pakettiautoa.

CT-ambulanssin suuresta massasta johtuen ambulanssivalmistaja joutui STEMOa rakentaessaan huomioimaan tarvittavia rakenteellisia vahvistuksia ja muutostöitä. Näistä muutoksista haastateltavat mainitsivat CT-laitteen kiinnityksessä tarvittun ambulanssin lattiarakenteen lisävahvikkeen sekä kolme ylimääräistä lukitusta, joilla CT-laite pysyy hoitotilassa paikallaan hälytysajon aikana (Kuvio 11). STEMON CT-laitteen kiinnitysten kestävyys testattiin ambulanssivalmistaja MEYTEC:n toimesta siten, että se vastasi EN 1789 ambulanssistandardin edellyttämää 10 G:n vetolujuutta. Toisena merkittävänä muutoksena oli paarilavetin toiminnallisuuden muuttaminen siten, että se mahdollistaa tavallista suuremman liikeradan etu-takasuunnassa, mikä mahdollistaa potilaan oikean

asennon CT-kuvantamisen aikana. CT-kuvantaminen itsessään edellytti myös muutostöitä ambulanssin hoitotilaan, koska säteilyhaittojen minimoimiseksi seinärakenteet oli verhoiltu lyijylevyillä. CT-laitteiston moitteeton toiminta edellytti lisäksi sitä, että ajoneuvon alustan tulee kuvattaessa olla horisontaalisesti täysin vaakasuorassa ja tätä varten ajoneuvon alustaan oli rakennettu paineilmatoimiset tulijalat, joissa oli ns. self-leveling toiminto, joka muutamassa minuutissa asettaa ajoneuvon automaattisesti vaakasuoraan maaston muodosta tai kallistuksesta riippumatta (Kuvio 12).



Kuvio 11. STEMOn CT-laitteen kiinnittäminen ambulanssin lattiaan on toteutettu kuvan alareunassa näkyvällä alumiinisella vahvikelevyllä (Kuva: Taskinen 2015).



Kuvio 12. CT-ambulanssin paineilmatoiminen tukijalka (Kuva: Taskinen 2015).

7.1.1 Ajoneuvon katsastusvaatimukset

Ajoneuvojen hyväksymisestä (rekisteröinnistä) eri ajoneuvoluokkiin on säädetty ajoneuvolaissa 1090/2002. Ajoneuvolain 21§ nojalla ambulanssi on sairaiden tai loukkaantuneiden henkilöiden kuljetukseen valmistettu M-luokan ajoneuvo, jossa on erityisvarusteita tätä tarkoitusta varten. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella säädetään tarvittaessa ambulanssien tarkemmasta luokittelusta, korin ja potilastilan mitoituksesta, suorituskyvystä sekä lääkinällisistä ja muista varusteista. Liikenteen turvallisuusvirasto (Trafi) antaa määräykset ambulanssin erikoiskäytön edellyttämien merkki- ja varoitusvalaisimien, heijastimien, heijastavien merkintöjen sekä äänimerkinantolaitteiden teknisistä vaatimuksista ja asennuksesta. (Ajoneuvolaki 1090/2002 § 21.)

Sosiaali- ja terveysministeriö ei ole asetuksella säätänyt ajoneuvolain 21 § mainittua ambulanssin tarkempaa luokittelua. Hyväksyntää ambulanssiksi ohjaa siis ajoneuvon käyttötarkoitus, joka pitää olla ajoneuvolain 21 § mukainen sekä ajoneuvolain 10 § mukainen ajoneuvojen perusluokitus, jonka nojalla M- ja N-luokan ajoneuvo (*auto*) on henkilöiden tai tavarankuljetukseen taikka määrättyyn erikoistehtävään valmistettu moottorikäyttöinen ajoneuvo, jossa on vähintään neljä pyörää tai telat ja jonka suurin rakenteellinen nopeus on suurempi kuin 25 kilometriä tunnissa. (Ajoneuvolaki 1090/2002 § 10 ja § 21.)

CT-laitteen sijoittaminen käyttötarkoitukseltaan ambulanssin kaltaiseen ajoneuvoon ei ole este ajoneuvon hyväksymiseksi ambulanssiksi ja rekisteröinniksi M-luokan ajoneuvoksi. Ajoneuvon on kuitenkin täytettävä ajoneuvolain perusluokituksen mukaiset tekniset vaatimukset, jotka määräytyvät ajoneuvon suurimman sallitun kokonaismassan mukaan. Kun kyse on kuorma-auton alustasta, relevantit ajoneuvoluokat ovat N2-luokka (ajoneuvon kokonaismassa enintään 12 tonnia) tai N3-luokka (ajoneuvon kokonaismassa yli 12 tonnia). CT-ambulanssin ajoneuvoteknisiä ominaisuuksia velvoittaa ajoneuvolain perusluokitus siitä huolimatta, että lopullinen ajoneuvoluokka on ambulansseille tarkoitettu M1. Alustan suurimpia sallittuja massoja tai tieliikenteessä kuorma-autolle säädettyjä suurimpia sallittuja akseli- tai kokonaismassoja ei saa ylittää. (Ajoneuvolaki 1090/2002 § 10.). Ajoneuvon hyväksyntä ja rekisteröinti ambulanssiksi edellyttää lisäksi hälytysvalojen, äänimerkinantolaitteiden ja teippausten sekä heijastimien asentamista Trafian määräysten mukaisesti (TRAFI/9461/03.04.03.00/2012).

7.1.2 CT-laitteisto

CT-laitteiston valinnassa korostuvat laitteiston soveltuvuus mobiilikäyttöön, laitteiston koko sekä toimintavarmuus ja helppokäyttöisyys. CT-laitteiston soveltuvuudessa mobiilikäyttöön korostuvat itse laitteiston rakenne ja laitteiston kiinnitykset CT-ambulanssin korirakenteisiin. Laitteiston tulee olla rakenteeltaan sellainen, että se soveltuu kaupunkiliikenteen ja hälytysajon aiheuttamiin rasitteisiin, kuten mukulakivikadut, ajohidasteet ja talvella avaraamattomien tienpintojen epätasaisuudet. Työ- ja potilasturvallisuus huomioiden CT-laitteiston kiinnityksissä ambulanssin korirakenteisiin on keskeistä. CT-laitteiston kiinnitysjärjestelmän luotettavuus voidaan varmistaa asettamalla toimittajalle velvoite suorittaa laitteiston kiinnitysjärjestelmän testaus SFS-EN 1789 + A1 standardin mukaisesti sekä velvoite toimittaa testauksesta asianmukainen todistus. SFS-EN 1789 + A1 standardissa hoitovälineiden säilytyksestä määritellään siten, että kaikkien laitteiden tulee olla varmasti ja turvallisesti kiinnitettynä, jotta estetään vahingot ja vammat ajoneuvon ollessa liikkeellä. Kiinnitysjärjestelmän, ylläpitojärjestelmän tai varastointijärjestelmän tulee pitää laite paikallaan, jotta se kestää 10 g:n pituussuuntaisia (eteen, taakse), 10 g:n poikittaissuuntaisia (vasemmalle, oikealle) ja 10 g:n pystysuuntaisia kiihdytyksiä ja jarrutuksia (Suomen standardisoimisliitto 2010).

Kooltaan (ulkomitat, paino) CT-laitteisto tulisi pitää mahdollisimman pienenä, kuitenkin niin, että potilaan pään CT-kuvaaminen on mahdollista toteuttaa helposti ja nopeasti. CT-ambulanssissa kuvantaminen rajoittuu pään CT-kuviin, mikä mahdollistaa pienemmän laitteiston hankkimisen, kuin mitä sairaaloissa tyypillisesti on käytössä, koska koko vartalo CT-kuvaa ei tässä käyttötarkoituksessa ole mielekäästä ottaa. Tarkoitukseen soveltuvia laitteita ovat liikuteltavat CT-laitteet, jotka voidaan tarvittaessa asentaa kiinteästi alustaansa kiinni. Laitteiston pienempi koko antaa hoitotilan ja kiinnitysjärjestelmien suunnittelulle enemmän vaihtoehtoja ja toisaalta laitteiston pienempi paino vaikuttaa positiivisesti ajoneuvon kokonaismassaan ja siten ajoneuvon ajettavuuteen.

Itse CT-laitteiston käytössä korostuvat helppokäyttöisyys ja käyttövarmuus. Kokemukset ambulansseihin sijoitetuista CT-laitteista ovat hyvin rajallisia ja CT-laitteen käytettävyyttä ensihoidossa kuvaavia artikkeleita aiheesta ei löydy. Benchmarking haastattelussa haastateltavien käyttökokemukset niin CT-laitteesta kuin vieritutkimus laboratoriolaitteista olivat hyvin positiivisia. Laitteet olivat osoittautuneet helppokäyttöisiksi, nopeiksi ja varmatoimisiksi. Muun muassa itse CT-kuvantamisen arvioitiin vievän aikaa vain noin 2 – 4 minuuttia. Kysyttäessä miksi Berliini päätyi juuri Samsung Neurologica CereTom CT-

laitteeseen (Kuvio 13), kävi ilmi, että STEMOn rakennusvaiheessa markkinoilla ei ollut ainuttakaan tarkoitukseen soveltuvaa, riittävän kompaktia ja mobiilikäyttöön soveltuvaa, CT-laitetta. Samsung Neurologica oli tuolloin ainut toimittaja, joka oli tästä kehitysprojektista kiinnostunut.

Weight: 966 lbs (438 kg)



Kuvio 13. Samsung Neurologica CereTom CT-laite (Kuva: www.neurologica.com).

7.1.3 Telemedicine-laitteisto

CT-ambulanssiin sijoitettavan telemedicine-laitteiston tehtävänä on välittää tietoa CT-ambulanssista vastaanottavaan sairaalaan, käytettävissä olevin ICT-ratkaisuin, terveydenhuollon tietosuojavaatimukset huomioiden. Tieto voi olla esimerkiksi yksittäisiä CT-kuvia, video-tallennetta tai reaaliaikaista videokuvaa, CT-ambulanssin hoitotilassa suoritettavasta potilaan haastattelusta ja tutkimisesta.

Selvitystyön telemedicine referenssilaitteistona käytettiin Berliinin ensihoitopalvelun STEMOn ambulanssin telemedicine-laitteistoa, joka käyttäjille tehdyn benchmarking haastattelun perusteella oli toiminut ongelmitta käyttöönottovuodestaan 2011.

STEMO-ambulanssissa käytettävän VIMED-telemedicine järjestelmän oli rakentanut MEYTEC. VIMED-järjestelmässä CT-kuvat on mahdollista katsoa ajoneuvon CT-järjestelmän omalta näytöltä sekä lähettää edelleen tulkittavaksi ennalta määriteltuihin kohteisiin, suojatun VPN-yhteyden välityksellä. Tiedonsiirron varmistamiseksi VIMED-järjestelmä on varustettu 3G / 4G monikanavareitittimellä sekä useamman eri operaattorin SIM-kortilla, mahdollisten katvealueiden aiheuttamien lähetyshäiriöiden minimoimiseksi. Tiedonsiirron varajärjestelmänä VIMED on varustettu satelliittiyhteydellä. Koko tiedonsiirto- ja telemetrijärjestelmä (Kuviot 14 ja 15) oli rakennettu yhden toimittajan (MEYTEC / VIMED) toimesta yhteensopimattomuusongelmien välttämiseksi.

STEMO-ambulanssin VIMED-järjestelmässä on myös videokonsultaatio mahdollisuus. Tämä on toteutettu edellä mainittujen tiedonsiirtojärjestelmien avulla siirrettävällä reaaliaikaisella videokuvalla, STEMO-ambulanssin hoitotilasta valittuun kohteeseen, esimerkiksi STROKE-keskuksen seniori neurologille. Tämän on katsottu tuovan lisäarvoa kliiniseen päätöksentekoon, etenkin niissä tilanteissa, joissa neurologi ei kuulu CT-ambulanssin henkilöstöön (Meytec 2015.).

Benchmarking haastattelun yhteydessä kysyttäessä datayhteyden ja telemetrinen lääkintälaitteiden toimintavarmuudesta haastateltavat kertoivat, että tiedonsiirron toteuttaminen STEMON ja sairaalan välillä 3G / 4G monikanavareitittimellä, ja useamman eri operaattorin SIM-kortilla oli toiminut yli odotusten. Yksittäisiä hetkellisiä viiveitä lukuun ottamatta tiedonsiirto oli toiminut ongelmitta. Edellä mainitut viiveet olivat johtuneet alueellisesti heikosta 3G / 4G verkon peitosta, joka oli saatu korjattua siirtämällä STEMO-ambulanssia muutamia kymmeniä metrejä, lähimpää sopivaan paikkaan. Järjestelmän varmuutta kuvaa lisäksi haastateltavien kertomus siitä, että tiedonsiirron varajärjestelmänä toimivaa satelliittiyhteyttä, ei ollut tarvinnut käyttää kertaakaan STEMON olemassa olon aikana.



