



Säteilyturvallinen C-kaarityöskentely

Luento Tampereen ammattikorkeakoulun
sairaanhoitajaopiskelijoille

Riikka Helislahti

Pinja Räisänen

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2020

Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma

HELISLAHTI, RIIKKA & RÄISÄNEN, PINJA:
Säteilyturvallinen C-kaarityöskentely
Luento Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoille

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 21 sivua
Lokakuu 2020

Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia sairaanhoitajien osaamistarpeita vastaava säteilyturvallisuusluento Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoille. Opinnäytetyön tavoitteena oli lisätä valmistuvien sairaanhoitajien säteilysuojeluosaamista C-kaaren käyttöympäristöissä. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Tampereen ammattikorkeakoulun kanssa ja luento toteutettiin keväällä 2020.

Läpivalaisussa tehtävien toimenpiteiden lukumäärä on moninkertaistunut 20 vuoden aikana ja toimenpidemäärä kasvaa edelleen vuosittain. Lisääntyneet toimenpidemäärät lisäävät myös henkilökunnan säteilyaltistusta ja siten tarve säteilysuojelukoulutukselle korostuu. Perioperatiiviseen hoitotyöhön perehtyneet sairaanhoitajat ovat yhä enemmän mukana ionisoivalle säteilylle altistavissa tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Tutkimusten mukaan sairaanhoitajat kokevat käytännön säteilysuojelukoulutuksen lisäämisen tarpeelliseksi. Säteilylaissa määrätään, että säteilytyötä tekevällä henkilökunnalla on oltava tehtävänsä mukainen koulutus ja käytännön perehdytys säteilysuojelusta.

Opinnäytetyön teoriaosuus koostuu säteilyfysiikasta, säteilybiologiasta, C-kaari laitteeseen liittyvästä teoriasta sekä säteilysuojelusta. Tuote, eli luento, perustuu opinnäytetyön teoriaan ja luennon pääpainotus on säteilysuojelun näkökulmassa. Luento järjestettiin etänä maailmanlaajuisesti vallinneen koronaviruspandemian vuoksi. Luento jaettiin neljään osioon ja jokainen osio tallennettiin videomuotoiseksi luentonauhokkeeksi. Lisäksi opinnäytetyö sisältää opiskelijoilta saadusta palautteesta koottua tietoa ja pohdintaa.

Osallistujapalautteen perusteella ryhmän opiskelijat kokivat aiheen tärkeäksi ja hyödylliseksi. Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoiden opintoihin kuuluu säteilysuojeluopetusta, mutta perioperatiiviseen hoitotyöhön suuntautuneet opiskelijat kokivat aiheen kertaamisen positiivisena lisänä. Opinnäytetyön tuote eli luentomateriaali jää Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön, ja sen osia voi käyttää sairaanhoitajien opintojen tueksi.

Asiasanat: säteilyturvallisuus, säteilysuojelu, C-kaari, säteilysuojelukoulutus, sairaanhoitajaopiskelija

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme of Radiography and Radiotherapy

HELISLAHTI, RIIKKA & RÄISÄNEN, PINJA:
Radiation safety while working with C-arm
Lecture to nursing students at Tampere University of Applied Sciences

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 21 pages
October 2020

The purpose of this functional thesis was to prepare a radiation safety lecture for nursing students at Tampere University of Applied Sciences. The aim of the thesis was to increase knowledge of radiation safety and radiation protection expertise of nurses in the C-arm operating environments. The thesis was made in collaboration with Tampere University of Applied Sciences.

The number of fluoroscopy procedures has multiplied over the past years and the growth continues. The increased number of procedures will also increase the radiation exposure of employees. Therefore, it is even more important to understand radiation protection. Perioperative nurses work in examinations and procedures that utilize radiation. According to research, nurses find it important to understand the basics of radiation. The Finnish law of radiation states that personnel performing radiation work must have a proper radiation protection education and introduction to the work.

The theoretical part of the thesis consists of radiation physics, radiation biology, device-related theory and radiation protection. The product of this thesis is a lecture which is based on the theory of the thesis. The lecture was arranged as a self-study version due the COVID-19 pandemic. The lecture was divided into four sections which were recorded in video format.

Based on the participant feedback, nursing students found the topic important and useful. Radiation protection education is organized for nursing students, but they felt that reviewing the topic through the lecture was a positive addition. The product of the thesis remains in the usage of Tampere University of Applied Sciences.

Key words: radiation protection, radiation safety, C-arm, radiation protection education, nursing student

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	SÄTEILYLAINSÄÄDÄNTÖ JA TURVALLISUUSKULTTUURI	7
	2.1. Säteilylainsäädäntö	7
	2.2. Säteilysuojelun turvallisuuskulttuuri.....	9
3	SÄTEILYSUOJELUOSAAMINEN JA -KOULUTUS	12
	3.1. Säteilysuojeluosaamisen edellytyksiä	12
	3.2. Tarve säteilysuojelun lisäkoulutukselle	12
4	SÄTEILYFYSIKKA JA -BIOLOGIA.....	17
	4.1. Röntgensäteilyn fyysiset ominaisuudet	17
	4.2. Säteilyannos ja säteilyn vaikutukset.....	18
5	ANNOSRAJAT, TYÖSKENTELYALUEET JA ANNOSSEURANTA....	20
	5.1. Annosrajat ja työskentelyalueiden jaottelu	20
	5.2. Henkilökohtaisen annos seurannan toteutus	21
6	C-KAARI JA LÄPIVALAISUN KÄYTTÖYMPÄRISTÖ	22
	6.1. C-kaari ja läpivalaisulaitteen toiminnot	22
	6.2. Säteilyhygienisiä periaatteita C-kaarityöskentelyssä.....	25
	6.3. Sädesuojien käyttö.....	27
	6.4. Kiinteät ja liikuteltavat sädesuojat	28
7	TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI	30
	7.1. Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä	30
	7.2. Luennon suunnitteleminen ja toteutus.....	31
	7.3. Opiskelijapalaute ja palautteen tulokset	34
8	POHDINTA	40
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	48
	Liite 1. Tuntisuunnitelma	48
	Liite 2. Luentodiat	49
	Liite 3. Kysymyslomakkeet.....	64
	Liite 4. Palautelomake.....	68

1 JOHDANTO

Sairaanhoitajat ovat enenevässä määrin erilaisten tutkimusten ja toimenpiteiden yhteydessä säteilyn käyttäjiä tai altistuvat säteilylle esimerkiksi leikkaussaleissa, kardiologiassa ja poliklinikoilla tai moniammatillisessa tiimissä röntgenosastolla (Henner, Schroderus-Salo, Hirvonen 2017). Säteilyturvallisuus on aiheena tärkeä, sillä tutkimusnäyttöä säteilyturvallisuuskoulutuksen lisätarpeista löytyy (Paasonen 2011, Heikkilä 2013, Hirvonen ym. 2019). Säteilyturvakeskuksen ja opetus- ja kulttuuriministeriön vuonna 2010 tekemän kyselyn mukaan vastavalmistuneiden sairaanhoitajien säteilysuojelun tiedot ja käytännön taidot ovat puutteellisia. Myös säteilysuojelukoulutuksessa on kehitettävää. (Paasonen 2011, 44,48-49.)

Säteilyturvallisten työskentelytapojen tulisi saavuttaa kaikki toimenpidesaleissa työskentelevät henkilöt ja heidät, jotka työssään ovat tekemisissä säteilyn kanssa. Säteilyturvallisuus kuuluu yhteisesti jokaisen työryhmän jäsenen vastuulle. (Tarek & Taha 2017.) Kaikkien säteilytoimintaan osallistuvien työntekijöiden ja henkilöiden, joiden tehtävät edellyttävät säteilysuojelun erityisosaamista on saatava säteilysuojelukoulutusta ja heillä on oltava toiminnan ja tehtävien edellyttämä kelpoisuus, ja perehdytys tehtäviinsä (Säteilylaki 859/2018). Muun säteilyä käyttävän terveydenhuollon ammattihenkilön, esimerkiksi sairaanhoitajan, osaamisvaatimukseen kuuluvat säteilyfysiikka, säteilybiologia ja säteilysuojelu (STMa 1044/2018). Työntekijöiden on tunnettava hyvin säteilyaltistukseen vaikuttavat tekijät, sekä miten ja milloin niihin voidaan vaikuttaa (STUK 2018, 12).

Tämän opinnäytetyön aiheena on säteilyturvallisuus ja säteilysuojelun toteuttaminen C-kaaren käyttöympäristössä sairaanhoitajien näkökulmasta. Opinnäytetyö on toiminnallinen ja opinnäytetyön tuote on luento säteilyturvallisesta C-kaarityöskentelystä. Luento on kohdistettu Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoille, jotka ovat valinneet vaihtoehtoisiin ammattiopintoihin perioperatiivisen hoitotyön opintokokonaisuuden. Opintokokonaisuuteen kuuluvat toteutukset

leikkauspotilaan hoitotyö ja anestesiapotilas leikkausosastolla. Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimii Tampereen ammattikorkeakoulu.

Tämän opinnäytetyön **tarkoituksena** on laatia teoriaan perustuva, sairaanhoitajien oppimisen tarpeisiin vastaava säteilyturvallisuusluento Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoille, jotka suorittavat valinnaisina opintoina perioperatiivisen hoitotyön kokonaisuuden. Opinnäytetyön **tavoitteena** on lisätä valmistuvien sairaanhoitajien säteilyturvallisuusosaamista C-kaaren käytössä. Perioperatiivisen hoitotyön opiskelijoiden säteilyturvallisuusosaamisen lisääminen luennon avulla luo heille valmiuksia ja varmuutta säteilytyöskentelyyn tulevaisuuden työpaikoilla. Tämä puolestaan lisää turvallisia työtapoja ja alentaa niin potilaiden kuin työntekijöidenkin säteilyaltistusta.

2 SÄTEILYLAINSÄÄDÄNTÖ JA TURVALLISUUSKULTTUURI

2.1. Säteilylainsäädäntö

Säteilylain (859/2018) tarkoituksena on suojella terveyttä säteilyn aiheuttamilta haitoilta, sekä ehkäistä ja vähentää säteilystä aiheutuvia haittoja. Säteilysuojelun yleiset periaatteet perustuvat kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan ICRP:n (International Commission on Radiological Protection) suositukseen, jotka ovat saaneet laajan kansainvälisen hyväksynnän ja ne huomioidaan myös Suomen säteilylainsäädännössä (STUK 2020b). Turvallisuusjohtamiseen kuuluu, että säteilyä käyttävän organisaation johdon on huolehdittava, että organisaation toiminnassa ylläpidetään ja kehitetään hyvää turvallisuuskulttuuria, ja kaikilla tasoilla työskentelevät henkilöt ovat tietoisia toimintaan ja suojelutoimiin liittyvistä säteilyriskeistä. Työntekijöiden tulee ymmärtää erilaisten toimien turvallisuusmerkitys, sekä noudattaa turvallisia toimintatapoja. (Säteilylaki 859/2018.)