Kuvio 14. VIMED-telemedicine järjestelmän näyttö CT-ambulanssin hoitotilassa (Kuva: Taskinen 2015).



Kuvio 15. VIMED-telemedicine järjestelmään kuuluva videokamera, jolla voidaan välittää reaaliaikaista kuvaa CT-ambulanssin hoitotilasta (Kuva: Taskinen 2015).

7.1.4 Muut hoitovälineet ja kalusto

Aivoverenkiertohäiriön tyypistä ja sijainnista riippuen potilaan perustelintoimintojen tukeminen ja varmistaminen hoitotason menetelmin voi tulla kyseeseen jo kenttävaiheen aikana. Hypoksiaa ja hypoventilaatiota tulee välttää ja ne tulee tarvittaessa korjata nopeasti jo kenttävaiheen aikana. Jos tajunnantaso on Glasgow'n asteikolla <9 , tulee potilas intuboida ja aloittaa ventilaatio, joko hengityspalkeella tai respiraattorilla (Kuisma ym. 2013: 406 - 407.).

Aivoverenkiertohäiriö diagnostiikkaan liittyvän laitteiston ja hoitovälineiden lisäksi, CT-ambulanssi tulisi varustaa hoitotason ambulanssia vastaavilla hoitovälineillä ja ensihoidolääkkeillä, jotta perustelintoimintojen tukemiseen ja varmistamiseen tähtäävät vaativat hoitotoimenpiteet olisi mahdollista tehdä kontrolloidusti ja potilasturvallisesti. Ensihoitoasetus ja Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ensihoidon palvelutasopäätös eivät suoranaisesti ohjeista hoitotason hoitovälineitä ja varustusta. Eri hoitotasojen varusteiden taso on kuvattu sairaanhoitopiirin ja palveluntuottajien välisissä yhteistyösopimuksissa ensihoitopalvelun järjestämisestä. Sopimuksessa on mainittu, että hoitovälineiden ja varusteiden tulee vastata yksikön hoitotasoa siten, että tason edellyttämät tutkimukset ja toimenpiteet voidaan suorittaa. Varustus on kuvattu yksityiskohtaisesti Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ja Helsingin pelastuslaitoksen yhteistyösopimuksessa ensihoitopalvelun järjestämisestä liitteessä 4. Ensihoitopalvelun ajoneuvot ja niiden varustus.

Data- ja radiolaitteiden osalta CT-ambulanssin tulee varustaa niin, että laitteisto vastaa ominaisuuksiltaan HYKS-alueen ensihoidossa käytössä olevia laitteita. Laitteiston yhteensopivuus mahdollistaa hätäkeskukselle tehtävän välittämisen, CT-ambulanssin yhteydenpidon muihin alueen ensihoidoyksiköihin sekä tehtävien dokumentoinnin ensihoidon sähköiseen potilastietojärjestelmään. Data- ja radiolaitteiden yhteensopivuus mahdollistaa myös CT-ambulanssin toiminallisten tulosten, kuten tehtävämäärien, tehtävien maantieteellisen sijainnin ja tehtäväsidonnaisuuden tarkemman raportoinnin ensihoidon sähköisen potilastietojärjestelmän (Merlot Medi) raportointityökalun avulla.

7.2 Säteilyturvallisuus sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa

CT-ambulanssin tärkein yksittäinen hoitoväline on CT-laitteisto, jonka asennuksessa ambulanssin korirakenteisiin ja käytössä on huomioitava säteilyturvallisuus. Ionisoivan

säteilyn käytöstä säädetään säteilylaissa 1991/592. Säteilylain nojalla on lisäksi annettu säteilyasetus 1991/1512 ja sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 423/2000. Säteilyturvakeskus (STUK) antaa sille lainsäädännössä annettujen oikeuksien perusteella säteilytoimintaa koskevia päätöksiä. Nämä päätökset ovat toiminnan harjoittajaa velvoittavia. Päätöksiä on annettu muun muassa terveydenhuollon säteilylaitteiden hyväksyttävyyksivaatimuksista ja lääketieteellisistä tutkimuksista aiheutuvan säteilyaltistuksen vertailutasoista (STUK 2013: ST 1.1.).

Säteilyturvakeskus antaa säteilylain 70 §:n 2 momentin nojalla säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan turvallisuutta koskevia yleisiä ohjeita (ST-ohjeet). Toiminnan harjoittaja voi suunnitella muunkinlaisen, kuin ohjeessa esitetyn turvallisuusratkaisun. Tällöin on kuitenkin voitava osoittaa, että ratkaisulla saavutetaan säteilylain mukainen, ST-ohjeissa tarkemmin kuvattu turvallisuustaso. ST-ohjeesta poikkeava menettely on esitettävä Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi (STUK 2013: ST 1.1.).

Säteilylaki, asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä sekä STUK:n säteilyturvallisuutta koskevat yleiset ohjeet, eivät erikseen ohjeista säteilyturvallisuudesta sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. CT-ambulanssissa CT-laitteisto asennetaan kiinteästi osaksi korirakenteita ja kokonaisuus on rinnastettavissa röntgen huoneeseen tai vastaavaan tilaan, jossa käytetään ionisoivaa säteilyä terveydenhuollon tarkoituksiin. CT-ambulanssia suunniteltaessa, rakennettaessa ja hyväksytettäessä lakia, asetusta ja ST-ohjeita tulee noudattaa siten, kun säteilyn käytöstä terveydenhuollossa on ohjeistettu.

Säteilysuojelun tavoitteena on ihmisten, yhteiskunnan ja ympäristön suojelu säteilyn haitallisilta vaikutuksilta, kuitenkin tarpeettomasti rajoittamatta hyväksyttävää säteilyn käyttöä tai säteilylle altistavaa toimintaa. Säteilyn käytön katsotaan olevan hyväksyttävää, kun se täyttää säteilyturvallisuuden yleiset periaatteet (oikeutus- optimointi- ja yksilönsuojaperiaatteet). Oikeutusperiaatteella tarkoitetaan sitä, että toiminnalla saavutettavan hyödyn on oltava suurempi kuin sen aiheuttama haitta. Optimointiperiaatteen mukaisesti toiminnan tulee olla järjestetty niin, että siitä aiheutuva terveydelle haitallinen säteilyaltistus pidetään niin alhaisena, kuin se käytettävissä olevin keinoin on mahdollista. Yksilönsuojaperiaatteella tarkoitetaan sitä, että säteilyaltistus ei saa ylittää säteilyasetuksessa asetettuja ja STUK:n tarkemmin ohjeistamia säteilyn enimmäisarvoja (STUK 2013 - 2014: ST 1.1 ja ST 7.2.).

Ionisoivan säteilyn käyttö Suomessa edellyttää turvallisuuslupaa, jota haetaan kirjallisesti Säteilyturvakeskuksesta. Lupa myönnetään, kun säteilyn käyttö täyttää säteilyturvallisuuden yleiset periaatteet ja on luotettavasti osoitettu, että säteilyn käyttötarkoitus, menetelmät, säteilylähteet ja varusteet, käyttötilat ja säteilysuojaukset, turvajärjestelyt, säteilyn käyttöorganisaatio ja turvallisuusohjeistus ovat lainsäädännössä edellytetyn ja ST-ohjeissa tarkemmin kuvatun turvallisuustason mukaiset. (STUK 2013: ST 1.1.)

Turvallisuuslupahakemuksessa on esitettävä säteilyn käytön laadun ja laajuuden edellyttämällä tavalla seuraavat tiedot:

- 1) säteilyn käyttötarkoitus
 - 2) säteilyn käyttöpaikka ja käytettävät säteilylähteet
 - 3) käytettävät suojaus- ja varojärjestelmät
 - 4) säteilyaltistuksen seurannan järjestäminen
 - 5) radioaktiivisten jätteiden käsittely ja vaarattomaksi tekeminen
 - 6) organisaatioselvitys
 - 7) muut toiminnan turvallisuuden kannalta merkitykselliset tiedot
- (Säteilyasetus 1991/1512 § 14.)

Organisaatioselvityksessä tulee kuvata säteilyn käyttöorganisaatio. Käytettäessä säteilyä terveydenhuollossa turvallisuuslupahakemukseen on tehtävä STUK:n ST 1.4 ohjeen mukainen laaja organisaatioselvitys, jossa on esitettävä seuraavat tiedot:

- 1) johtosuhteet säteilyn käyttöorganisaatiossa ja tiedonkulku säteilyn käyttöpaikalla turvallisuuden varmistamiseksi
- 2) vastaavan johtajan tehtävät ja vastuut
- 3) vastaavan johtajan sijaisuusjärjestelyt ja sijaisen tehtävät ja vastuut silloin, kun sijainen nimetään
- 4) käyttöpaikan vastuuhenkilöiden lukumäärä, tehtävät, vastuut ja yhteydenpito vastaavan johtajan kanssa silloin, kun käyttöpaikan vastuuhenkilöitä nimetään
- 5) lääketieteellisen fysiikan asiantuntija ja hänen tehtävänsä silloin, kun asiantuntija nimetään
- 6) vastaavan johtajan organisoima moniammatillinen yhteistyöryhmä, sen jäsenten tehtävät ja vastuut sekä keskinäinen tiedon jakaminen silloin, kun yhteistyöryhmä muodostetaan
- 7) vastaavien johtajien yhteistyöryhmä ja sen tehtävät silloin, kun yhteistyöryhmä muodostetaan
- 8) säteilyasiantuntija ja hänen tehtävänsä silloin, kun asiantuntija nimetään

- 9) kuvaus erillisestä säteilysuojeluyksiköstä sekä säteilysuojeluyksikön ja vastaavan johtajan tehtäväjaosta silloin, kun yksikkö muodostetaan (STUK 2011: ST 1.4.)

Yksityiskohtaisemmat ohjeet turvallisuuslupahakemukseen ja organisaatiokuvaukseen on kuvattu STUK:n ohjeissa ST 1.1 ja ST 1.4.

Säteilyturvakeskuksen ohjeissa korostetaan toiminnan harjoittajan vastuuta säteilyturvallisudesta sekä toiminnan suunnitelmallisuutta ja riskien tunnistamista ennakoon. Edellytettyjen säteilyturvallisuuksuunnitelmien ja –toimenpiteiden toteuttamiseksi toiminnan harjoittajalla on oltava käytettävissään toiminnan laatuun ja laajuuteen nähden riittävä asiantuntemus säteilyturvallisuuteen liittyvissä asioissa. Kun säteilyturvallisuustoimenpiteitä suunnitellaan ja toteutetaan, toiminnan harjoittajan on kuultava säteilyturvallisuudesta vastaavaa johtajaa. Tarvittaessa on ennakoon kuultava myös muita asiantuntijoita, kuten terveydenhuollon säteilyn käytössä lääketieteellisen fysiikan asiantuntijaa. Säteilytyötä tekevien työntekijöiden terveyttä koskevissa asioissa on kuultava myös terveystarkkailusta vastaavaa lääkäriä. (STUK 2009: ST 1.6.)

Toiminnan harjoittajan on ennakolta suunniteltava ja huolehdittava muun muassa seuraavista työpaikan säteilyturvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä:

- työntekijöille aiheutuvan säteilyaltistuksen suuruus ja siihen vaikuttavat tekijät on arvioitava ennakolta säteilyturvallisuustoimenpiteiden optimoimiseksi kaikissa työtilanteissa
- työntekijät on suojattava säteilyltä tarkoituksenmukaisella tavalla
- työskentelypaikat on luokiteltava tarvittaessa valvonta-alueisiin ja tarkkailualueisiin
- säteilylle altistuvat työntekijät on luokiteltava säteilytyöluokkiin A tai B
- toiminnan turvallisuuteen liittyvät riskit ja poikkeamat on tunnistettava ja niiden merkitys on arvioitava
- poikkeavien tapahtumien mahdollisuus on estettävä mahdollisimman tehokkaasti
- poikkeavien tapahtumien edellyttämät toimenpiteet on suunniteltava etukäteen ja kirjattava toimintaohjeisiin
- säteilylle altistuvilla työntekijöillä on järjestettävä säteilyaltistuksen seuranta (STUK 2009: ST 1.6.)

Toiminnan harjoittaja voi pyytää Säteilyturvakeskuksesta jo toiminnan suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa toiminnan, käyttötilan tai säteilylähteen turvallisuudesta ennakkolausunnon. Lopullinen hyväksyntä säteilyn käytölle, mahdollisine lisäehtoineen, annetaan turvallisuuslupapäätöksessä ja käyttöpaikalla tehtävässä tarkastuksessa. Tätä varten toiminnan harjoittajan on tarkastettava säteilylähteiden asennukset ennakkoon sekä tarkastettava ja hyväksyttävä uudet säteilylähteet. Tarkastuksessa toiminnan harjoittaja toteaa ennen säteilylähteiden ja laitosten käyttöönottoa, että asennukset ovat turvallisia ja säteilyturvallisuusvaatimusten mukaisia. Säteilylaitteita hankittaessa on varmistettava, että ne soveltuvat siihen käyttötarkoitukseen, johon ne hankitaan, ja että ne ovat vaatimusten mukaiset. (STUK 2009: ST 1.6.)

Säteilyturvallisuussuunnittelussa työskentelypaikat määritellään säteilylähteiden käytön luonteen, toiminnasta aiheutuvien vuosiansioiden, kontaminaatiovaaran ja potentiaalisen altistuksen perusteella valvonta-alueisiin ja tarkkailualueisiin. Valvonta-alueeksi on määriteltävä työtilat ja muut alueet, joissa säännöllisesti tai tilapäisesti oleskeltaessa työntekijälle työstä aiheutuva efektiivinen annos on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai silmän mykiön ekvivalenttiannos suurempi kuin 45 mSv vuodessa ja ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiannos suurempi kuin 150 mSv vuodessa tai työskentely vaatii säteily- ja kontaminaatoriskin vuoksi erityisiä turvaohjeita ja turvatoimia. Tarkkailualueeksi luokitellaan alueet, jotka eivät ole valvonta-alueita, mutta joilla työskenneltäessä työntekijän vuotuinen efektiivinen annos voi ylittää arvon 1 mSv, silmän mykiön ekvivalenttiannos arvon 15 mSv tai käsien, jalkojen tai ihon ekvivalenttiannos arvon 50 mSv. Luokittelemattomaksi alueeksi määritellään tila, jossa efektiivinen annos on alle 0,3 mSv vuodessa. Valvonta- ja tarkkailualue voidaan määritellä myös tilapäisesti tietyn toimenpiteen ajaksi. Valvonta- ja tarkkailualueiden vähimmäisvaatimukset on kuvattu Säteilyturvakeskuksen ohjeessa ST 1.6 Säteilyturvallisuus työpaikalla. (STUK 2009: ST 1.6.)

Säteilyn käyttöpaikkojen lisäksi myös säteilytyötä tekevät työntekijät on luokiteltava säteilyluokkaan A tai B. Säteilytyöluokkaan A kuuluvat ne työntekijät, joille työstä aiheutuva efektiivinen annos on tai voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa tai silmän mykiön ekvivalenttiannos suurempi kuin 45 mSv vuodessa ja ihon, käsien ja jalkojen ekvivalenttiannos suurempi kuin 150 mSv vuodessa. Valvonta-alueella toistuvasti tai pitkiä aikoja työskentelevät henkilöt kuuluvat säteilytyöluokkaan A. Säteilytyöluokkaan B kuuluvat ne säteilytyötä tekevät työntekijät, jotka eivät kuulu säteilytyöluokkaan A. Työntekijän soveltuvuus säteilytyöluokkaan A kuuluvaksi työntekijäksi, on varmistettava asianmukaisella

lääkärintarkastuksella. Tarkastuksia voivat tehdä vain sellaiset lääkärit, jotka Säteilyturvakeskus on todennut päteviksi suorittamaan säteilytyöluokkaan A-kuuluvan työntekijän terveystarkastuksia. Säteilyluokkaan A kuuluvat henkilöt, jotka työskentelevät säännöllisesti tai toistuvasti valvonta-alueella säteilytyksen aikana. Tällaisia henkilöitä voivat olla muun muassa säännöllisesti röntgenosastoilla, leikkaussaleissa, ensiapuasemilla ja potilasosastoilla läpivalaisu- ja kuvaustyöhön tai toimenpideradiologiaan osallistuvat henkilöt ja potilaita usein avustavat henkilöt. (STUK 2009: ST 1.6.)

Työntekijöiden säteilyturvallisuuden toteutumiseksi toiminnan harjoittaja on velvollinen järjestämään säteilyaltistuksen seurannan, toiminnan laadun ja laajuuden edellyttämällä tavalla. Annostarkkailun avulla määritetään työntekijöiden henkilökohtaiset säteilyannokset. Annostarkkailu on järjestettävä kaikille säteilytyöluokkaan A kuuluville työntekijöille. Myös säteilytyöluokkaan B kuuluville henkilöille on usein tarkoituksenmukaista järjestää annostarkkailu. Annostarkkailun tarve on aina harkittava paikalliset työolosuhteet ja säteilyaltistuksen määrä huomioon ottaen, mutta se on yleensä aina tarpeen järjestää lääketieteellisiä röntgentutkimuksia tekeville työntekijöille, jotka työskentelevät valvonta-alueella säännöllisesti tai toistuvasti. (STUK 2014: ST 7.1.)

Työntekijäkohtaisista säteilyaltistuksen enimmäisarvoista on säädetty säteilyasetuksen 3 §. Säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää keskiarvoa 20 mSv vuodessa viiden vuoden aikana eikä minkään vuoden aikana arvoa 50 mSv. Silmän mykiön ekvivalenttiansa ei saa ylittää arvoa 150 mSv vuodessa eikä käsien, jalkojen tai ihon minkään kohdan ekvivalenttiansa arvoa 500 mSv vuodessa. (Säteilyasetus 1991/1512 § 3.)

Säteilyturvakeskuksen ohjeen ST 1.6 liitteen B mukaisesti, kiinteästi asennettujen röntgenkuvauslaitteiden käyttötiloissa valvonta-alueella on säteilytyksen aikana kuvattavan potilaan lähiympäristö, johon kohdistuu primäärisäteilyä tai potilaasta suoraan siroavaa säteilyä. Muu alue käyttötilasta voi olla tarkkailualue ja säätö- tai ohjaustila luokittelematon alue. Jos säätö- tai ohjaustila on vain osittain suojattu tai ylhäältä tai sivuilta avoin, voidaan se luokitella tarkkailualueeksi. Läpivalaisulaitteiden käyttötila on säteilytyksen aikana valvonta-alue. Valvonta-alueeksi voidaan määritellä esimerkiksi toimenpideradiologiassa myös säätö- tai ohjaustila silloin, kun ohjauslaitteet sijaitsevat vain osittain suojatussa tilassa tai ylhäältä tai sivuilta avoimessa tilassa. (STUK 2009: ST 1.6.)

Säteilyturvakeskuksen ohje ST 1.10 ohjeistaa fotonisäteilyä (gamma- ja röntgensäteily) lähettävien säteilylaitteiden käyttötilojen suojauksesta ja suunnittelusta. Säteilylähteen käyttötilojen ja niitä ympäröivien tilojen säteilysuojukset on suunniteltava ja rakennettava siten, että lähteestä aiheutuva säteilyaltistus jää niin pieneksi kuin mahdollista, eikä efektiivinen annos ylitä 6 mSv vuodessa tarkkailualueella ja 0,3 mSv vuodessa luokittelemattomalla alueella. (STUK 2011: ST 1.10.)

Säteilysuojauksen suunnittelussa käytetään efektiivisen annoksen sijasta tietyssä paikassa mitattavissa olevia suureita. Säteilyturvakeskuksen ST 1.10 ohjeessa käytetään säteilysuojauksen suunnitteluperusteena vapaata annosekvivalenttia. Jatkuessa ja säännönmukaisessa toiminnassa käytetään säteilylaitteille usein viikoittaisia käyttöarvoja. Suojaukset suunnitellaan niin, että vapaan annosekvivalentin viikoittaiset arvot jäävät niin pieniksi kuin mahdollista eivätkä ylitä arvoja, 120 μ Sv viikossa tarkkailualueella ja 6 μ Sv viikossa luokittelemattomalla alueella. (STUK 2011: ST 1.10.)

Tarvittavat rakenteelliset suojaukset toteutetaan tyypillisesti riittävällä betonirakenteiden paksuudella tai lyijylevyillä, mikä olisi tarkoituksenmukainen vaihtoehto CT-ambulanssin hoitotilan korirakenteissa. Suojauksen toteuttamisessa on kiinnitettävä erityistä huomioita suojauksen toteuttamisen huolellisuuteen. Suojausten heikkoina kohtina ovat tyypillisesti seinärakenteissa olevat putkitukset ja johtoreitit sekä ovien ja ikkunoiden karmit. Suojausten suojauskyvyn on oltava kauttaaltaan riittävä. Toiminnan harjoittaja vastaa siitä, että suojaukset rakennetaan suunnitelmien mukaisesti ja että ne ovat kauttaaltaan riittäviä. Tämän varmistamiseksi rakennuksen aikainen valvonta on oleellisen tärkeää. Rakentamisen jälkeen suojausten riittävyys tulee varmistaa säteilymittauksin. (STUK 2011: ST 1.10.)

Terveystieteiden säteilyn käytöstä on lisäksi ohjeistettu, että ohjaushuoneesta on oltava näkö- ja kuuloyhteys hoito- tai tutkimushuoneessa olevaan potilaaseen sekä mahdollisuus puhua potilaalle. Lisäksi ohjaushuoneesta on oltava näköyhteys hoito- tai tutkimushuoneeseen johtaville oville, elleivät ovet ole lukittuja. (STUK 2011: ST 1.10.)

Säteilyn käyttötilojen suojausten suunnittelussa voidaan käyttää tätä tarkoitusta varten tehtyjä tietokoneohjelmia. Jos laskentaohjelmia tai muita menetelmiä ei ole käytettävissä, voidaan suojaukset suunnitella STUK:n ohjeen ST 1.10 liitteissä A, B ja C esitetyillä menetelytapoja, laskentakaavoja ja parametreja käyttäen. (STUK 2011: ST 1.10.)

Röntgenlaitteiden käyttötilojen säteilysuojaukset olisi suunniteltava siten, että näiden tilojen ulkopuolisia tiloja ei tarvitse luokitella tarkkailualueiksi, jolloin vältetään ympäröivien tilojen käyttörajoituksilta. Suunnittelussa myös vältettävä ohjaustiloja, joissa suojaus ei ulotu kattoon asti tai tilan ovet puuttuvat, koska tällaiset avoimet tilat saattavat johtaa henkilökunnan työskentelyn rajoituksiin esimerkiksi työntekijän raskauden aikana. (STUK 2011: ST 1.10.)

Yleensä terveydenhuollon röntgenlaitteiden käyttötilojen suojuksia ei ole tarpeen määrittää laskennallisesti. Useimmiten suojaukseksi riittää primäärisäteilyn suunnassa 3 mm lyijyä tai 300 mm betonia. Suunnissa, joihin kohdistuu vain vuotosäteilyä ja sironnutta säteilyä, suojaukseksi riittää 2 mm lyijyä tai 200 mm betonia. Sen sijaan kiinteiden läpivalaisulaitteiden tai tietokonetomografialaitteiden (CT-laitteiden) käyttötilojen suojukset on määritettävä laskennallisesti tiloissa, jotka ovat pinta-alaltaan pieniä ja joissa laite sijoitetaan lähelle seinää tai säätötilaa. Muissa tapauksissa riittää suojaus, jonka lyijyvas-
taavuus on 3 mm. (STUK 2011: ST 1.10.)

Toiminnan harjoittajan tulee käyttää säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelussa, toteutuksessa ja valvonnassa sekä työntekijöiden säteilysuojelussa tarvittavaa asiantuntemusta. Toiminnan harjoittajalla tarkoitetaan toiminnallista yksikköä, esimerkiksi sairaanhoitopiirin ensihoidosta vastaavaa yksikköä. Jos toiminnan harjoittajalla ei ole tarvittavaa asiantuntemusta, on sillä mahdollisuus sopia säteilyn käyttöturvallisuudesta ja vastaavan johtajan tehtävistä asiantuntija tahon, esimerkiksi sairaanhoitopiirin kuvantamisyksikön kanssa. Kun säteilyn käyttöturvallisuuden ja vastaavan johtajan asiantuntijuuden tuottaa ulkopuolinen taho, tulee toiminnan harjoittajan kuitenkin nimetä säteilystä vastaava käyttäjä. Säteilystä vastaavan käyttäjän tulee olla työntekijä, esimerkiksi röntgenhoitaja, joka työskentelee säännöllisesti tai toistuvasti säteilyn käyttöpaikalla. Säteilyn vastaavan käyttäjän tehtävänä on valvoa vastaavan johtajan apuna, että toiminta käyttöpaikalla on turvallista ja että annettuja säteilyturvallisuusohjeita noudatetaan. Säteily-
suojausta suunniteltaessa STUK antaa pyydettäessä ennakkolausunnon suojausten riittävydestä. Ennakkolausunto tulee pyytää riittävän varhaisessa suunnitteluvaiheessa ennen rakennussuunnitelman hyväksymistä. Säteilylähteiden käyttötilojen riittävät säteilysuojaukset ja säteilyturvallisuusjärjestelyt todennetaan Säteilyturvakeskukselle tehtävän turvallisuuslupahakemuksen ja käyttöpaikalle tehtävän tarkastuksen avulla. (STUK 2011: ST 1.10.)