Toiminnanharjoittajalla tarkoitetaan säteilynkäytön turvallisuusluvan haltijaa, yritystä, yhteisöä, säätiötä, laitosta, tai muuta työnantajaa tai yksityistä elinkeinoharjoittajaa, joka harjoittaa säteilytoimintaa. Toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että kaikilla säteilytoimintaan osallistuvilla työntekijöillä tai henkilöillä, joiden tehtävät muutoin edellyttävät erityisosaamista säteilysuojelussa, on toiminnan ja tehtävien edellyttämä kelpoisuus, säteilysuojelukoulutus ja perehdytys tehtäviinsä. Toiminnanharjoittaja on vastuussa siitä, että säteilyn lääketieteelliseen käyttöön osallistuvilla työntekijöillä on soveltuva kelpoisuus ja säteilysuojeluosaaminen. Toiminnanharjoittajan on pidettävä työntekijäkohtaisesti kirjaa tämän vastuulla olevasta säteilysuojelukoulutuksesta, perehdytyksestä ja täydennyskoulutuksesta. Toiminnanharjoittajan huolehdittavana on myös säteilytoimintaan osallistuvien työntekijöiden säteilysuojelua käsittelevän täydennyskoulutuksen säännöllisyys ja riittävyys. (Säteilylaki 859/2018.) Ammattitaitoa ylläpitävällä säteilysuojelun täydennyskoulutuksella varmistetaan, että säteilytoimintaan osallistuvilla työntekijöillä on ajantasaiset tiedot ionisoivasta säteilystä, sen vaikutuksista ja säteilysuojelusta ja säteilytoimintaa koskevista säädöksistä, määräyksistä ja

ohjeista. Säteilytoimintaan osallistuvan työntekijän on saatava täydennyskoulutusta vähintään viiden vuoden jaksoissa. (STMa 1044/2018.)

Säteilylaissa määritetään pätevyysvaatimukset lääketieteellisestä altistuksesta vastuussa oleville henkilöille ja tutkimuksen tai toimenpiteen suorittajille. Lain mukaan terveydenhuollon ammattihenkilö (muu, kuin röntgenhoitaja) saa itsenäisesti tehdä lähetteen mukaisen säteilylle altistavan tutkimuksen samassa tilassa lääketieteellisestä altistuksesta vastaavan lääkärin valvonnassa, joka avustaa röntgenlaitteen käytössä. Henkilön tulee olla koulutettu kyseisen laitteen käyttämiseen. Muulla säteilylle altistavan tutkimuksen, toimenpiteen tai hoidon suorittamiseen osallistuvalla henkilöllä tulee olla tehtävänsä mukainen koulutus ja kokemusta tehtävästä. Tutkimuksen, toimenpiteen tai hoidon suorittajan on omalta osaltaan varmistettava ennen säteilyn kohdistamista ihmiseen, että tutkimus, toimenpide tai hoito suoritetaan turvallisesti. Erityisesti on varmistettava käytettävän laitteen moitteeton toimivuus, varo- ja suojausjärjestelmien kunnossa olo, sekä potilaan asianmukainen suojaus ja säteilyaltistuksen rajaaminen niihin kehon osiin, joihin säteily on tarkoitettu kohdistettavan. (Säteilylaki 859/2018.)

Säteilysuojelun yleisiin periaatteisiin kuuluu oikeutus-, optimointi-, ja yksilönsuojaperiaate. Oikeutusperiaate täyttyy, mikäli säteilytoiminta ja suojelutoimet saavuttavat korkeamman kokonaishyödyn, kuin aiheutuvan haitan. Optimointiperiaatteen mukaisesti työperäinen altistus ja väestön altistus on pidettävä niin alhaisena, kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Säteilysuojelun optimoimiseksi lääketieteellinen altistus on rajoitettava välttämättömään suunnitellun tutkimus- tai hoitotuloksen saavuttamiseksi tai toimenpiteen suorittamiseksi. (Säteilylaki 859/2018.) Tarpeetonta lääketieteellistä altistusta on vältettävä, jolloin huomioon on otettava laitteiden valinta, ja niiden suorituskykyyn vaikuttavien parametrien valinta, sekä potilasannoksen määrittäminen ja laadunvarmistus (VNa 1034/2018). Yksilönsuojaperiaatetta noudatetaan pitämällä säteilytoiminnassa työntekijän ja väestön yksilön säteilyannos annosrajojen alapuolella. Suomessa Säteilyturvakeskus (STUK) valvoo säteilylain noudattamista. (Säteilylaki 859/2018.)

Suomen Röntgenhoitajaliiton eettisissä ohjeissa määritellään röntgenhoitajan ammattietiikkaa, jota ohjaavat lainsäädäntö, erilaiset määräykset ja ohjeet, yleinen ja terveydenhuollon etiikka sekä röntgenhoitajan eettiset ohjeet. Eettisten ohjeiden mukaan on toimittava ALARA-periaatteen (As Low As Reasonably Achievable) mukaisesti siten, että potilaan, työntekijän ja muiden henkilöiden saama säteilyannos muodostuu niin pieneksi, kuin se käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. (Suomen Röntgenhoitajaliitto 2000.)

2.2. Säteilysuojelun turvallisuuskulttuuri

IAEA (International Atomic Energy Agency) määrittelee turvallisuuskulttuurin organisaation toimintatavoista ja yksittäisten ihmisten asenteista muodostuvaksi kokonaisuudeksi, jolloin turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat tärkeytensä edellyttämän huomion sekä ovat päätöksenteon keskiössä (IAEA 1991). Iso-Britannian terveys- ja turvallisuuskomissio (HSC) on määritellyt turvallisuuskulttuurin yksilö- ja ryhmäarvojen, asenteiden, käsitysten, kompetenssien ja käyttäytymistapojen tuotteeksi, jotka määrittelevät sitoutumisen, sen tyylin ja asiantuntemuksen organisaation terveys- ja turvallisuusjohtamiseen. Positiivisen turvallisuuskulttuurin omaaville organisaatioille on ominaista keskinäiseen luottamukseen perustuva viestintä, jaetut käsitykset turvallisuuden tärkeydestä ja luottamus ennaltaehkäisevien toimien tehokkuuteen. (Health and Safety Executive N.d.) Organisaation on huolehdittava, että heidän toiminnassaan ylläpidetään ja kehitetään hyvää turvallisuuskulttuuria. Kaikilla tasoilla työskentelevien henkilöiden tulee olla tietoisia toimintaan ja suojelutoimiin liittyvistä riskeistä. Työntekijöiden tulee noudattaa turvallisia toimintatapoja, sekä osallistua turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen. (Säteilylaki 859/2018.)

Kun turvallisuus sulautetaan kulttuuritasolle, organisaatiot kykenevät vaikuttamaan sidosryhmien asenteisiin ja käyttäytymiseen, mikä edellyttää organisaatioiden johdon ja henkilökunnan jatkuvaa sitoutumista ihmisten sekä ympäristön suojelemiseksi (Coldwell ym. 2015). IAEA listaa kuusi säteilyturvallisuuskulttuurin ydinkohtaa, joita ovat turvallisuuskulttuuriin sitoutuminen, selkeiden ja saatavilla olevien toimintatapojen ja ohjeistusten käyttäminen organisaatiossa, harkitseva päätöksen teko, raportoiva

toimintatapa, ei-turvalliseen toimintaan ja olosuhteisiin puuttuminen ja oppimaan motivoitunut organisaatio (IAEA 2002). Organisaation turvallisuuskulttuuri heijastaa sen sidosryhmien asenteita, käyttäytymistä ja toimia turvallisuutta kohtaan. Turvallisuuskulttuuri perustuu eettisiin, moraalisiin ja käytännöllisiin näkökohtiin sekä huolellisuuden perusvelvoitteeseen. Kokonaisvaltaisen turvallisuuskulttuurin ylläpitämiseksi vaaditaan turvallisuusjohtamisjärjestelmän ongelmien tunnistamista, sääntöjen ja määräysten ylläpitämistä, koulutuksen jatkuvan ylläpidon varmistamista, positiivista lähestymistapaa turvallisuusetiikkaan, sitoutumista ja vastuunottoa, sekä virheistä ja muilta organisaatioilta oppimista. Säteilyturvallisuuskoulutukseen sitoutuminen on olennainen osa turvallisen työympäristön luomiseen henkilöstölle, opiskelijoille ja vierailijoille. (Coldwell ym. 2015.)

Vahvan säteilysuojelun turvallisuuskulttuurin ylläpitämisen avulla voidaan kehittyä edelleen säteilysuojelun saralla. Toimet säteilyturvallisuuskulttuurin parantamiseksi sisältävät menetelmiä säteilyturvallisuustietämyksen ja tietoisuuden lisäämiseksi, sekä tapoja vaikuttaa johtohenkilöstöön ja kollegoihin työpaikoilla. Vahvan säteilyturvallisuuskulttuurin ylläpitämisellä on merkittävä vaikutus ALARA-periaatteen (As Low As Reasonably Achievable) toteutuksessa ja säteilytapaturmien estämisessä. Luottamusta ylimmän johdon ja työntekijöiden välillä pidetään kriittisen tärkeänä säteilysuojelun parantamisprosessille. Tieto ja ymmärrys todellisista säteilyriskeistä suhteessa niiden hyötyihin on tärkeää. Tietoisuuden ja teknisen tietämyksen merkittävä parantaminen auttaisi suuresti vahvan turvallisuuskulttuurin kehittymistä. Tieto on kuitenkin sovittava kunkin organisaation omiin tarpeisiin. (Cole ym. 2014.)

Jatkuva tutkimusmäärien kasvu luo haasteita säteilysuojeluun henkilökunnan työperäisen altistuksen näkökulmasta. Työperäiset altistukset on pidettävä niin matalina, kuin kohtuullisin toimin mahdollista. Työperäisen altistuksen taso kuvantamistutkimuksissa on laajasti vaihtelevaa. On ratkaisevan tärkeää, että säteilysuojelukoulutuksen ohjelmiin sisällytetään henkilökunta, kuten sairaanhoitajat lääkintävahtimestarit ja lähihoitajat, joka on radiologisen osaston ulkopuolella, mutta osallistuu työssään säteilynkäyttöön tai altistuu säteilylle. Säteilysuojelua koskeva koulutus, vakiintuneet työskentelymenetelmät, asianmukaisten suojavälineiden käyttö, sekä tehokas annos seuranta ovat kaikki

olennaisia tekijöitä sen varmistamiseksi, että terveydenhuollon röntgentoiminnan henkilökunta on suojattu. (Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010.)

Hoitohenkilökunnan ja tutkimuksia ja toimenpiteitä suorittavien lääkäreiden on ymmärrettävä säteilyn käytöstä potilaalle ja henkilökunnalle aiheutuvat annokset ja niihin liittyvät riskit. Henkilökunnan on ymmärrettävä säteilysuojeluun ja optimointiin liittyvät periaatteet, ja osattava soveltaa niitä käytäntöön, sekä hallittava laitteiden asianmukainen käyttö. Ionisoivan säteilyn aiheuttamien mahdollisten haittojen minimoiminen on jokaisen toimenpidelääkäriin ja hoitohenkilökunnan jäsenen vastuulla. (STUK 2018.)

3 SÄTEILYSUOJELUOSAAMINEN JA -KOULUTUS

3.1. Säteilysuojeluosaamisen edellytyksiä

Säteilyturvakeskuksen viimeisimmän selvityksen mukaan Suomessa tehtiin 7,1 miljoonaa radiologista tutkimusta vuonna 2018. Radiologisia toimenpiteitä raportoitiin vuonna 2018 yhteensä 119 226 kappaletta, joista 51 004 tehtiin läpivalaisu- tai TT-ohjatusti. (Ruonala 2019, 11,21.) Viimeisen 20 vuoden aikana läpivalaisussa tehtävien sydäntoimenpiteiden lukumäärä on moninkertaistunut ja määrä kasvaa edelleen noin 5 %:n vuositahtia (STUK 2018, 7). Lääketieteellisen diagnostiikan suurta säteilyaltistusta aiheuttavien tutkimusten määrän kasvamisen myötä, on tärkeää kiinnittää yhä enemmän huomiota säteilysuojelun perusteiden hallitsemiseen ja turvalliseen säteilynkäyttöön (Havukainen & Henner 2011). Kaikilla säteilytoimintaan osallistuvilla työntekijöillä tai henkilöillä, joiden tehtävät muutoin edellyttävät erityisosaamista säteilysuojelussa, on toiminnan ja tehtävien edellyttämä kelpoisuus, säteilysuojelukoulutus ja perehdytys tehtäviinsä (Säteilylaki 859/2018). Toimenpidesalin sairaanhoitajan tulee saada perus- ja jatkokoulutuksessa säteilysuojelukoulutusta vähintään 54 tuntia. Täydennyskoulutusvaatimus angiolaboratoriossa säännöllisesti työskentelevälle sairaanhoitajalle on 20 tuntia viiden vuoden aikana. (STUK 2018, 10, 95.)

3.2. Tarve säteilysuojelun lisäkoulutukselle

Tutkimusten (Paasonen 2011, Heikkilä 2013, Hirvonen 2019) mukaan sairaanhoitajilla on tarvetta säteilysuojelun lisäkoulutukselle. Lisäkoulutuksen tarvetta puoltavat myös kansainväliset tutkimukset (Kim, ym. 2010, Yurt, Çavuşoğlu, & Günay, 2014, Lee ym. 2016). Yhtäläisyyksiä suomalaisten ja kansainvälisten tutkimusten väliltä löytyy muun muassa puutteissa säteilyn käyttöön liittyvissä perusasioiden hallinnassa, säteilyturvallisuuden toteuttamisessa ja puutteellisessa säteilyn haittavaikutusten arvioinnissa. Leikkaussaleissa ja poliklinikoilla säteilynkäyttöön liittyvät suurimmat ongelmat liittyvät yleensä puutteelliseen laite- ja tekniikkaosaamiseen. (Henner,

Schroderus-Salo, Hirvonen 2017.) Sairaanhoidajakoulutusten välillä on selkeitä eroja säteilysuojeluopetuksessa. Työnantajille tehdyn kyselyn perusteella tarvetta lisäkoulutukselle on C-kaaren toimintaan liittyvissä asioissa sekä käytännön työskentelytaitoihin säteilylähteiden läheisyydessä. Myös säteilysuojien oikeaoppisessa käyttämisessä ja potilaiden suojaamisessa on puutteita. (Paasonen 2011.)

Säteilyturvakeskus toteutti kyselyn siirrettävien läpivalaisulaitteiden käytöstä terveydenhuollon päivystysyksiköissä osana säteilylain 176§:n mukaista C-kaaritoiminnan valvontaa. Kysely lähetettiin 70 toiminnanharjoittajalle. Kyselyn mukaan kymmenen toiminnanharjoittajaa käyttää C-kaarta päivystysyksiköissä pääosin kipsauksen yhteydessä ja reponointien tarkistuksissa noin 150 toimenpiteessä vuoden aikana. Vastauksissa raportoitiin yhteensä noin 1700 C-kaaritoimenpidettä vuonna 2018. Osa toiminnanharjoittajista tekee läpivalaisun avulla primaaridiagnostiikkaa, sekä kontrollikuvauksia. Keskimäärin päivystysyksiköissä oli perehdytetty noin 50 terveydenhuollon ammattihenkilöä läpivalaisulaitteen käyttöön. Neljä kymmenestä toiminnanharjoittajasta ilmoitti, ettei lääketieteellisestä altistuksesta vastuussa oleva henkilö ole aina läsnä toimenpiteessä. Yhden yksikön vastauksessa todettiin lääkintävahtimestareiden, sairaanhoitajien tai lähihoitajien käyttävän läpivalaisulaitetta itsenäisesti lainvastaisesti ilman lääketieteellisetä altistuksesta vastuussa olevan henkilön paikalla oloa. (Suutari 2019, 3, 6-9.)

Suomalaisen leikkaussalihenkilökunnan tietoja ja käytännön taitoja säteilynkäytön optimoinnista selvitettiin kyselytutkimuksen avulla. Vastaajista 10% koki, että kuvakentän pienentämisellä ei ole vaikutusta potilaan saamaan säteilyannokseen. 33% vastaajista oli sitä mieltä, että röntgenputken asettaminen kauemmaksi potilaasta ei pienennä potilaan säteilyaltistusta. 20% katsoi, että detektorin tulee olla mahdollisimman kaukana potilaasta. Jopa 50% vastaajista ajatteli hilan käytön aina lapselle tehtävissä vähentävän potilaan säteilyannosta. Vastaajat kokivat säteilysuojien käytön tärkeäksi ja etäisyyden merkityksen potilaaseen ja läpivalaisulaitteeseen. Noin 10 leikkaussaliyksiköllä ei ollut käytössä säteilynkäyttöön liittyvää laatukäsikirjaa. 19% vastanneista yksiköissä ei käytetty oikein annosmittareita, 10% ilmoitti pitävänsä henkilödosisimetriä kiinni C-kaareissa. (Heikkilä 2013, 51, 58-60.)

Samassa tutkimuksessa havaittiin leikkaussalihenkilökunnan säteilysuojelukoulutuksen, säteilynkäytön osaamisen ja optimoinnin puutteita. Leikkaussalihenkilökunta koki epävarmuutta säteilynkäytön tilanteissa ja tunnetta riittämättömästä säteilynkäytön osaamisesta. Kuitenkin leikkaussaleissa tehtävien läpivalaisuohjattujen toimenpiteiden lukumäärät osoittavat säteilynkäytön olevan merkittävä osa leikkaussaliyksiköiden toimintaa, joka puoltaa koulutustarvetta. Vuonna 2011 tutkimukseen vastanneista leikkaussaliyksiköistä raportoitiin säteilynkäyttötilanteita olleen noin 17 600. Säteilysuojelukoulutusta tulee lisätä ja kehittää riittävän osaamistason varmistamiseksi. Säteilysuojelukoulutuksella on suora vaikutus potilaan ja henkilökunnan säteilysuojelun toteutumiseen ja niin jokaisella säteilynkäyttöön osallistuvilla henkilöillä ja eri ammattikunnan henkilöillä tulee olla tiedot säteilynkäytön perusasioista säteilyturvallisuuden takaamiseksi. (Heikkilä 2013, 59, 63-64, 71.)

Suomessa sairaanhoitajien tietämystä säteilysuojelusta testattiin HPKRP-asteikon (Healthcare Professional Knowledge of Radiation Protection) avulla kolmelta eri osa-alueelta: säteilyfysiikka ja –biologia, sekä lääketieteellisen säteilynkäytön periaatteet, säteilysuojelu, ja turvallisen säteilyn käytön ohjeistukset. Tutkimukseen osallistui 252 sairaanhoitajaa kahdeksasta eri sairaalasta, jotka päivittäisessä työssään osallistuvat säteilyn lääketieteelliseen käyttöön esimerkiksi leikkaus- ja toimenpidesaleissa. 65% osallistujista oli suorittanut erillisen lääketieteellisen säteilynkäytön koulutuksen, joka ei ollut yhteydessä sairaanhoitajan koulutusohjelmaan, kun taas 35% ei ollut saanut vastaavanlaista koulutusta. Erillistä säteilysuojelukoulutusta saaneiden sairaanhoitajien tietotaso oli selkeästi korkeampi kaikilla kolmella osa-alueella. Tietämys oli heikolla tasolla säteilyfysiikan ja –biologian, sekä säteilyn käytön periaatteiden osalta. Koulutustasolla nähtiin olevan vaikutusta tiedon tasoon. Lisäksi ALARA-periaatteen (As Low As Reasonably Achievable) tuntemus oli huolestuttavan alhaisella tasolla. Sairanhoitajat eivät olleet kokeneet saaneensa tarpeeksi säteilysuojelukoulutusta. Myös sairaanhoitajilla, jotka työskentelevät kardiologian puolella, todettiin olevan korkeampi tietotaso, kuin leikkaussaleissa työskentelevillä. Tulosten perusteella koulutustaso, säteilysuojelukoulutus ja työyksikkö korreloivat tietoon kaikilta kolmelta osa-alueelta. (Hirvonen ym. 2019.)

Tutkimusnäyttöä säteilyturvallisuuskoulutuksen tarpeista löytyy kansainvälisesti. Kuuden eri Etelä-Korealaisen yliopistosairaalan päivystysosastoiden lääkäreiden ja sairaanhoitajien tietoisuutta säteilyannoksista ja ionisoivaan säteilyyn liittyvistä riskeistä testattiin kyselyn avulla, johon osallistui 82 lääkäriä ja 109 sairaanhoitajaa. Tutkimustulosten perusteella sairaanhoitajien tietämys oli heikompaa, kuin lääkäreillä, mutta molempien ryhmien tietämys oli heikolla tasolla. Päivystyslääkäreillä, jotka tekevät kuvantamistutkimuspyyntöjä, on oltava koulutusta sen määrittämiseksi, onko ionisoivalle säteilylle altistava tutkimus välttämätön. Heillä tulee myös olla täsmällistä tietoa tutkimuksesta koituvista terveysriskeistä. Tämä koetaan erityisen tärkeäksi päivystysosastoilla, joissa joudutaan tekemään nopeita päätöksiä, myös diagnostiikan osalta potilaan hoidon kannalta. (Lee ym. 2016.)

Kardiologisten tutkimuksien ja toimenpiteiden aikana työntekijät voivat altistua suurille säteilyaltistuksille, jolloin asianmukaisella säteilysuojelukoulutuksella ja turvallisilla toimintatavoilla pyritään vähentämään säteilyaltistuksen määrää ja minimoidaan terveysriskejä. Anonyymiin kyselytutkimukseen toimenpidesalin säteilysuojelun tietämyksestä ja toiminnasta osallistui kardiologiaan erikoistuvia lääkäreitä eri puolilta Yhdysvaltoja. 82% 267:stä vastaajasta oli saanut säteilysuojelukoulutusta. Tutkimuksen mukaan ainoastaan 58% vastaajista oli tietoisia sairaalan käytänteistä raskaana olevien potilaiden kohdalla. 52% vastaajista käyttivät dosimetriä aina, mutta 74% ei tiennyt säteilyaltistuksen turvarajoja. Säteilysuojien käyttö oli vaihtelevaa. Tuloksissa havaittiin, ettei kardiologian henkilöstö ollut saanut asianmukaista koulutusta säteilysuojelusta. Pitkäaikainen altistuminen säteilylle on huolestuttavaa, sillä pitkäaikainen altistus kerryttää työuran aikana saatua kumulatiivista annosta, joka johtaa merkittäviin terveysriskeihin. Kun kardiologiset kuvantamistoimenpiteiden määrät ovat kasvussa, toimenpidekardiologit saavat enemmän työperäistä altistusta, jolloin tarve koulutukselle kasvaa. Jatkuva koulutuksen ylläpitäminen on suositeltavaa korkeatasoisen tietämyksen ylläpitämiseksi. (Kim ym. 2010.)

Turkkilaisessa tutkimuksessa arvioitiin radiologisiin tutkimuksiin liittyvien riskien tuntemusta ja havaitsemista keskittymällä terveydenhuollon henkilöstöön, jotka eivät ole suoraan säteilyyn liittyvässä ammatissa, mutta jotka käyttävät ionisoivaa

säteilyä työssään. Kyselylomake lähetettiin lääkäreille, hoitajille, tekniikoille ja muille henkilöstön jäsenille eri klinikoissa, voidakseen arvioida heidän tietämystasoaan ionisoivasta säteilystä ja heidän tietoisuuttaan kuvantamistutkimusten säteilyannoksista. Tutkimuksessa oli 92 osanottajaa. Heidän tietämyksensä aste ionisoivasta säteilystä ja radiologisten tutkimuksen annoksista todettiin hyvin heikoiksi. Tuloksissa todettiin, että säteilyä, säteilysuojelua, terveysriskejä ja säteilyannoksia koskevat yleiset tiedot ovat riittämättömiä terveydenhuollon ammattilaisten keskuudessa, jotka käyttävät ionisoivaa säteilyä työssään. Esimerkiksi 10,9% osallistujista totesi, että magneettikuvantamisesta ja ultraäänitutkimuksesta aiheutuisi suurempi säteilyaltistus, kuin keuhkojen natiiviröntgenkuvauksesta. Osallistujat ilmoittivat haluavansa lisätietoja turvatoimenpiteistä (80,4%), turvallisesta säteilyannoksesta (64,7%) ja säteilyonnettomuustapauksissa toteutettavista toimenpiteistä (53,3%). Tietämys ionisoivan säteilyn terveysriskeistä oli heikkoa. On todettu, että terveydenhuollon henkilöstöllä ei ole usein riittävää tietoa säteilyaltistuksen aiheuttamista riskeistä ja toimenpiteistä, jotka olisi toteutettava näiden riskien vähentämiseksi. (Yurt, Çavuşoğlu, & Günay, 2014.)