Säteilylain 36§ nojalla työntekijöille on järjestettävä toiminnan laadun ja työpaikan olosuhteiden mukainen koulutus ja opastus tehtäviinsä. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota tietoon säteilyn terveydellisistä haitoista ja turvallisuutta korostaviin työtapoihin siten, että tarpeeton altistuminen säteilylle ja poikkeavaan säteilyaltistukseen johtavat tapahtumat voidaan estää. (Säteilylaki 1991/592 § 36.) Toiminnan harjoittajan on annettava tietoa työhön liittyvistä terveysriskeistä kaikille työntekijöille sekä niille harjoittelijoille ja opiskelijoille, jotka joutuvat opinnoissaan käyttämään säteilylähteitä. Työntekijät, harjoittelijat ja opiskelijat on opastettava turvalliseen työskentelyyn, ja heille on annettava toimintaohjeet poikkeavien tapahtumien varalta. Koulutuksessa on korostettava, että työntekijä on velvollinen huolehtimaan omasta ja muiden henkilöiden säteilyturvallisuudesta sekä noudattamaan annettuja määräyksiä ja ohjeita. (STUK 2009: ST 1.6.)

Terveydenhuollon säteilytyötä tekevien työntekijöiden koulutus- ja pätevyysvaatimuksista on säädetty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säteilyn lääketieteellisestä käytöstä. Säteilylle altistavasta toimenpiteestä vastuussa olevalla lääkäriä on oltava toimenpiteen laadun mukainen pätevyys toimenpiteen oikeutuksen ja optimoinnin arvioimiseen sekä osaltaan myös toimenpiteen tulosten tulkitsemiseen. Röntgentutkimuksissa ja toimenpideradiologiassa pätevyysvaatimuksena on radiologian erikoislääkärin pätevyys. Muulla röntgenlaitteen käytöstä toimenpidevastuussa olevalla erikoislääkäriä on oltava erikoisalallaan tehtäviä toimenpiteitä varten tarpeelliset tiedot säteilysuojelusta. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 423/2000 § 24)

Säteilylle altistavan toimenpiteen suorittajan pätevyysvaatimuksista on säädetty seuraavasti. Kun lääkäri suorittaa säteilylle altistavan toimenpiteen, ovat voimassa 24 §:ssä säädetty toimenpidevastuussa olevaa lääkäriä koskevat pätevyysvaatimukset. Röntgenhoitaja voi tehdä itsenäisesti lähetteen mukaisen röntgenkuvauksen. Muu terveydenhuollon ammattihenkilö voi toimenpidevastuussa olevan lääkärin valvonnassa avustaa sellaisen röntgenlaitteen käytössä, jonka käyttöön hänet on asianmukaisesti koulutettu. Muulla säteilylle altistavan toimenpiteen suorittamiseen osallistuvalla henkilöllä tulee, ottaen huomioon mitä sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa säteilyn lääketieteellisestä käytöstä on säädetty, olla tehtävänsä laadun mukainen koulutus ja kokemus. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 423/2000 § 25)

Säteilyturvakeskuksen ohjeessa ST 1.7 esitetään tavoitteet terveydenhuollon henkilöstön peruskoulutukseen ja jatkokoulutukseen sisältyvän sekä täydennyskoulutuksena annettavan säteilysuojelukoulutuksen sisällölle ja vähimmäismäärälle ionisoivan säteilyn käytön osalta. Ohjeen tavoitteena on varmistaa, että ionisoivan säteilyn käyttöön osallistuva terveydenhuollon henkilöstö saa tarvittavan säteilysuojelukoulutuksen oman ja potilaiden sekä muiden henkilöiden turvallisuuden varmistamiseksi kaikissa säteilyn lääketieteellisen käytön vaiheissa. (STUK 2012: ST 1.7.)

7.3 Henkilöstölle asetettavat vaatimukset

CT-ambulanssi tulisi hoitotasoltaan vastata ensihoitoasetuksen 340/2011 mukaista hoitotason yksikköä, koska invasiivisesti annettava Alteplaasi liuotushoito on keskeinen tekijä akuutin aivoinfarktin hoidossa ja koska akuuteissa aivoverenkiertohäiriöissä esiintyvät peruselintoimintojen häiriöt on kyettävä hoitamaan viivytyksittä ja tarvittaessa lääkkein.

Ensihoitoasetuksen 8 § määrittää ensihoitoyksiköiden henkilöstön koulutusvaatimukset. Hoitotason ensihoitoyksiossä ainakin toisen ensihoitajan on oltava ensihoitaja AMK taikka terveydenhuollon ammattihenkilöistä annetussa laissa tarkoitettu laillistettu sairaanhoitaja, joka on suorittanut hoitotason ensihoitoon suuntaavan vähintään 30 opintopisteen laajuisen opintokokonaisuuden yhteistyössä sellaisen ammattikorkeakoulun kanssa, jossa on opetus- ja kulttuuriministeriön päätöksen mukaisesti ensihoidon koulutusohjelma. Toisen ensihoitajan on oltava vähintään terveydenhuollon ammattihenkilöistä annetussa laissa tarkoitettu terveydenhuollon ammattihenkilö tai pelastajatutkinnon taikka sitä vastaavan aikaisemman tutkinnon suorittanut henkilö (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 340/2011 § 8).

Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 22 § nojalla potilaan lääketieteellisestä tutkimuksesta, taudinmäärityksestä ja siihen liittyvästä hoidosta päättää laillistettu lääkäri (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 1994/559 § 22). Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa lääkkeen määräämisestä 3 § mukaan lääkärin ammattia itsenäisesti harjoittamaan oikeutetulla henkilöllä on oikeus määrätä lääkkeitä ihmiselle lääkinnällistä tai lääketieteellistä tarkoitusta varten ja pro auctore -lääkemääräyksellä ammattinsa harjoittamiseen (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 1088/2010 § 3).

Jotta lääkkeen annostelu potilaalle olisi mahdollista hoitotason yksikön toimesta ilman lääkärin läsnäoloa, voidaan hoitotason ensihoitajille myöntää paikallinen, ensihoidon vastuulääkärin myöntämä, lääkkeenanto-oikeus. Oikeus perustuu riittävään koulutukseen ja osaamisen näyttöön tenttimällä sekä päivystävän ensihoitolääkärin puhelinkonsultaatioon ennen lääkkeen annostelua. Tapauskohtaisesti ensihoitajan lääkkeenanto voi perustua sairaanhoitopiirin ensihoidon pysyväisohjeeseen ilman konsultaatiota, kuten esimerkiksi elvytyksen tai kouristelun yhteydessä.

CT-ambulanssissa toteutettavan lääkehoidon yhteydessä on huomioitava, että Alteplaasi liuotushoito soveltuu vain osalle akuuteista aivoinfarktipotilaista. Nykykäytännön mukaan Alteplaasi liuotushoito toteutetaan HYKS-alueella Meilahden sairaalassa ns. Stroke-päivystäjien toimesta. Stroke-päivystäjät ovat neurologian erikoislääkäreitä, jotka ovat saaneet tilan diagnosointiin ja hoidon toteuttamiseen lisäkoulutusta ja ovat suorittaneet ns. Stroke sertifikaatin. (Kuisma 2016.)

CT-kuvantamisen toteuttamiseksi CT-ambulanssin henkilöstöön tulee kuulua myös työntekijä, jolla on sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 25 § mukainen pätevyys ja Säteilyturvakeskuksen ohjeessa ST 1.7 vaadittu koulutustaso toimenpiteen suorittamiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa röntgenhoitajan koulutuksen omaavaa henkilöä.

Berliinin CT-ambulanssin benchmarkingin yhteydessä tehdyssä haastattelussa STEMO-ambulanssissa työskenteleviltä lääkäreiltä ja ensihoitajilta kysyttiin heidän näkemyksiään CT-ambulanssissa vaadittavasta koulutustasosta ja pätevyysvaatimuksista. Berliinin STEMO-konseptissa CT-ambulanssin operatiiviseen henkilöstöön kuuluu ensihoitoon erikoistunut neurologi, röntgenhoitaja ja ensihoitaja. Kysyttäessä voisiko CT-ambulanssi toimia potilasturvallisesti jos operatiiviseen henkilöstöön ei kuuluisi lääkäreitä vaan kaksi ensihoitajaa ja röntgenhoitaja tai vaihtoehtoisesti vain yksi ensihoitaja ja röntgenhoitaja, erosivat STEMO:sa työskentelevien lääkäreiden ja ensihoitajien näkemykset toisistaan. Lääkäreiden mielestä CT-ambulanssi voisi toimia myös ilman ambulanssin mukana kulkevaa neurologia. Tämä kuitenkin edellyttäisi hyvää ja varmatoimista telemetriajärjestelmää, neurologin on-line konsultaatiomahdollisuutta ja kurinalaista toimintamallia sekä henkilöstön riittävää perehdytystä ja koulutusta ennen toiminnan aloittamista. Heidän mielestä suositeltavaa olisi, että toiminnan aloitus- ja pilottivaiheessa lääkäri olisi mukana siihen asti, kunnes toiminta on vakiintunut. Haastateltavien mielestä CT-ambu-

lanssi konsepti voisi toimia myös kahdella miehistön jäsenellä, mutta se edellyttäisi koh-teessa olevalta ensivasteambulanssin henkilökunnalta nykyistä aktiivisempaa osallistu-mista potilaan hoitoon ja siten myös lisäkoulutusta koko ensihoitopalvelun operatiiviselle henkilöstölle. STEMO:sa työskentelevät ensihoitajat puolestaan eivät nähneet turvalli-sena vaihtoehtona sitä, että CT-ambulanssin mukana ei olisi lääkäriä. Heidän mielestään (Berliinin) ensihoitajilla on riittämättömät valmiudet tunnistaa aivohalvauksia, etenkin jos ne ovat epätyypilliset. Heidän mielestään CT-ambulanssin operoiminen kahdella en-sihoitajalla ei myöskään olisi käytännöllistä ja hidastaisi toimintaa. Haastateltujen ensi-hoitajien mielestä kolmella henkilöllä työskentely toimii käytettävissä olevassa tilassa (STEMOn hoitotila) hyvin ja käytännössä potilaan hoitoon osallistuu suurimman osan ajasta vain kaksi henkilöä, lääkärin ollessa puhelimella yhteydessä on-line neurologi konsulttiin.

Haastateltavilta kysyttiin lisäksi heidän näkemyksiään Berliinin STEMO-konseptin riski-tekijöistä, potilasturvallisuudesta sekä hoitohenkilöstön määrästä ja hoitotasosta. Kysyt-täessä tulisiko, potilasturvallisuus huomioiden, liuotushoidettu potilas kuljettaa vastaan-ottavaan sairaalaan CT-ambulanssin toimesta vai perustason ambulanssilla jolloin CT-ambulanssi olisi käytettävissä seuraavaan mahdolliseen tehtävään. Haastatellut lääkärit pitivät mielekkäänä ratkaisuna sitä, että CT-ambulanssi kuljettaa potilaan sairaalaan. Po-tilasturvallisuusriskeinä he pitivät mahdollisia liuotushoidon aiheuttamia veren vuotoja ja allergisia reaktioita. He olivat myös sitä mieltä, että STEMO:sa työskentelevä ensihoito-lääkäri voi hyödyntää kuljetusajan kirjoittamalla raporttia potilaasta ja näin osaltaan var-mistaa laadukasta dokumentointia ja hoidon jatkuvuutta. Käytännön ongelmina he näki-vät potilaan siirtämisen toiseen ambulanssiin kuvantamisen ja liuotushoidon aloittamisen jälkeen sekä liuotushoidon edellyttämän 60 min infuusion suorittamisen ja valvomisen loppuun perustason ambulanssin toimesta. Haastatellut ensihoitajat pitivät myös turval-lisempänä ja käytännöllisempänä vaihtoehtona sitä, että STEMO kuljettaa potilaat sai-raalaan. Käytännön ongelmana hekin näkivät potilaan siirtämisen autosta toiseen ja he epäilivät ensihoitajien kykyä tunnistaa mahdolliset liuotushoidon aiheuttamat komplika-aat kuljetuksen aikana. Epätodennäköisenä, mutta kuitenkin mahdollisena ongelmana he näkivät myös Alteplaasi-infuusion keskeytymisen kuljetuksen aikana jos kuljetuksen suorittaa perustason yksikkö, jolla ei ole osaamista infuusiopumpun toiminnasta.

Haastattelun lopuksi ensihoitajat halusivat korostaa yksikön käyttöönottoa edeltävän koulutuksen ja perehdytyksen merkitystä. Molemmat olivat sitä mieltä, että toimintamallin keskeiset osatekijät tulisi tiedottaa koko ensihoitopalvelun operatiiviselle henkilöstölle,

mikä selkeyttäisi toimintaa kohteessa. Lisäksi niin ensihoitajat kuin lääkäritkin olivat sitä mieltä, että ensihoitajien tietämystä aivohalvauksen oireista tulisi lisätä, mikä parantaisi heidän kykyään tunnistaa tai epäillä aivohalvausta, etenkin silloin jos potilaan oireet ovat epätyypilliset.