Australiassa kartoitettiin 4.-6. vuoden lääkäriopiskelijoiden tietämystä yleisimpien kuvantamistutkimusten säteilyannoksista. 54,8% 345:stä vastaajista aliarvioi säteilyannoksen yleisissä radiologisissa tutkimuksissa. 25,5% vastaajista luulivat magneettitutkimuksista ja ultraäänitutkimuksista emittoituvan ionisoivaa säteilyä. (Zhou, Wong, Nguyen & Mendelson, 2010.)

Sairaanhoitajat ovat viime vuosina paikoin saaneet oikeuden määrätä potilaita lääketieteellisiin kuvantamistutkimuksiin, joissa käytetään säteilyä. Esimerkiksi Irlannissa sairaanhoitajilla on tämä oikeus edellyttäen, että heillä on siihen riittävä koulutus. Säteilysuojeluosaamisen tason tärkeys korostuu entisestään eri ammattialoilla. (Hyde ym. 2016.) On tärkeää tunnistaa ammattilaisten saaman säteilykoulutuksen laatu, tiedon vaadittu taso ja kartoittaa tiedonpuutteet ja koulutustarpeet uusien vaatimusten täyttämiseksi (Hirvonen ym. 2019; Hyde ym. 2016).

4 SÄTEILYFYSIKKA JA -BIOLOGIA

4.1. Röntgensäteilyn fyysiset ominaisuudet

Säteily voidaan jakaa ionisoivaan- ja ionisoimattomaan säteilyyn. Ionisoimaton säteily tarkoittaa sähkö- ja magneettikenttiä, jotka etenevät sähkömagneettisena aaltoliikkeenä. Ionisoimatonta säteilyä on myös ultraääni, joka on mekaanisesti tuotettua aaltoliikettä. (Jokela 2006,16.) Ionisoivasäteily puolestaan on suurienergistä ja suuren energian vuoksi se kykenee irrottamaan kohteeksi joutuvan aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan aineen molekyylejä. Ionisoivasäteily voi vaurioittaa ihmisen kudoksia ja tästä syystä se on haitallista ihmisen terveydelle. (STUK 2020a.)

Röntgensäteilyä käytetään lääketieteessä, koska se kykenee läpäisemään kehon kudoksia, mutta se myös vaimenee kudoksissa riippuen säteilytettävän kohdealueen tiheydestä ja koostumuksesta. Mitä tiheämpi kudokse on kyseessä, sitä vaaleampana se näkyy röntgenkuvassa, kun röntgensäteet eivät kykene läpäisemään kudosta. (Tapiovaara, Pukkila, Miettinen 2004,14.) Röntgensäteily koostuu yksittäisistä hiukkasista, fotoneista. Fotonit etenevät suoraviivaisesti, kunnes se on vuorovaikutuksessa jonkin aineen kanssa. Vuorovaikutuksen seurauksena fotoni absorboituu, eli menettää energiansa tai siroaa. Siroamisella tarkoitetaan, että fotonin energia muuttuu ja se jatkaa etenemistä uuteen suuntaan, kunnes tapahtuu uusi vuorovaikutus. (Tapiovaara, Pukkila, Miettinen 2004, 26-27.) Röntgensäteily tulee röntgenputken pistemäisestä fokuksesta ja fotonit leviävät kentäksi. Röntgenputkella tuotettava säteily on usein niin suuri energistä, että ilmaan absorboitumista ei tarvitse huomioida. Röntgensäteilyn voimakkuus vaimenee etäisyyden neliöön. (Tapiovaara, Pukkila, Miettinen 2004, 166.) Suurin osa absorboituneesta fotonin energiasta muuttuu kohteessa lämmöksi, mutta samalla syntyy myös atomitason muutoksia, jotka aiheuttavat biologisen vaikutuksen soluissa (Tapiovaara, Pukkila, Miettinen 2004, 26-27).

4.2. Säteilyannos ja säteilyn vaikutukset

Säteilyannoksella kuvataan ihmiseen kohdistuneen säteilyn haitallisia vaikutuksia (STUK 2020a). Absorboitunut annos kuvaa energian siirtymistä aineeseen. Absorboitunut annos on ionisoivasta säteilystä kohteeseen siirtynyt keskimääräinen energia massayksikköä kohden ja sen yksikkö on gray (Gy). Absorboitunut annos ei kuvaa sellaisenaan terveyshaittojen todennäköisyyttä tai vaurioiden vakavuutta. Jotta säteilyannokset olisivat vertailukelpoisia, on huomioitava säteilylaji, energiajakauma ja säteilyn jakautuminen kohdekudoksessa. (Marttila 2002, 67, 73-74, 76.)

Ekvivalenttiannos kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa tietylle elimelle tai kudokselle ja kyseisen säteilyannossuureen yksikkö on Sievert (Sv). Ekvivalenttiannos ei ole suoraa mitattavissa. (STUK N.d.) Elimen tai kudoksen ekvivalenttiannos voidaan laskea, kun selvitetään kyseisen elimen keskimääräinen absorboitunut annos sekä säteilylaji (Marttila 2002, 80). Efektiivinen annos puolestaan kuvaa säteilyn aiheuttamaa kokonaishaittaa, joka lasketaan altistuneiden elinten ja kudosten ekvivalenttiannosten summana. Laskennassa on huomioitava kunkin elimen ja kudoksen säteilyherkkyys. Myös efektiivisen annoksen yksikkö on Sievert. Kun puhutaan yleisesti säteilyannoksesta, on kyseessä nimenomaan efektiivinen annos (STUK N.d.).

Annosnopeus ilmaisee, kuinka suuri säteilyaltistus ihmiselle koituu tietyn ajan kuluessa. Annosnopeuden yksikkönä on käytössä sievertiä tunnissa (Sv/h). Koska sievert on melko suuri yksikkö, käytetään usein millisievertiä tunnissa (mSv/h) tai mikrosievertiä tunnissa ($\mu\text{Sv/h}$) yksiköitä. Annosnopeudella kuvataan, kuinka haitallista on oleskella tietyssä paikassa tai tietyn säteilyn kohteena. Kun annosnopeus on suuri, säteilyannos kasvaa nopeasti lyhyessäkin ajassa. (STUK 2020a.)

Säteilyn aiheuttamat biologiset vaikutukset ja niiden laajuus ovat yhteydessä säteilyn energiansiirtokykyyn. Tiheästi ionisoivalla säteilyllä energiansiirtokyky on suuri, jonka takia se aiheuttaa paljon ionisointia kulkeutuessaan solukon läpi. Vastaavasti harvaan ionisoiva säteily aiheuttaa vähemmän ionisaatioita kulkeutuessaan kudoksen läpi. Yksittäisen solun tasolla säteilyn aiheuttamia

vaikutuksia on hyvin vaikeaa ennalta arvioida, sillä säteily ei jakaudu kudoksissa tasaisesti. (Mustonen & Salo 2002, 29.)

Deterministisillä haitoilla tarkoitetaan suoria säteilyn aiheuttamia haittoja, eli haitallisia kudoksetta. Deterministiset haitat johtuvat suurten säteilyannoksien aiheuttamista solukuolemista ja solujen toiminnan häiriöistä. Kudonvaurion syntymiselle on yleensä kynnysarvo, sillä säteilystä aiheutuneen vaurion pitää tapahtua riittävän monessa kyseisen kudoksen solussa ennen kuin vaurio on kliinisesti todettavissa. Stokastiset eli satunnaiset haitat eivät ilmene heti vaan johtuvat säteilylle altistuneiden henkilöiden solujen mutaatiosta. Tällaisia ovat syöpä ja perinnölliset vaikutukset. (Mustonen ym. 2009, 29.)

Paikalliset säteilyvauriot ovat harvinaisia, mutta mahdollisia lääketieteellisen tutkimuksen tai toimenpiteen seurauksena. Lämpöalalaitteen automatiikka nostaa annosnopeutta, jos potilas on suurempi kokoinen. Myös toimenpiteen pitkittyessä on palovamman vaara huomioitava. (Paile 2002; 58.) Iho on yksi säteilyherkimmistä elimistä ja röntgensäteilyn ollessa pienempi energistä, se absorboituu pinnallisiin kudoksiin ja voi aiheuttaa ihon palamista. Iholle voi muodostua punoitusta, hilseilyä tai haavaumia, riippuen kuinka suurelle annokselle on altistunut. Ihon punoitus, eli eryteema, ilmenee vuorokauden kuluessa ja häviää muutamassa päivässä. Säteilyannoksen suuruus on yhteydessä punoituksen alkamisen nopeuteen ja punoituksen voimakkuuteen. (Paile 2002, 56-57.)

5 ANNOSRAJAT, TYÖSKENTELYALUEET JA ANNOSSEURANTA

5.1. Annosrajat ja työskentelyalueiden jaottelu

Säteilytyöntekijät jaetaan luokkaan A ja B säteilytyöstä aiheutuvien annosten suuruuden mukaan. Jos säteilytyöstä aiheutuva efektiivinen annos voi olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa, silmän mykiön ekvivalenttiannos suurempi kuin 15 mSv vuodessa tai ihon, käsien, käsivarsien, jalkaterien tai nilkkojen ekvivalenttiannos suurempi kuin 150 mSv vuodessa, kuuluu säteilytyöntekijä luokkaan A. Muussa tapauksessa säteilytyöntekijä kuuluu luokkaan B. (VNa 1034/2018.)

Valtioneuvoston asetuksessa ionisoivasta säteilystä (VNa 1034/2018) määritetään säteilytyöntekijän annosrajat. Säteilytyöntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää 20 mSv vuodessa. Silmän mykiön ekvivalenttiannos ei saa olla suurempi kuin 100 mSv viidessä vuodessa, eikä suurempi kuin 50 mSv yhdessä vuodessa. Ihon ekvivalenttiannos ei saa ylittää 500 mSv vuodessa eniten altistuneella yhden neliösenttimetrin suuruisella ihoalueena keskimääräisenä annoksena. Käsien, käsivarsien, jalkaterien ja nilkkojen ekvivalenttiannos ei saa ylittää 500 mSv vuodessa. Opiskelijalle tai työharjoittelijalle aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 6 mSv vuodessa. Raskaana olevan säteilytyöntekijän työ on järjestettävä siten, että sikiön ekvivalenttiannos on niin pieni, kuin se käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Sikiön ekvivalenttiannos ei saa olla 1 mSv suurempi raskausaikana, kun raskaus on ilmoitettu toiminnanharjoittajalle tai ulkopuolisen työntekijän tapauksessa työnantajalle. Raskaana oleva työntekijä ei voi toimia luokan A tehtävissä. (VNa 1034/2018.)

Työskentelyalueet jaotellaan valvonta- ja tarkkailualueeseen. Tarkkailualueella työntekijän efektiivinen annos voi olla suurempi kuin 1 mSv vuodessa tai silmän mykiön ekvivalenttiannos 15 mSv vuodessa, tai ihon, käsien, käsivarsien jalkaterien tai nilkkojen ekvivalenttiannos suurempi kuin 50 mSv vuodessa. Valvonta-alueeksi käsitetään alue, jossa työskentely edellyttää säteilyriskin vuoksi erityisiä toimia ionisoivalta säteilyltä suojautumiseksi. (VNa 1034/2018.)