7.4 Asemapaikalle asetettavat vaatimukset

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin palvelutasopäätöksessä on mainittu, että huomioiden Suomen olosuhteet, ympäristönäkökohdat sekä henkilöstö, tulee ambulansseille olla kiinteät asemapaikat (HYKS Akuutti 2015). Asemapaikan infrastruktuurin referenssinä voidaan pitää pelastusasemaa, jonka käyttötarkoitus vastaa CT-ambulanssin asemapaikan tarpeita.

CT-ambulanssin autotallipaikan mitoituksessa on huomioitava riittävän suuri tilavaraus. Ajoneuvon eteen ja molemmille sivuille tulisi jäädä vähintään metri vapaata tilaa riittäviä kulkuyhteyksiä ja mahdollisia asemapaikalle suoritettavia huoltotöitä sekä täydennyksiä varten. Ajoneuvon taakse tulisi jäädä kahdesta kolmeen metriä vapaata tilaa mikä mahdollistaa paarien ulos vetämisen ajoneuvosta ilman että ajoneuvoa tarvitsee ajaa tallipakastaan ulos tai mahdollisen takalaitanostimen käytön mikäli ajoneuvo on sellaisella varustettu.

Riittävän tilan lisäksi muina ehdottomina vaatimuksina autotallipaikalle ovat lämmin tila, riittävä valaistus sekä asianmukainen lattiakaivo viemäröinteineen ja vesipiste. Tehtävän jälkeisiä ja päivittäisiä täydennyksiä varten tulee autotallipaikan välittömässä läheisyydessä olla riittävät varastointitilat hoitovälineille ja lääkkeiden säilytys tulee toteuttaa valitsevien ohjeiden mukaisesti lukollisissa kaapeissa.

Autotallipaikan lisäksi asemapaikan tulee sisältää tilavaraukset henkilöstön sosiaali- ja päivystystiloille. Tilojen ja laitteiden tietoliikenneyhteyksissä on huomioitava tarvittavat internet-yhteydet ensihoidon käyttämiin potilas- ja tietojärjestelmiin sekä Virve-viestiyhteydet ja tarvittava määrä Virve-päätelaitteita. Tilat tulee lisäksi varustaa niin sanotulla asemakuulutusjärjestelmällä, jolla hätäkeskus voi tarvittaessa hälyttää CT-ambulanssin Virve-hälytysjärjestelmän häiriötilanteissa. Sosiaali- ja päivystystilojen tulee sijaita autotallipakan välittömässä läheisyydessä ja kulku autotalliin tulee olla järjestetty niin, ettei se aiheuta ylimääräistä lähtöviivettä.

8 Hankkeen kustannukset ja ajallinen kesto

CT-ambulanssin hankkiminen ja käyttöönotto poikkeaa merkittävästi tavallisesta ambulanssin vastaavasta hankkeesta. CT-ambulanssi on hankintahinnaltaan huomattavasti kalliimpi ja sen rakentaminen lakien, asetusten ja viranomaisohjeiden vaatimusten mukaisesti edellyttää laaja-alaista tietotaitoa ja erikoisosaamista niin toimittajalta kuin tilaajalta. Hankkeen kokonaiskesto arvioitaessa on huomioitava hankkeen suunnitteluun tarvittava aika ja että suunnitteluun tarvittava erikoisosaamisen, kuten esimerkiksi säteilyturvallisuuden, asiantuntijapalvelut ovat käytettävissä. Hankkeen kokonaiskesto on myös huomioitava käyttötavaltaan uuden tyyppisen ambulanssin henkilöstön riittävä koulutus.

Tässä selvitystyössä hankkeen kustannuksia on ajoneuvon osalta arvoitu tieteellisissä artikkeleissa kuvattujen ajoneuvo- ja varustekustannusten sekä kotimaisilta ambulanssi ja korityövalmistajilta saatujen arvioiden perusteella. Asemapaikan aiheuttamien kustannusten referenssinä on käytetty niitä julkisten tilojen vuokrahintoja, joita Helsingin pelastuslaitos käytti ensihoidon palveluntuotantosopimusta tehdessään Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kanssa vuonna 2012. Arvioitaessa hankkeen ajallista kesto, referenssinä on käytetty Helsingin pelastuslaitoksen ambulanssihankkeita, joissa hankintamenettelynä on ollut avoin kilpailutus.

8.1 Ajoneuvokustannukset

Ajoneuvon hankintakustannukset muodostuvat kuorma-auton alustasta, ajoneuvon korirakenteisiin tehtävistä muutostöistä CT-ambulanssiksi sekä ajoneuvoon hankittavista hoitolaitteista ja –välineistä sekä muista sairaalan ulkopuolisen ensihoidon edellyttämistä varusteista. Tieteellisissä artikkeleissa, joissa CT-ambulanssin hankintahintaa on kuvattu, hinta vaihtelee 405 000 € - 1 000 000 €. Suuri vaihteluväli selittyy sillä, että kustannusten erittelyt eivät ole artikkeleissa yhdenmukaisia ja yksittäisiä hoitolaitteita on lahjoitettu, jolloin ne on kirjattu kustannuksissa 0 € arvoiksi. Vaihteluväliä selittää myös se, että eri ensihoitopalveluissa (Houston, Berliini, Saarland) CT-ambulanssit poikkeavat rakenteellisesti toisistaan. Muun muassa Houstonin CT-ambulanssi on tarvittavilla muutostöillä rakennettu Yhdysvalloissa yleisesti käytössä olevan niin sanotun konttiambulanssin hoitolaa hyödyntäen, kun taas Berliinin CT-ambulanssi on rakennettu alusta alkaen vain

tätä tarkoitusta varten. Artikkeleissa esitettyjen summien epäluotettavuutta lisää vielä se, että niistä ei selviä ovatko summat arvonlisäverollisia.

Ajoneuvon tarkan kustannusarvion esittäminen edellyttäisi tarjouspyynnön tekemistä, koska ambulanssivalmistajan ajoneuvon muutostöille laskema työtuntimäärä ja käytettävät materiaalit sekä rakenneratkaisut riippuvat oleellisesti tarjouspyynnön teknisestä määreistä. Selvitystyön aikana on lisäksi käynyt ilmi, että laitevalmistajat ja –toimittajat ovat haluttomia antamaan hinta-arvioita ilman kirjallista tarjouspyyntöä. Tässä selvitystyössä ajoneuvon hankintakustannusten arvio on suuntaa antava ja lähteinä on käytetty CT-ambulanssia käsitteleviä tieteellisiä julkaisuja, laitevalmistajien ja –toimittajien sekä maahantuojien internet sivuja, Helsingin pelastuslaitoksen materiaalihallintajärjestelmä Arttua sekä ambulanssivalmistajan (Tamlans Oy) arviota muutostöiden hinnasta. CT-ambulanssin kustannusarvio on esitetty arvonlisäverottomin hinnoin taulukossa 8.

8.2 Palkat ja tilavuokrat

CT-ambulanssin ja sen varusteiden kertaluoteisen hankinnan lisäksi CT-ambulanssin toiminnasta muodostuu jatkuvia kuluja muun muassa henkilöstön palkoista, tilavuokrista, ja huolenpitosopimuksista sekä muista ensihoitopalvelun tuottamisesta aiheutuneista toimintakuluista kuten aineista, tarvikkeista ja polttoaineista. Tässä selvitystyössä jatkuvien kustannusten arvioinnin lähteinä on käytetty CT-ambulanssia käsitteleviä tieteellisiä julkaisuja, ajoneuvotoimittajan internet sivuja ja puhelin konsultaatiota sekä HUS:n ja Helsingin pelastuslaitoksen palkkatietoja. Tilavuokrien aiheuttamien kustannusten referenssinä on käytetty niitä julkisten tilojen vuokrahintoja, joita Helsingin pelastuslaitos käytti ensihoidon palveluntuotantosopimusta tehdessään Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kanssa vuonna 2012. Toimintakulut on arvioitu jakamalla Helsingin pelastuslaitoksen ensihoitopalvelun vuoden 2015 toimintakulut saman vuoden ensihoitohälytysten määrällä, jolloin yhden hälytyksen toimintakuluiksi muodostui 12,71 €. Tämä summa on kerrottu HYKS-alueen vuosien 2013 – 2014 B706 hälytysten keskiarvolla (n = 2119), mikä vastaisi HYKS-alueella toimivan CT-ambulanssin vuosittaisia toimintakuluja.

Jatkuvien kulujen kustannusarviossa palkkakustannukset on laskettu CT-ambulanssin 16- tunnin valmiusajalle (klo 7:00 – 23:00), kolmelle työntekijälle (lääkäri, röntgenhoitaja, ensihoitaja). Erikoislääkärin palkka on laskettu HUS:n palkkaryhmä 3 mukaan kliinisenä lisätyönä ja röntgenhoitajan palkka on arvioitu samansuuruiseksi kuin ensihoitajan

palkka. Ensihoitajan palkka on laskettu Helsingin pelastuslaitoksen ensihoitajan keskiarvo palkkana. Palkkakustannuksiin on sisällytetty työnantajan sivukulujen osuus. Palkkojen, tilavuokrien, huolenpitosopimusten ja toimintakulujen kustannusarvio on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 8. CT-ambulanssin kustannusarvio arvonlisäverottomin hinnoin.

CT-ambulanssihankkeen ajoneuvokustannusten hinta-arvio	
Kohde	Hinta, alv. 0 %
Kuorma-auton alusta (1) - Suurin sallittu kokonaismassa 12 t. - Automaattivaihteisto	70 000 €
Kuorma-auton kuormakori (2)	50 000 €
Korirakenteiden muutostyöt CT-ambulanssiksi (3)	100 000 €
CT-laitteisto (4) - CereTom	340 000 €
Laboratoriolaitteet (5)	20 000 €
Telemedicine laitteisto (5)	100 000 €
Ambulanssin kiinteät varusteet ja hoitovälineet (6) - Data- ja radiolaitteet - Potilaspaarit, parilavetti, kantotuoli - Hoitolaukut sisältöineen - Infuusiopumput - Hapen virtaussäätimet ja imulaitteet - Suojavälineet	53 000 €
	Yhteensä: <u>733 000 €</u>
Lähteet: (1) Veho Oy / hyötyajoneuvot (2) Korihuolto Moksi Oy (3) Tamlans Oy (4) Establishing the First Mobile Stroke Unit in the United States. Stroke 2015;46:00-00 (5) Is Prehospital Treatment of acute Stroke too Expensive? An Economic Evaluation Based on the First Trial. Cerebrovascular Dis 2014, 38:457-463. (6) Arttu, Helsingin pelastuslaitoksen materiaalinhallintajärjestelmä	

Taulukko 9. CT-ambulanssitoiminnan vuosittaiset kustannukset

CT-ambulanssitoiminnan vuosittaiset kustannukset	
Kohde	Hinta / vuosi
Lääkärin palkkakustannukset (1) - Palkkakustannukset on laskettu kliinisenä lisätyönä - HUS, erikoislääkärin palkkaryhmä 3 - Työnantajan sivukulujen osuus (2016) = 23,92 %	694 400 €
Kahden ensihoitajan palkkakustannukset (2) - Palkkakustannukset on laskettu Helsingin pelastuslaitoksen ensihoitajan keskiarvopalkan mukaan - Työnantajan sivukulujen osuus (2016) = 33,63 %	125 600 €
Kalustohallin vuokra (2) - Lämmin autotalli 11 m x 5 m = 55 m ² - 11,25 € / m ² / kk	7 425 €
Sosiaalityötilojen vuokra (2) - Vuokrahinta on laskettu kolmen työntekijän sosiaali- ja toimistotiloille - 15 m ² / työntekijä - 20,00 € / m ² / kk	10 800 €
CT-laitteen huolenpitosopimus / vuosi (3)	27 000 €
Ajoneuvon huolenpitosopimus / vuosi (4) - Sopimuksen kesto 5 vuotta - 30 000 km / vuosi - 8,4 snt / km	2 520 €
Toimintakulut / vuosi (2) - Aineet, tarvikkeet, tavarat - Polttoaineet	26 900 €
Yhteensä:	<u>894 645 €</u>
Lähteet: (1) HUS (2) Helsingin pelastuslaitos (3) Establishing the First Mobile Stroke Unit in the United States. Stroke 2015;46:00-00 (4) Veho Oy / hyötyajoneuvot	

8.3 Hankkeen ajallinen kesto

Hankkeen ajallisen keston ja vaiheistuksen referenssinä on käytetty Helsingin pelastuslaitoksen ensihoitopalvelun ajoneuvohankintoja ja käyttöönottoa. CT-ambulanssin hankkiminen ja käyttöönotto on monitahoinen projekti, joka koostuu useista osavaiheista. Osavaiheita on tarkoituksenmukaista lomittaa osin samanaikaisesti tapahtuviksi projektin nopeuttamiseksi. Jotta tämä olisi mahdollista, tulisi projektille nimetä projektipäällikkö jo heti suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa. Projektin monitahoisuus sekä laajan asiantuntijaosaamisen määrä tukee sitä, että projektipäällikön lisäksi projektille olisi edullista nimetä ohjausryhmä, joka omalla asiantuntijuudellaan tukisi projektipäällikön työtä. Ennen laajemman projektiryhmän koolle kutsumista ja perustamista projektipäällikön ja ohjausryhmän tulee selvittää ja varmistaa projektin rahoitus sekä käytettävissä olevan tiedon perusteella tehdä päätös asemapaikasta ja sopia siitä palveluntuottajan tai muun asemapaikkaa tarjoavan yhteistyötahon kanssa. Tässä selvitystyössä, edellä mainitut suunnittelu- ja valmisteluvaiheen tehtävät, on jätetty hankkeen ajallisen keston arvioinnin ulkopuolelle, koska esimerkiksi rahoituksen varmistamisen osalta rahoituskanavia ja –vaihtoehtoja on lukuisia ja siten myös rahoituksen varmistamisen ajallinen kesto voi vaihdella merkittävästi. Ennen kuin tieto rahoitusvaihtoehdosta on varmistunut, sen ajallisen keston arvioiminen on hyvin epäluotettavaa.

CT-ambulanssihankkeen onnistuneen toteuttamisen kannalta ensisijaisen tärkeää on varmistaa riittävän laaja-alainen projektiryhmän asiantuntijuus heti projektin alusta asti. Lopullisen projektisuunnitelman ja aikataulun luomisessa sekä projektin toteuttamisvaiheen johtamisessa, valvonnassa sekä osatekijöiden lomittamisessa korostuvat riittävä asiantuntijuus ja yhteistyökykyinen projektiryhmä. Projektin toteuttamisvaiheeseen kuuluu muun muassa CT-ambulanssin kilpailuttaminen ja hankkiminen, henkilöstön rekrytointi, hätäkeskuksen ja ensihoidon toimintaohjeiden luominen, henkilöstön kouluttaminen sekä tarvittavien tarkastusten suorittaminen.

Hankkeen yksittäisenä osavaiheena itse CT-ambulanssin hankkiminen on ajallisesti pitkä ja siten se ohjaa hankkeen kokonaiskestoja ja projektin muiden osioiden vaiheistamista ja lomittamista. Kun ostaja on julkishallinnollinen organisaatio, tulee hankintalain 15 § nojalla kaikki yli 30 000 € tavarahankinnat kilpailuttaa. Kun tavarahankinnan arvonlisäveroton hinta ylittää 211 000 € tulee kilpailutus, hankintalain 16 § nojalla, suorittaa EU-laajuisesti. Hankintamenettelyn määräaikoja asetettaessa on otettava huomioon hankinnan laatu ja monitahoisuus sekä tarjousten laatimisen ja toimittamisen vaatima aika.

Määräajat lasketaan sitä päivää seuraavasta päivästä, jona hankintailmoitus on lähetetty julkaistavaksi. Hankintalain 36 § nojalla avoimessa menettelyssä tarjousajan on oltava vähintään 52 päivää ja rajoitetussa menettelyssä vähintään 40 päivää. (Laki julkisista hankinnoista 348/2007 15 §, 16 § ja 36 §.) Tarjousten saavuttua tulee niiden läpikäymiseen, vertailuun, pisteyttämiseen ja mahdollisiin referenssiautokatselmuksiin varata riittävästi aikaa. Objektiivinen, hyvin perusteltu ja kaikkia tarjoajia kohtaan tasapuolinen vertailu edellyttää huolellisuutta, jotta mahdollisilta kilpailutusta koskevilta oikeudellisilta valituksilta vältyttäisiin.

EU-kynnysarvon ylittävässä hankinnassa hankintasopimus voidaan tehdä aikaisintaan 21 päivän kuluttua siitä, kun tarjoaja on saanut tai hänen katsotaan saaneen päätöksen ja valitusosoituksen tiedoksi (Laki julkisista hankinnoista 348/2007 77 §). Vasta tämän jälkeen hankintayksikkö voi tehdä hankintasopimuksen tarjoajan kanssa. Helmikuussa 2016 maahantuojalta (Veho Hyötyajoneuvot) tarkistettu toimitusaika, CT-ambulanssiksi soveltuvalla kuorma-autolle oli 16 viikkoa ja ambulanssivalmistajan (Tamlans Oy) korin muutostöiden toimitusaika oli 14 viikkoa. Kokonaistoimitusaika valmiille CT-ambulanssille olisi 30 viikkoa hankintasopimuksen allekirjoittamisesta. Tämä kokonaisaika tulee huomioida projektin suunnittelussa siten, että ajoneuvon toimittamiseen kuluva aika hyödynnetään projektin muiden osioiden toteuttamiseen, kuten henkilöstön rekrytointiin ja kouluttamiseen, ensihoidon ja hätäkeskuksen ohjeiden luomiseen, työvuorosuunnitteluun sekä tulevan CT-ambulanssitoiminnan arvioinnin ja seurannan suunnitteluun. Useita projektin osioita voidaan suorittaa samanaikaisesti, jos projektiryhmän jäsenten määrä on mitoitettu oikein ja sillä on riittävä asiantuntijuus käytettävissään.

Koulutuksen osalta on huomioitava, että sitä ei tarkoituksenmukaista toteuttaa kokonaisuudessaan CT-ambulanssin valmistusvaiheen aikana. Ennen CT-ambulanssin käyttöönottoa henkilöstö on perehdytettävä itse ambulanssiin ja oppimisen kannalta on edullista järjestää simuloituja potilastapauksia CT-ambulanssin laitteita ja hoitovälineitä käyttäen. Samalla varmistutaan laitteiston ja CT-ambulanssin koko hoitotilan toimivuudesta ja simuloinnin aikana havaitut mahdolliset puutteet ja muutoskohteet voidaan korjata ennen ambulanssin käyttöönottoa.

Edellä mainitut hankintalain mukaiset määräajat, CT-ambulanssin toimitusaika ja simulaatiokoulutukseen tarvittava aika huomioiden CT-ambulanssihankkeen ajallinen kesto tarjouspyynnön lähettämisestä on noin 43 – 46 viikkoa. Projektin valmistelu huomioiden

tulisi hankkeen kokonaistoteuttamiseen varata vähintään vuosi. Hankkeen esimerkinomainen aikataulu ja sen vaiheistus on kuvattu liitteessä 2.

9 Pohdinta

Aivoinfarktin liuotushoito on todettu tehokkaaksi hoitomuodoksi lukuisissa kansainvälisissä tutkimuksissa. Hoitomuodon edellytyksenä on potilaan soveltuvuus liuotushoitoon. Tämä varmistetaan neurologin tutkimuksella, potilaan taustatietojen ja lääkityksen selvittämisellä, selvittämällä aikaviive oireiden alusta sekä potilaalle suoritettavalla pääntietokonetomografia kuvauksella (CT-kuvaus). Mitä nopeammin liuotushoito voidaan antaa, oireiden alusta laskettuna, sitä parempia ovat hoitotulokset. Kansainvälisten hoitosuosistusten mukaan liuotushoito tulisi toteuttaa 90 minuutin kuluessa oireiden alusta.

HYKS-sairaanhoitoalueella ja Meilahden sairaalassa liuotushoitoviiveen lyhentämiseksi on tehty niin rakenteellisia kuin toiminnallisia muutoksia jo kahden vuosikymmenen ajan. Liuotushoidon toteuttamisen kokonaisviivettä on saatu merkittävästi lyhennettyä, mutta hoitoviive ei muodostu yksinomaan sairaalan toiminnasta, vaan koko hoitoketjun muodostamasta viiveestä aina maallikon havainnosta ja soitosta hätäkeskukseen siihen asti, kunnes ensihoito on saanut toimitettua potilaan vastaanottavaan sairaalaan ja liuotushoito on käynnistynyt.

Nykyiset, mobiilikäyttöön valmistetut, CT-laitteet mahdollistavat sen, että liuotushoitopäätöksen kannalta keskeinen pääntietokuvantaminen voidaan suorittaa myös sairaalan ulkopuolella. Mikäli aivoinfarkti diagnoosi voidaan varmentaa jo potilaan luona ja potilas on soveltuva liuotushoitoon, voidaan liuotushoidon aloittamisviivettä lyhentää potilaan sairaalaan kuljettamiseen kuluvan ajan verran, joka HYKS-alueella voi olla potilaan kohtaamispaikan sijainnista ja vuorokauden ajasta riippuen muutamista minuuteista muutama kymmeniin minuutteihin. Tätä ensihoitoon vietyä aivohalvauspotilaan hoitostrategiaa on toteutettu muun muassa Saksassa, Saarlandissa vuodesta 2009 ja Berliinissä vuodesta 2011. Hoitotulokset ovat olleet rohkaisevia ja toiminta on osoittautunut kustannustehokkaaksi. Suomessa tätä mallia ei vielä toistaiseksi ole otettu käyttöön.

Tämä opinnäyte on selvitystyö, jonka tarkoituksena oli selvittää niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat CT-ambulanssin käyttöönottoon ja operatiiviseen toimintaan HYKS-sairaanhoitoalueella. Selvitystyön aineistona käytettiin HYKS-alueen ensihoidon tietojärjestelmistä

saatavia raportteja, joiden avulla saatiin luotettava kuva ensihoidon kohtaamien aivohalvaustehtävien ilmaantuvuudesta niin vuositasolla kuin vuorokauden aikojen mukaan sekä aivohalvaustehtävien sijoittumisesta maantieteellisesti HYKS-alueella. Selvitystyön muuna aineistona käytettiin CT-ambulanssitoiminnasta julkaistuja tutkimusartikkeleita, sekä ensihoitoa ja säteilyturvallisuutta ohjaavia lakeja, asetuksia ja viranomaismääräyksiä ja -ohjeita. Aineiston luotettavuuden ja käytettävyyden kannalta oli edullista, että niin ensihoito kuin säteilyturvallisuus on hyvin tarkasti ohjeistettua ja aineisto on helposti saatavilla muun muassa Finlexin ja STUK:n internet-sivuilta. Edellä mainitun aineiston lisäksi Berliinin ensihoitopalvelun CT-ambulanssin bechmarking toi merkittävästi lisäarvoa selvitystyön tekemiseen. Berliinin CT-ambulanssissa työskentelevien ensihoitajien ja lääkäreiden haastattelu syvensi kirjallisuudesta saatua tietoa ja nosti esiin käytännön näkökohtia, joita ei CT-ambulanssitoimintaa kuvaavissa tutkimusartikkeleissa ole esitetty.

9.1 Tulosten pohdinta

CT-ambulanssin operatiivisen toiminnan ja valmiuden kannalta keskeisimpiä tuloksia olivat asemapaikan selvittäminen ja yksikön valmiusaika. Asemapaikan osalta tavoitteena oli selvittää CT-ambulanssille asemapaikka, josta käsin operoiden yksikkö saavuttaisi mahdollisimman monta HYKS-alueella asuvaa aivohalvauspotilasta mahdollisimman nopeasti. Tässä selvitystyössä tarkoituksenmukaisimmaksi asemapaikaksi osoittautui Haagan pelastusasema. Tuloksessa ja sen luotettavuudessa on huomioitava selvitystyössä tehty rajausta käyttäen asemapaikan maantieteellisenä sijaintina vain olemassa olevia pelastusasemia. Tähän rajaukseen päädyttiin, koska olemassa olevien pelastusasemien hyödyntäminen arvioitiin taloudellisesti edullisemmaksi vaihtoehdoksi kuin CT-ambulanssin asemapaikan perustaminen tilaan, jota ei ole alun perin ensihoidon käyttötarkoitukseen suunniteltu ja josta puuttuu toiminnan edellyttämä infrastruktuuri. Tämä rajausta noudattaa samaa suuntausta myös Berliinin ja Houstonin kanssa, joissa molemmissa CT-ambulanssitoiminta on liitetty osaksi olemassa olevaa ensihoitopalvelua.