5.2. Henkilökohtaisen annosseurannan toteutus

Säteilyturvakeskus ylläpitää säteilytyöntekijöiden annosrekisteriä. Rekisteriin tallennetaan säännöllisesti tiedot henkilökohtaisesta annostarkkailusta. Henkilökohtaista annostarkkailua järjestetään luokkaan A kuuluville säteilytyöntekijöille. Mittaukset tehdään yhden kuukauden jaksoissa tai työskentelyjaksolta, jos työskentelyaika on kuukauden mittausjaksoa lyhyempi. Henkilökohtaisen annostarkkailun tulee perustua Säteilyturvakeskuksen hyväksymän annosmittauspalvelun suorittamiin henkilökohtaisiin mittauksiin. (Säteilylaki 859/2018.) Esimerkiksi Doseco Oy on yritys, jolla on STUKin lupa toimia hyväksyttynä annosmittauspalveluna (Doseco, N.d. a). Säteilytyöntekijän annosmittari luetaan annosmittauspalvelussa ja tulos raportoidaan säteilyä käyttävään yksikköön (STUK 2018, 13). Annostarkkailun tulokset on ilmoitettava työntekijöiden annosrekisteriin viimeistään kuukauden kuluttua mittausjakson päättymisestä (STUK S/1/2018). Annosmittarina käytetään ns. passiivista säteilyannosmittaria, termoloistedosimetriä (TLD). Käyttöjakson jälkeen Dosecolle toimitettu mittari luetaan ja mittaukset kirjataan. Mittaukset toimitetaan annosmittauspalvelun tilanneelle asiakkaalle toimitusosoitteeseen tai sähköisesti Dosinettiin. Henkilöannokset siirtyvät suoraan Doseco Oy:ltä STUKin annosrekisteriin. (Doseco, N.d. b.)

Henkilökohtaista annosmittaria eli dosimetriä käytetään aina työntekijän ollessa toimenpidesalissa tekemässä säteilytyötä. Yleensä paras paikka sijoittaa annosmittari on mahdollisimman kohtisuoraan säteilykeilaan nähden niin, ettei mittari jää minkään kehon osan tai säteilysuojien varjostamaksi. Hyvä paikka on esimerkiksi kilpirauhassuojaan tai rintataskuun kiinnitettynä. Säteilytyöskentelyn välillä annosmittari tulee säilyttää voimakkaalta valolta ja ultraviolettisäteilyltä suojattuna. Mittari ei saa joutua alttiiksi käytön välillä muulle, kuin normaalille taustasäteilylle. Mittarin säilytyspaikan kosteus tai lämpötila ei saa poiketa olennaisesti normaalista huoneilman kosteudesta ja lämpötilasta. (STUK 2018, 13-14.)

6 C-KAARI JA LÄPIVALAISUN KÄYTTÖYMPÄRISTÖ

6.1. C-kaari ja läpivalaisulaitteen toiminnot

C-kaareksi kutsutaan akselinsa ympäri liikuteltavaa, katto- tai lattiakiinnitteistä röntgenyksikköä. C-kaari saa nimensä laitteen muodosta, jonka kaarevan osan vastakkaisissa päissä on röntgenputki ja kuvailmaisin. Röntgenputki tuottaa röntgensäteilyä ja kuvailmaisin vastaanottaa tietoa potilaan läpi kulkevasta säteilystä. Läpivalaisulaitteiston kokonaisuuteen sisältyy C-kaaren lisäksi tutkimuspöytä, kuvamonitori, sekä konsoli laitteen säätämiseksi ja poljin säteilyn aktivoimiseksi. (STUK 2018, 76-77.) C-kaarta voidaan käyttää esimerkiksi leikkaussaleissa proteesien laitton yhteydessä, reaaliaikaisen katetrin etenemisen seuraamiseksi tai kipsauksen ja reponoinnin yhteydessä päivystyspoliklinikoilla (Henner, Schroderus-Salo, Hirvonen 2017).

C-kaarissa on useita vaihtoehtoisia toimintoja, jotka vaikuttavat siihen, kuinka paljon ja millaista säteilyä röntgenputkesta tulee, miten säteily siroaa ympäristöön, tai kulkee potilaan lävitse. Säteilyaltistuksen määrä on riippuvainen säteilyn laadusta, annostasosta, kenttäkoosta, säteilytsajasta, säteilykeilan suunnasta, säteilysuojien käytöstä ja etäisyydestä röntgenputkeen ja primaarisäteilykeilaan. (Henner & Liimatainen, 2011.) Kuvausprotokollien optimoinnilla saadaan aikaan annossäästöä (Le Heron, Padovani, Smith & Czarwinski 2010). Laitteen käyttäjän on tärkeä tietää laitteen toimintojen ja valintamahdollisuuksien käyttötarkoituksen ja niiden vaikutuksen potilasannokseen. Tämä edellyttää kunnollisen perehdytyksen saamista ja käyttöohjeiden saatavuutta. (Tapiovaara, Pukkila, Miettinen 2004, 144.)

Automaattinen putkivirran ja jännitteen säätö (ABC, Automatic Brightness Control) takaa, että kuvamonitorilla kuvan kirkkaus pysyy vakiona, vaikka kuvataan eri paksuisia kohteita. Automatiikka muuttaa virran (mA) ja jännitteen (kV) arvoja niin, että kuvailmaisimen mittauskammioihin tulee aina saman verran säteilyä. Kun mittauskammioihin on kohdistunut riittävä säteily määrä kuvan rekonstruomiseksi, säteily katkaistaan. Automatiikka voidaan asettaa eri tasoille.

(STUK 2018, 82.) Lämpivalaisulaitteet säätävät säteilytehoa automaattisesti kohteen paksuuden mukaan. Jyrkkiä viistokulmia tulisi välttää, sillä säteilyn täytyy jyrkissä viistokulmissa läpäistä suurempi paksuus kudosta verrattuna PA-suuntaan, joka vaatii suurempia annosnopeuksia. Lisäksi viistokulmissa ja lateraalisuunnassa SSD:n (source-skin-distance) lasku johtaa ihon annoksen kasvuun. Myös potilaan käsien asento olisi hyvä huomioida erilaisten kuvauskulmien käytössä, jottei käsille koidu tarpeetonta säteilyaltistusta. (ICRP 2010, 32.) Myös suurikokoisen potilaan kohdalla laite nostaa röntgenputken jännitettä riittävän läpivalaisukyvyyn saavuttamiseksi, jolloin kuvan kontrasti huonontuu. Molemmissa tapauksissa potilasannos kasvaa ja kuvan erotuskyky huonontuu. Jos potilaalla on metallisia implantteja, ne on pidettävä kuva-alueen reunalla, jottei ilmaisimelle tuleva säteily vähene ja automatiikka nosta säteilyannosta. (STUK 2018, 45.)

Säteilykeilan kenttäkoko (Field Of View, FOV) tarkoittaa aluetta, johon säteily kohdistetaan ja josta kuva rekonstruoidaan. Pieniä kenttäkokoja käytettäessä kuva näkyy suurempana monitorilla, jota tarvitaan pieniä yksityiskohtia kuvatessa. Digitaalisella suurennoksella saadaan taas osa kuvasta suurennettua kuvamonitorilla. (STUK 2018, 83, 85.) Kentänrajoittimilla rajoitetaan säteilykeilan pinta-alaa, kun röntgenputkessa oleva säteilyä vaimentava metallinpala muovaa kuvakenttää. Angiografialaitteissa on myös kiilakaihdin. Kiilakaihtimella ei voida estää säteilykeilaa kokonaan, mutta sen tehtävänä on estää ilmapitoisen kuvauskohdan ylivalottumista ja paksumman kohdan alivalottumista, jolla parannetaan kuvanlaatua. (STUK 2018, 79-81.)

Kuvakentän rajaamisella saadaan vähennettyä siroavan säteilyn määrää, joka vaikuttaa myös potilaan ja henkilökunnan säteilyannoksiin laskevasti. Kuvakentän rajaaminen parantaa kuvakontrastia ja erotuskykyä hajasäteilyn vähentyessä. (STUK 2018, 50.) Hyvän käytännön mukaisesti säteilykenttää rajataan niihin kehon osiin, jotka on kuvattava. Kun kuva-alueella on muita kohteita, kuten luita tai muita kudoksia, ne voivat aiheuttaa artefaktoja kuvaan. Sironta kasvaa lineaarisesti säteilykentän koon kasvaessa. Huolimattomasti kollimoitu sädekenttä voi potilaan ulkopuolella kasvattaa merkittävästi työperäistä altistusta. (ICRP 2010, 32-33.)

Pulsoivalla säteilynkäytöllä tarkoitetaan, ettei säteilyä tuoteta koko ajan poljinta polkaistaessa, vaan läpivalaisuaika on jaettu pätkiin säteilyn ollessa päällä. Säteilyä tuotetaan siis pulsseissa, eikä sitä käytetä yhtämittaisesti. (STUK 2018, 81.) Pulsaationopeudella tarkoitetaan, kuinka monta pulssia röntgenlaite tuottaa sekunnissa. Matalammalla pulsaationopeuden käytöllä voidaan vähentää huomattavasti potilaan ja henkilökunnan säteilyaltistusta ilman merkittävää muutosta kuvanlaatuun tai toimenpiteen kestoon. (Massalha ym. 2019.) Yleinen läpivalaisututkimuksissa käytetty pulsaationopeus on 15 fps (frames-per-second), mutta pulsaationopeuden laskeminen 7,5 fps vähentäisi jo merkittävästi henkilökunnan ja potilaan säteilyaltistusta. Vaikka kuvanlaatu on heikompi pienentyneellä pulsaationopeudella, se voi olla kuitenkin useimmissa tapauksissa riittävä. (Tarek & Taha 2017.) Matalampaa pulssinopeutta tulisi käyttää aina mahdollisuuksien mukaan. Myös annosnopeus voidaan asettaa optimoidusti. Annosnopeutta laskemalla voidaan laskea potilasannosta, mutta kuvasta voi tulla kohinaisempi. Annosnopeus tulisi valita siten, että se on matalin mahdollinen riittävällä kuvanlaadulla. (ICRP 2010, 32-33.)

Kuvien lukumäärää tulisi rajoittaa vain tarvittavaan määrään ja turhien lisäkuvien ottoa tulee välttää. Läpivalaisua tulisi käyttää ainoastaan liikkuvien esineiden tai rakenteiden tarkkailemiseksi. LIH-toimintoa (Last Image Hold) voidaan käyttää tarkastelemiseen, konsultointiin tai opetuskäyttöön jatkuvan läpivalaisun sijasta. (ICRP 2010, 34.) LIH-kuvalla tarkoitetaan viimeisintä läpivalaisukuvaa, joka jää näkyviin TV-monitorille (Tapiovaara, Pukkila, Miettinen 2004, 56-57).

Suodatuksen avulla voidaan suodattaa pienienergistä röntgensäteilyä, joka ei osallistu kuvanmuodostukseen, mutta aiheuttaa potilaalle tarpeetonta säteilyaltistusta. Pienienergisellä röntgensäteilyllä ei ole tarpeeksi energiaa kehon läpäisemiseksi. Pienienergiset fotonit kuitenkin tuottavat hyvää kontrastia ja laadukasta kuvaa, jolloin kaikkia pieniä energioita ei suodateta spektristä pois. Pienienergisien säteilyn suodattamisen määrä riippuu kuvattavasta kohteesta ja sen paksuudesta. Paksummassa kohteessa voidaan käyttää suurempaa suodatusta. (STUK 2018, 78.)

Kuvattaessa paksuja kohteita käytetään hilaa, joka sijaitsee kuvailmaisimen edessä. Hilan käyttö vähentää kuvailmaisimelle saapuvan sironneen säteilyn

määrää ja parantaa kuvanlaatua, mutta myös kasvattaa potilasannosta. (STUK 2018, 80-81.) Hilan ottaminen pois käytöstä lapsien ja pienten aikuisten kohdalla laskee säteilyannosta, mutta voi heikentää kuvan laatua (Miller ym. 2010).

6.2. Säteilyhygienisiä periaatteita C-kaarityöskentelyssä

Lääketieteellisessä säteilyn käytössä tasapainotellaan laadukkaan diagnostiikan, hoitoon riittävän kuvanlaadun ja mahdollisimman alhaisen säteilyannoksen välillä. On hyvä tiedostaa säteilyaltistuksen optimoinnin vähentävän potilaan säteilyaltistuksen lisäksi myös henkilökunnan saamia annoksia. Henkilökunnan altistus on suoraan verrannollinen potilaasta sironneen säteilyn määrään. (STUK 2018, 8, 12.) Säteilysuojelutoimien ja säteilyturvallisuutta lisäävien toimenpiteiden tarkoitus on parantaa henkilöstön turvallisuutta uhkaamatta tutkimusta tai toimenpidettä tai vaarantamatta potilasturvallisuutta (Miller ym. 2010).

Monilla yksinkertaisilla ja pienillä toimenpiteillä saadaan vähennettyä sekä potilaan, että henkilökunnan säteilyannoksia. Säteilyhygienisten periaatteiden omaksuminen vaikuttaa merkittävästi myös työuran aikaisen kumulatiivisen säteilyannoksen kertymiseen. Näihin toimenpiteisiin kuuluu muun muassa rutiinomainen ja oikeaoppinen säteilysuojien käyttö. Liikkuminen on myös tehokas tapa suojautua, sillä etäisyyden kasvaessa kaksinkertaiseksi säteilylähteeseen nähden, vähenee säteilyannos neljäsosaan. (STUK 2018, 9.) Ensisijainen säteilyn lähde on röntgenputki, mutta potilaasta, laitteen osista ja potilaspöydästä siroava säteily on työntekijöiden pääasiallinen säteilyaltistuksen lähde. On hyödyllistä muistaa, että säteilyannosnopeudet ovat suuremmat potilaan puolella, joka on lähimpänä röntgenputkea. (ICRP 2010, 34-35.) Henkilökunnan säteilyaltistukseen voidaan vaikuttaa kuvaussuunnilla ja etäisyydellä röntgenputkeen. Säteily on voimakkainta röntgenputken puolella, jonka vuoksi on parempi sijoittua detektorin puolelle kallistuksia ja sivuttaisprojektioita käytettäessä. (STUK 2018, 20-21.)

Potilaan ihon ja säteilyn lähteen eli röntgenputken välisestä etäisyydestä käytetään termiä SSD (source-to-skin-distance). SSD:n kasvaessa potilaan iholle

kohdistuva säteilyannos laskee etäisyyden neliölain mukaisesti. Kun röntgenputki sijoitetaan etäälle potilaasta, tulee kuvareseptori sijoittaa mahdollisimman lähelle potilasta. Tavanomaisesti vain pieni prosenttiosuus potilaaseen kohdistuneesta säteilystä läpäisee kehon, jonka vuoksi suuri osa säteilystä kohdistuu iholle. C-kaaren liikkeillä, röntgenputken kallistamisella ja säteilykentän muokkaamisella voidaan välttää suurta säteilyaltistusta samalle ihoalueelle. (ICRP 2010, 30-31.)

Säteilyaltistuksen arvioimiseksi ja määrittämiseksi voidaan tarkkailla läpivalaisuaikaa, joka ilmoitetaan minuuteissa. Tämä edustaa sitä aikaa toimenpiteestä, jolloin läpivalaisu on ollut käytössä. Säteilyannoksen arviointi vaatii kuitenkin tarkempaa lähdettä. (Tarek & Taha 2017.) Läpivalaisuaika ei ole pelkästään hyvä mittari iholle kohdistuneen annoksen arvioimiseksi (STUK 2018, 55).

Potilaan saaman säteilyaltistuksen määrän seuraamiseksi olisi tärkeää tehdä annosmonitorointia (ICRP 2010, 34). Reaaliaikaisten annosmittareiden käyttö ja niiden seuraaminen tutkimuksien ja toimenpiteiden aikana on suositeltavaa. Potilaan ihon saamaa säteilyannosta voidaan seurata laitteissa olevan erityisen ihon annosnäytön avulla. Ihovaurioiden minimoimiseksi on hyvä käyttää ihon annoksen hälytysrajoja, jotka riippuvat toimenpiteen tyypistä. Mikäli ihon paikallinen säteilyannos ylittää ennalta sovitun rajan, avustava henkilökunta voi huomauttaa toimenpidelääkärinä, joka arvioi onko toimenpidetekniikassa, laitteen säädöissä tai kuvaussuunnissa varaa tehdä muutoksia potilaan annoksen vähentämiseksi. Joissain tilanteissa toimenpidelääkärin tulee arvioida ylittääkö toimenpiteen jatkamisen kliininen hyöty mahdollisen riskin, joka potilaalle aiheutuu toimenpiteen jatkamisesta ja korkean säteilyannoksen saamisesta. (STUK 2018, 14, 38, 55.)

Sairaanhoitajan toteuttama potilashoito tulisi sijoittaa siihen hetkeen, jolloin lääkäri ei käytä läpivalaisua. Hoitohetkellä lääkärin tulee odottaa, että hoitaja siirtyy pois röntgenputken välittömästä läheisyydestä. Selkeä kommunikointi on tärkeää turhien säteilyaltistuksien välttämiseksi. Toimenpidelääkärin keskittyessä vaativiin toimenpiteisiin, tulee avustavan henkilökunnan seurata potilaan säteilyannosta ja laitteen teknistä käyttöä. Havaittaessa puutteita säteilyn käytön optimoinnissa voidaan tarvittaessa muistuttaa toimenpiteen tekijää. Silloin, kun

lääkäri ei tarvitse avustusta tai potilaalle ei tehdä hoitotoimenpiteitä, on hoitohenkilökunnan hyvä ottaa etäisyyttä ja siirtyä esimerkiksi siirrettävän lyijyseinän taakse tai säätöhuoneeseen, josta potilaan tilaa ja lääkärin työtä pystyy tarkkailemaan. (STUK 2018, 9, 17.) Moniammatillisessa työssä työyksikön ulkopuolelta voi tulla vierailevaa henkilökuntaa, joita voivat olla esimerkiksi laitevalmistajien edustajat, opiskelijat, eri alan erikoislääkärit ja elvytysryhmän jäsenet. Vierailevalle henkilökunnalle tulee antaa ohjeet turvallisen työskentelyn takaamiseksi ja toimenpiteen seuranta varten, sekä heille on varattava suojavälinteitä. (STUK 2018, 35).

6.3. Sädesuojien käyttö

Tutkimusten ja toimenpiteiden aikana, joissa käytetään lääketieteellistä säteilyä, on henkilökunnan käytettävä sädesuojia. Niiden suojauskyvyn tulee vastata vähintään 0,25 mm paksuista lyijyä. Käytettäviin suojiin kuuluu kilpirauhassuoja, vartalon suoja ja lisäksi sädesuojalasit lääkärin ja avustavan hoitajan käyttöön. Vartalon suojana käytetään yksiosaista essua tai vastaavasti kaksiosaista liivin ja hameen yhdistelmää. Suurimmassa osassa suojista etukappaleet menevät päällekkäin, jolloin vartalon etupuolen suoja vastaa vähintään 0,50 mm lyijykerrosta. (Roguin, Goldstein, Bar & Goldstein, 2013.) Säännöllisesti läpivalaisututkimuksissa työskentelevälle henkilökunnalle tulisi tarjota istuvuudeltaan sopivat suojat ergonomisten haittojen ehkäisemiseksi ja optimaalisen säteilysuojelun toteuttamiseksi. (Miller ym. 2010.) Sädesuojat tulee tunnustella läpivalaista säännöllisin väliajoin vaurioiden toteamiseksi. Suojia säilytetään ripustettuna, taittumista ja rypistymistä vältetään lyijykumin rikkoontumisen estämiseksi. Lyijyä sisältävät vartalon säteilysuojat läpäisevät säteilyä noin 0,5-5%, kun röntgenputken jännitealue on 10-100kV. (STUK 2018, 15-16.)

Tutkimusten ja toimenpiteiden aikana olisi hyvä suunnata vartalon etupuoli säteilylähteeseen päin, sillä sädesuojat suojaavat hyvin efektiivisen annoksen kannalta tärkeitä elimiä. Käytettävien suojien tulisi olla henkilökohtaisia, jolloin ne ovat kullekin juuri sopivia istuvuudeltaan, sekä pituudeltaan, niin että suojaus on riittävä polviin saakka. Sädesuojalasiin tulisi suojata silmiä myös sivuilta, sekä

suojalaseihin on saatavilla tarvittaessa henkilökohtaiset vahvuudet. Myös sädesuojapäähineen käyttöä suositellaan toimenpidelääkäreille. On olemassa viitteitä siitä, että pitkän ammatillisen säteilyaltistuksen ja toimenpideradiologeilla todettujen aivojen vasemmanpuoleisten kasvaimien välillä olisi syy-yhteys. Pään alueen tiedetään olevan säteilyherkkä, mutta päätä suojataan vähän perinteisillä sädesuojilla ja vasen puoli altistuu enemmän säteilylle. (Roguin, Goldstein, Bar & Goldstein, 2013.)

On myös olemassa steriilejä kertakäyttöisiä lisäsuojaimia, jotka vähentävät potilaasta tulevaa sirontaa vaikuttamalla potilaan säteilyannokseen, sekä steriilejä kertakäyttöisiä sädesuojahanskoja toimenpidelääkärin käyttöön. Säteilysuojien käytössä on hyvä muistaa, että sädesuojan joutuessa kuvauksessa primaarikenttään, laite voi muuttaa kuvausparametreja automaattisesti siten, että suojan peitossa olevasta kohteesta saadaan mahdollisimman laadukasta kuvaa, jolloin potilaan säteilyannos nousee huomattavasti. (STUK 2018, 19, 39.) Toimenpiteensuorittajan käsien tulisi pysyä pois primaarisäteilykentästä. Lyijytetyt hanskat eivät sovellu niihin tilanteisiin, joissa toimenpiteensuorittajan kädet täytyy olla säteilykentässä, sillä automatiikalla annos kasvaa lyijysuojan joutuessa säteilykentän sisälle. Hanskat voivat aiheuttaa valheellista turvallisuudentunnetta, vaikka niiden käyttäminen voi todellisuudessa kasvattaa annosta. Lyijysuojatuista hanskoista voi olla hyötyä, kun kädet ovat lähellä säteilykeilaa, mutta eivät sen sisällä. (Miller ym. 2010.)

6.4. Kiinteät ja liikuteltavat sädesuojat

Kiinteisiin ja liikuteltaviin sädesuojoihin kuuluvat toimenpidepöydän alasirontasuoja, kattokiinnitteinen yläsirontasuoja ja liikuteltavat sädesuojaseinät. Alasirontasuoja suojaa henkilökuntaa alavartaloon kohdistuvalta säteilyltä. (STUK 2018, 17.) Alasirontasuoja verhoaa tutkimuspöydän alapuolta röntgenputken ja toimenpiteen suorittajan välissä. Valitettavasti näitä suojia ei aina voida käyttää C-kaarta kallistettaessa. Kattokiinnitteiset suojat suojaavat toimenpiteen suorittajaa ja laskevat huomattavasti pään ja kaulan alueelle kohdistuvaa annosta. Kattokiinnitteiset suojat suojaavat silmiä erityisen hyvin silloin, kun suojalaseja ei voi käyttää. (Miller ym. 2010.) Liikuteltavat tai kiinteät lyijysuojat

ovat rakennettu läpinäkyvästä lyijytetystä muovista ja ovat hyödyllisiä lisäsuojasta tarvittaessa. Ne soveltuvat erityisen hyvin hoitohenkilökunnan käyttöön. (Tarek & Taha 2017.) Kun työskentelyä potilaan välittömässä läheisyydessä ei vaadita, voi siirtyä säteilysuojaseinän taakse, josta pystyy myös seuraamaan potilasta ja toimenpiteen etenemistä (STUK 2018, 17).