Maantieteellisen sijainnin lisäksi hyvät kulkuyhteydet osoittautuivat merkittäväksi tekijäksi tarkoituksenmukaisen asemapaikan valinnassa. Käpylän pelastusasemalta HYKS-alueen asukkaiden tavoitettavuus ja maantieteellinen kattavuus tutkituilla hälytysajovierilla oli vertailun toiseksi paras. Haagan ja Käpylän pelastusasemien sijainnit HYKS-alueen asukaskeskittymiin nähden ovat keskeisiä ja molemmat sijaitsevat lähellä suuria

valtavyliä (Hämeenlinnan väylä, Tuusulantie, Lahdentie). Vantaankosken aseman pienempi asukkaiden tavoitettavuus ja maantieteellinen kattavuus korostui lyhemmillä hälytysajoviiveillä ja on selitettävissä Vantaankosken pelastusaseman pohjoisemmalla sijainnilla, vaikka asema sijaitseekin lähellä valtavyliä. Tutkituilla hälytysajoviiveillä merkittävä osa Vantaankosken pelastusasemalta käsin katettavasta maantieteellisestä alueesta sijoittuu HYKS-alueen ulkopuolelle.

CT-ambulanssin operatiivisen valmiusajan selvittäminen perustui hätäkeskuksen välittämien aivohalvaustehtävien (hälytyskoodi 706) ilmaantuvuuteen eri vuorokauden aikoina. Ilmaantuvuudella pyrittiin selvittämään sitä, onko CT-ambulanssia tarkoituksenmukaista pitää valmiudessa ympäri vuorokauden. Toisaalta tällä haettiin vahvistusta Berliinin ensihoitopalvelun näkemykselle siitä, että ympärivuorokautinen valmius ei ole perusteltua. Kun vuorokauden 706-hälytysten ilmaantuvuutta tarkasteltiin tunnin jaksoissa, havaittiin ilmaantuvuudessa merkittävä lasku klo 1:00 – 5:00 välisenä aikana. Ilmiö johtuu todennäköisesti siitä, että aivohalvaus on usein kivuton eikä oireiden alkua näin ollen herätä potilasta kesken yöunien, vaan potilas herää myöhemmin oireisena. Tämä ja ympärivuorokautisen valmiuden aiheuttamat kustannukset huomioiden, CT-ambulanssin valmiusaikaa tarkasteltiin kolmen vaihtoehdoisen työaikamallin näkökulmasta. Tarkastelluista vaihtoehtoista suurin 706 B tehtävien ilmaantuvuus saatiin 16-tunnin valmiusajalla aikavälille klo 7:00 – 23:00, joka vastasi 85,8 % koko vuorokauden 706 B tehtävämäärästä. Tuloksen luotettavuutta tukee se, että myös Berliinin ensihoitopalvelu oli päätenyt samaan valmiusaikaan.

CT-ambulanssin operatiivisen valmiuden selvittämisessä olisi ollut edullista saada selville myös arvio CT-ambulanssin tehtävisidonnaisuudesta HYKS-alueen 706B tehtävämäärillä. Ensihoidon tietojärjestelmien rajoitteista johtuen, tätä ei kuitenkaan pystytty luotettavasti selvittämään. Epäluotettavuus johtuu siitä, että vuosien 2013 ja 2014 ensihoidon 706 B tehtävämäärillä CT-ambulanssille tulisi noin kuusi (6) hälytystä vuorokaudessa, mutta toisaalta vuosina 2011 – 2012 HYKS-alueella aivoinfarktin liuotushoidon saaneiden määrä oli 308 (0,4 / vrk) potilasta (Puolakka 2016). Suurin osa CT-ambulanssin hälytyksistä, olisi siis päätenyt peruutukseen ja ensihoidon nykyinen tietojärjestelmä ei pysty luotettavasti mittaamaan peruutusajankohtaa, joka oleellisesti vaikuttaa tehtävisidonnaisuuden laskemiseen.

CT-ambulanssille asetetavista muista vaatimuksista, kalustosta ja hoitovälineistä selvitystyössä merkittävimpään rooliin nousivat säteilyturvallisuuden huomioiminen, toiminnan aiheuttamat kustannukset ja henkilöstön hoitotaso.

CT-laitteen käyttöönotto ensihoidossa on Suomessa uutta. Ionisoivan säteilyn käytöstä, koulutuksesta, ohjauksesta ja valvonnasta ei löydy ensihoidon toimijoiden keskuudesta tarvittavaa asiantuntijuutta. CT-ambulanssin hankkimisessa ja käyttöönotossa tulisi olla säteilyturvallisuuteen perehtynyt asiantuntija mukana, heti hankkeen käynnistämisestä asti. Säteilyn käyttö sinällään on erittäin tarkoin ohjeistettu niin säteilylain ja asetusten kuin Säteilyturvakeskuksen ST-ohjeiden osalta, mutta asiantuntijuutta tarvitaan nimenomaan näiden ohjeiden soveltamisessa käytäntöön, koulutuksessa, ohjeistuksessa, valvonnassa ja itse säteilyn käytössä. Kun CT-ambulanssin hankkimisvaiheessa huolehditaan siitä, että itse ambulanssi rakennetaan lakien, asetusten ja viranomaisohjeiden mukaisesti, ambulanssi on muuten suunniteltu toiminalliseksi ja henkilöstö saa tarvittavan koulutuksen, ei CT-kuvantaminen merkittävästi poikkea sairaalassa tapahtuvasta kuvantamisesta. Tätä näkemystä tukee myös Berliinin ensihoitajien antamat vastaukset benchmarking haastattelussa, missä he totesivat CT-kuvantamisen olevan yksinkertaista ja varmatoimista myös sairaalan ulkopuolella.

CT-ambulanssi on hankintana kallis ja sen vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat korkeat. Kansainvälisesti toiminta onkin herättänyt kritiikkiä ja keskustelua sekä puolesta että vastaan. Tässä selvitystyössä CT-ambulanssi arvonlisäverottomaksi hankintahinnaksi arvioitiin 733 000 € ja vuosittaisiksi ylläpitokustannuksiksi 895 000 €. Ylläpitokustannuksissa on huomioitava, että ne sisältävät kaikki henkilöstökulut, jotka ovat 92 % vuosittaisista kuluista. Lääkärin palkka, klinisenä lisätyönä laskettuna, muodostaa 78 % ja röntgenhoitajan ja ensihoitajan yhteenlasketut palkka 14 % kokonaisvuosikustannuksista.

CT-ambulanssitoiminnalla saavutetun lyhemmän liuotushoidon aloitusviiveen on kuitenkin laskettu muodostavan säästöjä. Lyhemmällä viiveellä liuotushoidetuille potilaille muodostuu vähemmän toiminnallisia haittoja ja heidän hoitonsa ja kuntoutuksensa tulee yhteiskunnalle halvemmaksi ja yksilötasolla tämä tarkoittaa myös parempaa elämän laatua. Is Prehospital Treatment of Acute Stroke too Expensive? An Economic Evaluation Based on the First Trial tutkimusartikkelissa, Dietrich ym. kuvasivat CT-ambulanssitoiminnan kustannustehokkuutta Saarlandin ensihoitopalvelun tuloksien pohjalta. Tutki-

muksessa verrattiin potilaskohtaisia kustannuksia CT-ambulanssilla hoidettujen ja ambulanssilla sairaalaan kuljetettujen ja siellä, pidemmällä viiveellä, liuotushoidettujen potilaiden välillä. Kustannuksiin huomioitiin kaikki kustannukset aivoinfarktia seuranneen vuoden ajalta. Saarlandin aineiston perusteella hyötysuhteeksi muodostui 1,96 kun CT-ambulanssin toimintasäde oli 30 km ja alueen asukastiheys 344 / km². Säästöä muodostui vuoden aikana keskimäärin 17 842 € jokaista CT-ambulanssilla hoidettua aivoinfarktipotilasta kohden. Vaikka kustannusten muodostumisessa Saksan Saarlandin ja HYKS-alueen välillä on varmasti eroja, voidaan kustannussäästöjen kuitenkin otaksua olevan samansuuntaisia, HYKS-alueen asukastiheyden ollessa 443 / km² ja toimintasäteen samaa suuruusluokkaa.

CT-ambulanssin henkilöstön hoitotasoa tarkasteltaessa on huomioitava potilasturvallisuus ja hoidon aiheuttamat kustannukset. Potilasturvallisuuden näkökulmasta henkilöstön hoitotason tulee vastata terveydenhuoltolain ja hoitotoimenpiteiden vaativuuden asettamia vaatimuksia. Toisaalta henkilöstön hoitotason yliresursointi nostaa kustannuksia.

Dietrich ym. CT-ambulanssin kustannustehokkuutta käsittelevässä tutkimusartikkelissa oli tuotu esiin, että toiminnan kustannustehokkuus kasvaa merkittävästi, mikäli CT-ambulanssin henkilöstöön ei kuulu lääkäreitä. Tässä mallissa konsulttina toimiva lääkäri olisi vastaanottavassa sairaalassa ja CT-ambulanssin henkilöstö konsulttoisi häntä telemedicine-laitteiston välityksellä, joka mahdollistaisi reaaliaikaisen videokuvan ambulanssin hoitotilasta sekä keskusteluyhteyden potilaaseen. Teknisistä apuvälineistä huolimatta esitetty toimintamalli rajautuu hoitopäätöksen tekemiseen ja siinä ei ole huomioitu potilasturvallisuutta itse hoitotoimen suorittamisen, eikä potilaan valvonnan osalta sen jälkeen kun liuotushoito on aloitettu. Lääkäriin kuulumista CT-ambulanssin henkilöstöön puoltaa myös uuden toimintamallin vakiinnuttaminen rutiiniksi hoitokäytännöksi, missä kokeneilla ammattilaisilla on merkittävä rooli. Uudet toimintamallit ja merkittävästi kasvanut vastuu potilaan turvallisuudesta, ilman lääkärin läsnäoloa, saattaisi aiheuttaa ensihoitajille liiallista varovaisuutta. Tämä voi ilmetä muun muassa samojen asioiden toistuvina varmisteluina ja toiminnan hitautena, jotka osaltaan vaikuttavat liuotushoidon aloitusviiveeseen.

CT-ambulanssitoiminnan vakiinnuttua, ja kun siitä on saatu kerättyä riittävästi tunnuslukuja ja dataa, voidaan henkilöstön hoitotasoa tarkastella kriittisemmin, myös kustannus-

tehokkuus näkökulmasta. Toiminnan pilotti ja aloitusvaiheessa turvallisista ja myös käytännöllisistä vaihtoehdoista olisi, että lääkäri kuuluisi CT-ambulanssin henkilöstöön. Tätä näkemystä tukee myös Berliinin benchmarking tilaisuudessa tehty haastattelu CT-ambulanssissa työskenteleville ensihoitajille ja lääkäreille. Ensihoitajat pitivät ehdottoman välttämättömänä sitä, että lääkäri kuuluu CT-ambulanssin henkilöstöön. Lääkärit puolestaan eivät nähneet sitä täysin välttämättömäksi, mutta suosittelivat toiminnan aloittamista sitten, että lääkäri kuuluisi henkilöstöön. Lisäksi he painottivat toimivan ja luotettavan telemedicine-järjestelmän merkitystä mikäli lääkäri ei kuuluisi CT-ambulanssin henkilöstöön.

Berliinin ensihoitopalvelun ensihoitajat ja lääkärit pitivät CT-ambulanssin hoitotilaa ja siellä suoritettavat hoitotoimenpiteet huomioiden kolmen hengen miehistöä optimaalisena. HYKS-alueella tämä käytännössä tarkoittaisi sitä, että lääkärin lisäksi CT-ambulanssin henkilöstöön tulisi kuulua yksi röntgenhoitaja ja yksi hoitotason ensihoitaja. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 25 § sekä Säteilyturvakeskuksen ST-ohje 1.7, edellyttävät CT-laitteen käyttäjältä röntgenhoitajan koulutusta. Ensihoidon toimintaympäristö huomioiden CT-ambulanssin toiminnan kannalta olisi myös edullista, että henkilöstöön kuuluisi kokenut hoitotason ensihoitaja. Pienenä, mutta merkittävänä henkilöstövaatimuksena on mainittava myös BC-luokan ajokortti, jota edellytetään tässä selvitystyössä mainitun, CT-ambulanssiksi soveltuvan, ajoneuvon kuljettamiseen.

9.2 Johtopäätökset

- I) Ensihoitoon käyttöönotettavalla CT-ambulanssilla voidaan lyhentää aivoinfarktipotilaan liuotushoidon aloitusviivettä potilaan sairaalaan kuljettamiseen kuluva aika. HYKS-alueella tämä aika vaihtelee potilaan kohtaamispaikan sijainnin ja vuorokauden ajan mukaan muutamasta minuutista muutamaan kymmeneen minuuttiin.
- II) Tämä selvitystyön aineiston perusteella CT-ambulanssille tulisi noin kuusi hälytystä vuorokaudessa. Tarkoituksenmukaiselta asemapaikalta käsin operoiden, CT-ambulanssilla olisi mahdollista tavoittaa 96 % HYKS-alueen asukkaista ja kattaa 40 % HYKS-alueen maantieteellisestä koosta, 20 minuutin hälytysajoviiveellä.