7 TOIMINNALLISEN OPINNÄYTETYÖN PROSESSI

7.1. Toiminnallinen opinnäytetyö menetelmänä

Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa jokin konkreettinen tuote käytäntöön hyödynnettäväksi. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi ammatilliseen käytäntöön ja toimintaan suunnatulla opastuksella ja tapahtuman toteuttamisella. Toiminnallisen opinnäytetyön tulee olla riittävällä tasolla alan tietojen ja taitojen hallintaa osoittava. Toiminnallinen opinnäytetyö vaatii myös tietoperustaa ja teoreettista viitekehystä. (Vilkkä & Airaksinen 2004, 9-10, 30.) Menetelmänä toiminnallinen opinnäytetyö on sopivin vaihtoehto tämän opinnäytetyön tavoitteisiin nähden, kun halutaan tuoda teoriaa lähemmäs käytäntöä ja lisätä ammatillista osaamista käytännössä.

Toiminnallisen opinnäytetyön tuote tehdään aina jollekin ja joidenkin käytettäväksi, kun tavoitteena on jonkin kohderyhmän toiminnan selkeyttäminen. On tärkeää miettiä, mitä ongelmaa ratkaistaan ja keitä ongelma koskee, esimerkiksi työyhteisössä uusien työntekijöiden perehdyttäminen. Toiminnallisen opinnäytetyömenetelmän avulla voi näyttää osaamistaan oman alan osa-alueilla ja tuottamaan jotain konkreettista, josta on hyötyä jollekin. (Vilkkä & Airaksinen 2004, 24, 38-39.) Tampereen ammattikorkeakoulun sairaanhoitajaopiskelijoiden opetussuunnitelman mukaan operatiivisen hoitotyön opintokokonaisuuteen kuuluvat operatiivisen alan kliiniset opinnot sisältävät yhden opintopisteen verran opetusta säteilysuojelusta ja 0,5 opintopisteen verran kuvantamisesta (Tampereen ammattikorkeakoulu N.d.). Sairaanhoitajien työympäristönä voivat toimia leikkaussalit, poliklinikat, kardiologia ja gastroenterologia, joissa tehdyissä erilaisissa toimenpiteissä he ovat yhä enemmän säteilynkäyttäjänä tai säteilylle altistuvia. Sairaanhoitajat voivat myös altistua säteilylle moniammatillisessa tiimissä röntgenosastolla potilaille tehtävissä tutkimuksissa tai toimenpiteissä, joissa käytetään C-kaarta. (Henner, Schroderus-Salo & Hirvonen 2017.) Opinnäytetyön tuotteen, eli säteilyturvallisesta C-kaarityöskentelystä kertovan luennon pitämällä koetaan olevan hyötyä sairaanhoitajaopiskelijoille työelämään siirryttäessä.

Kirjallisuuden valinnassa on käytettävä harkintaa ja lähteisiin tulee suhtautua kriittisesti. Kriittistä näkökulmaa tarvitaan lähteitä valitessa ja niitä tulkitessa. Lähteitä voidaan arvioida iän, lähdetiedon alkuperän, lähteen tai julkaisijan uskottavuuden, puolueettomuuden ja kirjoittajan tunnettavuuden tai arvostettavuuden mukaan. Kaikenlaisen tutkimuksen luotettavuutta ja pätevyyttä tulee arvioida joillakin keinoin. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 113-114, 232.) Eettisestä näkökulmasta tarkasteltuna opettajalla täytyy olla vahva aiheen tietoperusta, sekä hän vastaa tiedollisista sisällöistä ja ammattitaitojen opettamisesta (Leino-Kilpi 2016, 75). Vaikka kyseessä ei olekaan tutkimus, vaan toiminnallinen opinnäytetyö, tulee sen luotettavuutta ja pätevyyttä arvioida. Opinnäytetyön raportin tulee rakentua luotettavan tiedon pohjalta ja todenmukaisesta teoriasta. Opinnäytetyön raportissa olevaa tietoa jaetaan eteenpäin toiminnallisen työn tuotteen, eli luennon muodossa.

7.2. Luennon suunnitleminen ja toteutus

Luento ei ole opettajan esitys, vaan oppimistilanne. Opettajan on hyvä suunnitella etukäteen, kuinka paljon ja mitä luennolla käsitellään. Liika informaatio ei edistä oppimista vaan uuvuttaa kuuntelijan. Tiedon lisäksi on pohdittava miten ja missä järjestyksessä asiaa käydään läpi. On tärkeää huomioida kuuntelijan taustatiedot aiheesta. Jos kuulijalla on kokemusta ja tietoa, voi erikoiskäsitteiden käyttö olla hyödyllistä. Jos taas kuulijalle aihe on vieras, on erityisen tärkeää vältellä vieraiden käsitteiden käyttöä. (Pruuki 2008, 82-84.) Osaamistavoitteet ohjaavat opetuksen rakentamista. Opetusta suunnitellessa voidaan pohtia, mitä tietoja täytyy oppia hyvin, mitkä tiedot ja periaatteet ovat välttämättömiä ymmärtää ja pystyä soveltamaan käytäntöön. (Koivula 2016, 67-70.) Opettajan tulisi myös huomioida, mitkä asiat aiheeseen liittyen ovat hänen mielestään tärkeitä ja mitkä herättävät hänessä itsessään kiinnostuksen tunteita. Opettaja voi pyrkiä siirtämään kiinnostuksen tunteita opiskelijoihin. Jos opettaja itse kokee aiheen kiinnostavana tai innostavana, voi opiskelija kokea samankaltaista kiinnostusta kyseisessä tilanteessa. (Juuti & Lavonen 2018.) Opetuksen suunnittelussa on huomioitava tavoitteet, käytössä oleva oppimateriaali ja työtavat sekä arviointi. Opetustilanteet muokkautuvat

suunnitelman edetessä ja toteutuvat harvoin alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti. (Pruuki 2008, 32-33.)

Optimaalisen oppimisen tilassa ihminen uppoutuu aiheeseen täysin; menettäen ajantajun. Tällöin ihminen kokee myös tekevänsä tai saavuttavansa jotakin merkityksellistä. Opeteltavan aiheen tulee olla sopivassa suhteessa kiinnostavaa, mutta myös haastavaa, jotta optimaalinen oppiminen olisi mahdollista. Liian suuri haaste uuvuttaa ja vähentää optimaalista oppimista, kun myös liian vähäinen haaste tylsistyyttää, eikä johda uuden oppimiseen. Opettaja voi lisätä opiskelijoiden oppimisintoa, antamalla opiskelijoille vaikuttamismahdollisuuksia asioihin. Tunteet ovat tärkeässä osassa oppimisen pohjassa. Jotkut tunteet lisäävät hyvien oppikokemusten syntymistä ja toiset estävät niitä. Optimaalisessa opetustilanteessa tulisi välttää kyllästymisen, hämmentymisen ja stressin tunteita. (Salmela-Aro 2018.)

Luentoja lähdettiin rakentamaan pidettäväksi sairaanhoitajaopiskelijoille 2017 vuonna aloittaneesta ryhmästä, joka oli valinnut vaihtoehtoihin opintoihin perioperatiivista hoitotyötä. Luentoja suunniteltaessa otettiin huomioon, mitä sairaanhoitajaopiskelijat aiheesta jo tiesivät. Opetussuunnitelman mukaisesti ryhmällä oli ollut opetusta säteilysuojelusta aikaisemmin yhden opistopisteen verran ja kuvantamisesta 0,5 opintopisteen verran. Luento sisällytettiin kertausta säteilysuojelun perusteista. Opetus kohdistettiin asioihin, jotka ovat tärkeitä sairaanhoitajien työn ja säteilyturvallisen työskentelyn kannalta. Luento pyrittiin rakentamaan niin, ettei se sisällä liikaa ja liian yksityiskohtaista tietoa ja on tehty sairaanhoitajien näkökulmasta. Suunnitelmien muuttuessa kontaktiluento muuttui etäluennoksi ja luentodiat tehtiin videomuotoon, jolloin dioihin saatiin äänitallenne. Äänitallenteet haluttiin pitää mahdollisimman tiiviinä, jotta opiskelijat jaksavat keskittyä ja kuunnella.

Luentomateriaali rakentui neljän luennon pääaihealueen ympärille. Luentomateriaalin lähteinä käytettiin mm. säteilylainsäädäntöä, säteilybiologian ja säteilyfysiikan kirjallisuutta, STUKin julkaisuja ja röntgenhoitajan tutkinto-ohjelmassa käytettyä materiaalia. Luentodioihin lisättiin myös linkkejä julkisiin Youtube-videoihin, jotka havainnollisivat mm. säteilyn siroamista, etäisyyden merkitystä, säteilyn biologisia vaikutuksia ja C-kaari työskentelyä. Aihealueet

etenivät järjestykseltään säteilyfysiikan ja säteilybiologian perusteista C-kaaren laiteoppiin ja toimenpiteisiin, sekä säteilysuojeluun. Luentodioja rakennettiin niin, että esille tuotiin olennaiset ja tärkeät asiat säteilynkäytöstä sairaanhoitajien näkökulmasta. Luennolle varattiin aikaa 90 minuuttia. Alustavassa tuntisuunnitelmassa jokaiselle aihealueelle arvioitiin kesto minuutteina. Luennolle varattiin sopiva tila Tampereen ammattikorkeakoulusta. Luento suunniteltiin pidettäväksi 25.3.2020. Tarkoituksena oli tuoda luennolle opiskelijoiden nähtäväksi sädesuojia ammattikorkeakoulun röntgenluokasta.

Alun perin suunniteltua kontaktiluentoa Tampereen ammattikorkeakoulun tiloissa ei lopulta voitu järjestää keväällä vallinneen koronaviruspandemian ja Suomen hallituksen määräysten vuoksi. Tästä syystä suunnitelmaa muutettiin ja tuntisuunnitelma päivitettiin (Liite 1.). Kontaktiluennon sijaan sairaanhoitajaopiskelijoille luotiin Tampereen ammattikorkeakoulun Tabula-oppimisalustalle oma kurssi aihetta varten. Valmiit PowerPoint-luentodiat (Liite 2.) jaettiin neljän aihealueen mukaisesti osiksi. Jokaisesta aihealueesta rakennettiin Powerpointin avulla oma äänitallenteinen video. Säteilyturvallinen C-kaarityöskentely-oppimisalusta sisälsi kurssin ja aiheen esittelyn, neljän aihealueen videot, kyselylomakkeet ja palautteenannon. Jokaisesta aihealueesta luotiin kyselylomake (Liite 3.), jossa oli kysymyksiä kyseiseen aiheeseen liittyen. Kyselylomakkeet tehtiin Microsoft Formsin avulla. Opiskelijoille annettiin viikko aikaa katsoa kurssin materiaali ja vastata kysymyslomakkeisiin. Kyselylomakkeen avulla haluttiin varmistaa, että opiskelijat ovat perehtyneet luentomateriaaliin ja materiaalin perusteella osaavat vastata laadittuihin kysymyksiin. Kysymysten vastausten perustella pystytään myös arvioimaan materiaalin laatimisen ja opetuksen onnistuneisuutta.