- III) CT-ambulanssin käyttöönotto on monivaiheinen hanke, jonka onnistuminen edellyttää riittävien henkilöstöresurssien ja tarvittavan asiantuntijuuden liittämistä hankkeeseen. Etenkin säteilyturvalisuuteen liittyvä asiantuntijuus on varmistettava heti hankkeen alusta asti.
- IV) CT-ambulanssi on kertahankintana kallis ja sen arvioidut vuosittaiset ylläpito-kustannukset ovat korkeat, mutta toiminnasta julkaistut kansainväliset tutkimukset puhuvat hyvien hoitotulosten ja kustannussäästöjen puolesta.

9.3 Jatkotutkimusehdotukset

Alati kiristyvässä terveydenhuollon rahoituksessa ja kustannustehokkuusvaatimuksissa hoidon vaikuttavuus tulisi kyetä perustelemaan mahdollisimman läpinäkyvästi. Jo ennen CT-ambulanssi toiminnan käynnistymistä, tulisi selvittää ja määrittää niitä mittareita, millä toiminnan turvallisuutta, laatua, vaikuttavuutta ja kustannuksia arvioidaan. Tämä edellyttää selvitystyötä ensihoidon ja sairaalan päivystysalueen rajapinnassa. Selvitystyössä tulisi kartoittaa olemassa olevien, toimintaa arvioivien, mittareiden hyödynnettävyyttä sekä tarve täysin uusille mittareille. Mittarit tulisi määritellä niin, että ne toimisivat myös toiminnan kehittämisen ja tutkimustyön työkaluina.

Lähteet

Dietrich, Martin – Walter, Silke – Ragoschke_Schumm, Andreas – Helwig, Stefan – Levine, Stefan – Balucani, Clotilde – Lesmeister, Martin – Hass, Anton – Liu, Yang – Lossius, Hans-Morten – Fassbender, Klaus 2014. Is Prehospital Treatment of acute Stroke too Expensive? An Economic Evaluation Based on the First Trial. *Cerebrovascular Dis* 2014, 38:457-463.

Ebinger, Martin – Winter, Benjamin – Wendt, Matthias – Weber, Joachim E. – Waldschmidt, Carolin – Rozanski, Michal – Kunz, Alexander – Koch, Peter – Kellner Philipp – Gierhakke, Daniel – Villringer, Kersten – Fiebach, Jochen E. – Grittner, Ulrike – Hartmann, Andreas – Mackert, Bruno-Marcel – Endres, Matthias – Audebert, Heinrich J 2014. Effect of the Use of Ambulance-Based Thrombolysis on Time to Thrombolysis in Acute Ischemic Stroke. A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2014; 311(16):1622-1631.

Finlex. Ajoneuvolaki 1090/2002. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021090>>

Finlex. Laki julkisista hankinnoista 348/2007. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070348>>

Finlex. Laki terveydenhuollon ammattihenkilöistä 1994/559. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940559#L4P22>>

Finlex. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 340/2011. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110340>>

Finlex. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus lääkkeen määräämisestä 1088/2010. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2010/20101088>>

Finlex. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 423/2000. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000423>>

Finlex. Säteilyasetus 1991/1512. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911512>>

Finlex. Säteilylaki 1991/592. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19910592>>

Haapala, Jyrki – Heininen, Veli-Matti – Kuokkanen, Kari – Luntiala, Pertti – Luukkonen, Raine 2001. Hälytysajo-opas.

Heikkilä, Asta – Jokinen Pirkko – Nurmela, Tiina 2008. Tutkiva kehittäminen – Avaimia tutkimus- ja kehittämishankkeisiin terveysalalla. Helsinki: WSOY.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2009. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell.

HYKS Akuutti, ensihoito Helsinki 2014. Aivohalvaus – Toimintaohje ensihoitoon. Helsinki HUS.

HYKS Akuutti 2015. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ensihoidon palvelutasopäätös – päivitys vuodelle 2015. Helsinki: HUS.

Hätäkeskuslaitos 2015: Internet Files\Content.Outlook\QDNRGAIN\706 Aivohalvaus 112 Portal.mht

Jyväskylän yliopiston Koppa. Humanistisen tiedekunnan avoin menetelmäpolku. 2014. <<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tieteenfilosofiset-suuntaukset>>

Kuisma, Markku – Holmström, Peter – Nurmi, Jouni – Porthan, Kari – Taskinen, Tuomas 2013. Ensihoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Kuisma, Markku 2016. Suullinen tiedonanto.

Liikenteen turvallisuusvirasto, Trafi. Ajoneuvojen merkki- ja varoitusvalaisimien, työ- ja apuvalaisimien, hälytysajoneuvojen äänimerkinantolaitteiden sekä eräiden ajoneuvojen heijastimien ja heijastavien merkintöjen tekniset vaatimukset ja asennus ajoneuvoon. Määräys TRAFI/9461/03.04.03.00/2012. <http://www.finlex.fi/data/normit/41964-TRAFI_9461_03.04.03.00_2012_Fi.pdf>

Lindsberg, P. – Häppölä, O. - Kallela, M. – Valanne, L. – Kuisma, M. – Kaste, M. 2006. Door to thrombolysis: ER reorganization and reduced delays to acute stroke treatment. NEUROLOGY 2006; 67:334–336.

Mattila, Tommi – Ekstrand, Ari – Nousila-Wiik, Maria – Porthan, Kari – Puolakka, Jyrki – Vastamäki, Pasi – Alanen, Ari 2014. Helsingin ensihoitotehtävien määrän kasvu vuosina 2005 – 2013. Hätäkeskuslaitoksen raportti.

Meretoja, Atte – Strbian, Daniel – Mustaoja, Satu – Tatlisumak, Turgut – Lindsberg, Perttu J. – Kaste, Markku 2012. Reducing in-hospital delay to 20 minutes in stroke thrombolysis. Neurology 79 July 24, 2012.

Meytec 2015. Vimed Telemedicine. < <http://www.vimed.de/de/telemedizin.php>>

Parker, Stephanie A. – Bowry, Ritvij – Wu, Tzu-Ching – Noser, Elizabeth A. – Jackson, Kamilah – Richardson, Laura – Persse, David – Grotta James 2015. Establishing the First Mobile Stroke Unit in the United States. Stroke 2015;46:00-00.

Profile Oy 2016: Suullinen tiedonanto. Jari Mononen

Puolakka, T - Strbian, D - Harve, H - Kuisma, M - Lindsberg, - PJ. Prehospital Phase of the Stroke Chain of Survival – A Prospective Observational Study. J Am Heart Assoc. 2016 IN PRESS.

STUK. Säteilyturvallisuuustoiminnan turvallisuus. OHJE **ST 1.1** / 23.5.2013. Helsinki: Säteilyturvakeskus

STUK. Säteilyn käyttöorganisaatio. OHJE **ST 1.4** / 2.11.2011. Helsinki: Säteilyturvakeskus

STUK. Säteilyturvallisuus työpaikalla. OHJE **ST 1.6** / 10.12.2009. Helsinki: Säteilyturvakeskus

STUK. Säteilysuojelukoulutus terveydenhuollossa. OHJE **ST 1.7** / 10.12.2012. Helsinki: Säteilyturvakeskus

STUK. Säteilylähteiden käyttötilojen suunnittelu. OHJE **ST 1.10** / 14.7.2011. Helsinki: Säteilyturvakeskus

STUK. Säteilyaltistuksen seuranta. OHJE **ST 7.1** / 14.8.2014. Helsinki: Säteilyturvakeskus

STUK. Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja säteilyannoksen laskemisperusteet. OHJE **ST 7.2** / 8.8.2014. Helsinki: Säteilyturvakeskus

Suomalaisen lääkäriseura Duodecimin ja Suomen Neurologinen yhdistys ry:n asettama työryhmä 2011. Aivoinfarkti, Käypä hoito – suositus.

Suomen standardisoimisliitto 2010. Standardi SFS-EN 1789 + A1, Lääkinnälliset ajoneuvot laitteineen. Ambulanssit. 3. painos. Helsinki.

Tamlans Oy 2016. Suullinen tiedonanto. Jaakko Lohjansalo

Toikko, Timo – Rantanen, Teemu 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. 3. korjattu painos. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.

Walter, Silke – Kostapopoulos, Panagiotis – Haass, Anton – Helwig, Stefan – Keller, Isabel – Licina, Tamara – Schlechtriemen, Thomas – Roth, Christian – Papanagiotou, Panagiotis – Zimmer, Anna – Viera, Julio – Körner, Heiko – Schmidt, Kathrin – Romann, Marie-Sophie – Alexandrou, Maria – Yilmaz, Umut – Grundwald, Iris – Kubulus, Darius – Lesmeister, Martin – Ziegler, Stephan – Pattar, Alexander – Golinski, Martin – Liu, Yang – Volk, Thomas – Bertsch, Thomas – Reith, Wolfgang – Fassbender, Klaus 2010. Bringing the Hospital to the Patient: First Treatment of Stroke Patients at the Emergency Site. PLoS ONE 5(10)

Walter, Silke - Kostapoulos, Panagiotis - Haass, Anton - Keller, Isabel - Lesmeister, Martin - Schlechtriemen, Thomas - Roth, Christian - Papanagiotou, Panagiotis - Grunwald, Iris - Schumacher, Helmut - Helwig, Stephan - Viera, Julio - Körner, Heiko - Alexandrou, Maria - Yilmaz, Umut - Ziegler, Karin - Schmidt, Kathrin - Dabew, Rainer - Kubulus, Darius - Liu, Yang - Volk, Thomas - Kronfeld, Kai - Ruckes, Christian - Bertsch, Thomas - Reith, Wolfgang – Fassbender, Klaus 2012. Diagnosis and treatment of patients with stroke in a mobile stroke unit versus in hospital: a randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2012; 11: 397-404.

STEMO benchmarking haastattelukysymykset

STEMO BENCHMARKING IN BERLIN 30.3. – 31.3.2015

STEMO-AMBULANCE INTRODUCTION

1. Arguments for the base vehicle choice (truck / lorry)

- Max. loading capacity?
- CT-scanner space requirements?
- Local traffic technical inspection requirements?

2. Required modifications for the STEMO comparing to standard ambulance

- Reinforcements of the floor and front wall?
- CT-scanner mounts?
- Stretcher requirements considering the patient alignment during CT-scanning?
- Required or additional power for the CT-scanner?
 - Battery capacity
 - Generator
- Patient compartment modification considering radiation safety?

3. Telemedicine System / technical solution

- Telestroke hardware
- On-line video / camera hardware
- Communication technology in use (GPRS, 3G, 4G)
- Reliability of the communication system
- Backup plan for NO CON situations (STEMO is out of wireless communication coverage)

4. STEMO CT-scanner

- CereTom -> why this model?
 - Did you consider any other model?

- Did you hold a separate tender of the CT-scanner or was it included in the STEMO ambulance purchase?
- Feasibility in out of hospital setting?
- Any special requirements for use in out of hospital setting?
 - Does the vehicle have to be in horizontal level when scanning?
- Maintenance
 - After mission
 - Per day
 - Per week, month, year
- Any factors that may influence the quality of the CT-scanning in out of hospital setting?
- What kind of radiation safety protocol you are using in STEMO?

5. Point-of-care laboratory

- Feasibility?
- Reliability?

QUESTIONS CONCERNING THE STEMO CONCEPT

6. In PHANTOM-S study why was the catchment area predefined as being 16 min of travel from STEMO base?

7. In PHANTOM-S study why was the operating hours of the STEMO predefined to be 7:00 – 23:00?

- What percentage of daily (24h) Stroke calls appear between 7:00 – 23:00?

8. If considering only from the medical point of view. Should patients, treated with STEMO crew and with tPA thrombolysis, be transported to hospital by STEMO / MSU or by standard ambulance?

- Medical risks
- Quality of reporting

9. What are the role and responsibilities of the paramedic in the STEMO crew?

10. Radiology technicians received 3 months of additional training in emergency care, did paramedics receive any additional training for example in radiology?

11. STEMO crew has three members (a neurologist, a paramedic and a radiology technician)

- From medical point of view and from your experience, would this concept work safely if there was no physician (a neurologist) on board and the crew would include two paramedics, a radiology technician and a telemedicine system?
- Would this concept work safely with only two crew members (a paramedic and a radiology technician) and a telemedicine system.
 - From your experience, would this option increase the treatment time on scene?

12. In the “Effect of the Use of Ambulance-Based Thrombolysis on Time to Thrombolysis in Acute Ischemic Stroke” article, in Table 2, the Imaging to treatment time is almost 10 min shorter in STEMO group comparing to control week group (14,1 vs 23,8)

- Are some tasks pre-done?
- Are some procedures streamlined?
- Matter of motivation of the STEMO crew?

13. If you would be given a task to start up a Mobile Stroke Unit in Helsinki and its surrounding areas (about 1,2 million inhabitants), you would have all the experience from the STEMO concept and there were no legal restrictions

- What would be the size (number of members) and the level of care of the MSU crew?
- What would be the major points of focus during the built-up face of the project?

[illegible]