Tavoitteena oli, että jokainen opiskelija katsoo kurssin videot, sekä vastaa kysely- ja palautelomakkeisiin. Opiskelijoilla oli viikko aikaa katsoa kurssimateriaali ja vastata lomakkeisiin (27.3.-3.4.2020). Aikaa pidennettiin, sillä kaikki opiskelijat eivät olleet suorittaneet kurssitehtäviä viikon sisällä. Opiskelijat saivat muistutuksen kurssin suorittamisesta. Emme saaneet täyttä vastausprosenttia kyselylomakkeisiin ja palautelomakkeeseen. Ensimmäiseen osioon vastasi 13 opiskelijaa, toiseen 12 opiskelijaa, kolmanteen yhdeksän opiskelijaa ja neljänteen 10 opiskelijaa.

7.3. Opiskelijapalautte ja palautteen tulokset

Opiskelijapalautetta voidaan käyttää opetuksen ja oppimisen laadun mittarina. Palautetta voi hyödyntää oman opetuksen kehittämisessä tai kyseisen opetussuunnitelman kehittämisessä. (Salminen & Koivula 2016, 307.) Palautetta hyödynnetään tässä työssä myös yksittäisen luennon kohdalla. Arviointi tuottaa tietoa opetuksen vaikuttavuudesta, laadusta ja kehittämistehtävistä. (Ruotsalainen & Kääriäinen 2016, 246.) Luentoja, sen pätevyyttä ja onnistumista arvioidaan osittain palautelomakkeen avulla. Lomakkeen tulee näyttää selkeältä, helposti täytettävältä ja avovastauksille tulisi olla riittävästi tilaa. Lyhyet kysymykset on helppo ymmärtää. Kysymykset eivät saisi olla johdattelevia tai kaksoismerkityksellisiä. Kysymysten määrää ja järjestystä lomakkeessa on hyvä harkita. (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009, 202-204.) Avoimet kysymykset antavat vastaajille mahdollisuuden ilmaista itseään omin sanoin ja ne auttavat tunnistamaan motivaatioon liittyviä seikkoja (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2009, 201).

Kurssiin sisällytettiin palautelomakkeen täyttäminen. Palautelomake (Liite 4.) sisälsi Likert-asteikon kysymyksiä uuden oppimisesta, kurssin sisällön hyödyllisyydestä, kiinnostavuudesta ja aiheen tärkeydestä. Opiskelijoilla oli mahdollisuus antaa myös avointa palautetta. Avointen kysymysten kautta vastaajajoukko voi ilmaista vapaasti mielipiteensä luennon hyödyistä ja tiedon välittämisestä, jonka avulla voidaan arvioida opinnäytetyön tavoitteen täyttymistä.

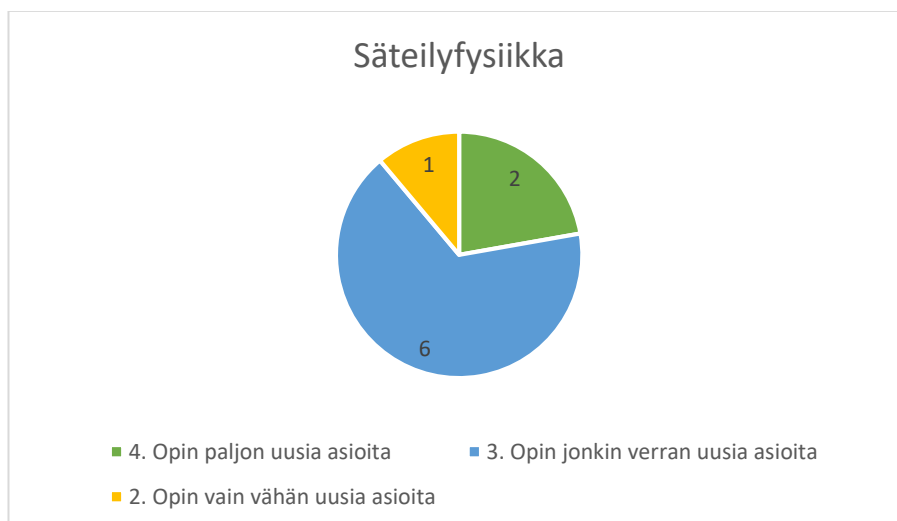
Palautelomakkeen kysymykset muodostettiin Likert-asteikon tyyppisesti. Uuden oppimiseen liittyvissä kysymyksissä vastausvaihtoehdot olivat: 1. En oppinut mitään uutta, 2. Opin vain vähän uusia asioita, 3. Opin jonkin verran uusia asioita, 4. Opin paljon uusia asioita ja 5. Suurin osa tiedosta oli uutta. Hyödyllisyyteen ja kiinnostavuuteen liittyvissä kysymyksissä vastausvaihtoehdot olivat: 1 = Ei juuri ollenkaan, 2 = Jokseenkin, 3 = Neutraali, 4 = Kyllä, hyvin, 5 = Kyllä, erittäin. (Liite 4.) Opiskelijapalautteita tuli yhteensä yhdeksän kappaletta ja niistä kuudessa oli Likert-asteikon kysymysten lisäksi avointa kirjallista palautetta.

Ensimmäiseksi palautelomakkeessa kysyttiin yleisesti, oppiko kurssista jotain uutta. (Kuvio 1.) Palautteen perusteella suurin osa vastaajista kertoi oppineensa paljon uusia asioita (3 opiskelijaa, 33%), tai jonkin verran uusia asioita (6 opiskelijaa, 67%).



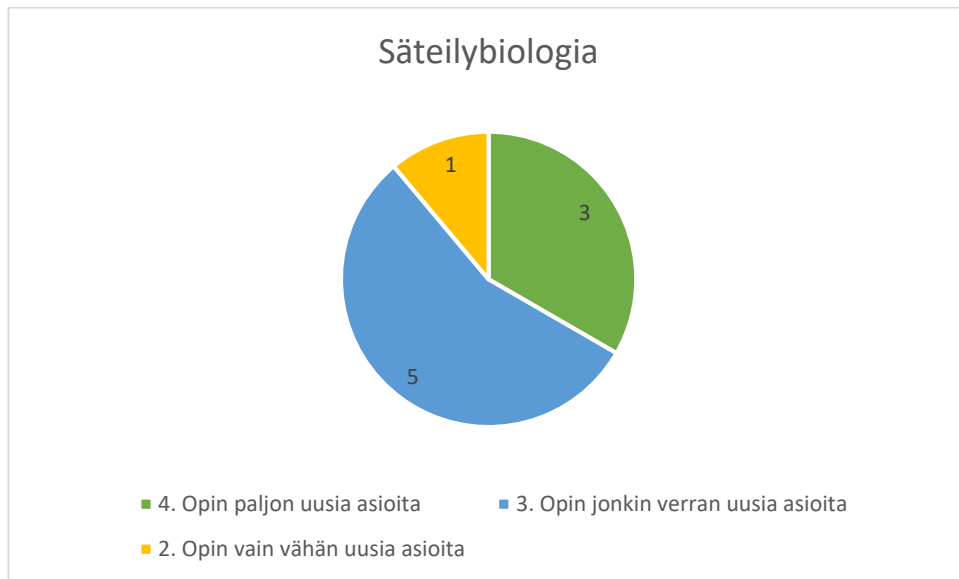
KUVIO 1. Opitko jotain uutta?

Säteilyfysiikkaan liittyen (Kuvio 2.) yksi opiskelija (11%) vastasi, että oppi vain vähän uusia asioita, kaksi opiskelijaa koki oppivansa paljon uusia asioita (22%) ja kuusi opiskelijaa (67%) oppivat jonkin verran uusia asioita.



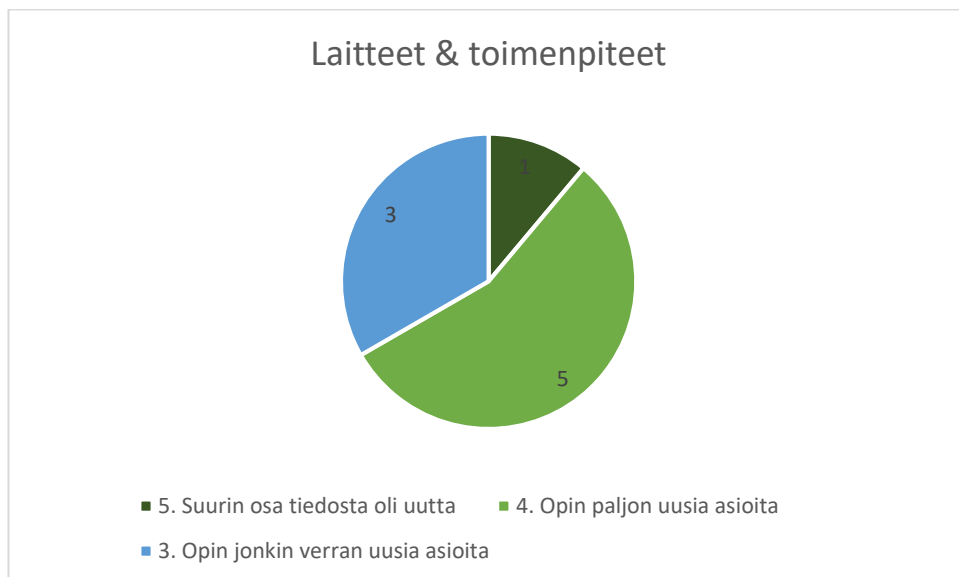
KUVIO 2. Säteilfysiikkaan liittyvä oppiminen.

Säteilybiologiaan liittyen (Kuvio 3.) yksi opiskelija (11%) vastasi oppivansa vain vähän uusia asioita, kolme opiskelijaa (33%) vastasi oppivansa paljon uusia asioita ja viisi opiskelijaa (56%) vastasivat oppivansa jonkin verran uusia asioita.



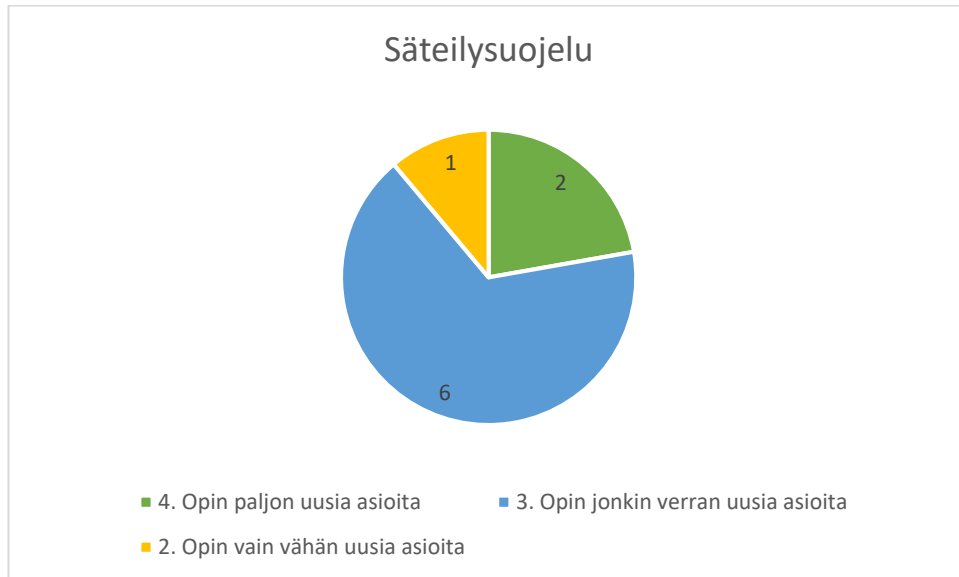
KUVIO 3. Säteilybiologiaan liittyvä oppiminen.

Laitteista ja toimenpiteistä (Kuvio 4.) yhdelle opiskelijalle (11%) suurin osa tiedosta oli uutta. Kolme opiskelijaa (33%) oppivat jonkin verran uusia asioita ja viisi opiskelijaa (56%) oppivat paljon uusia asioita.



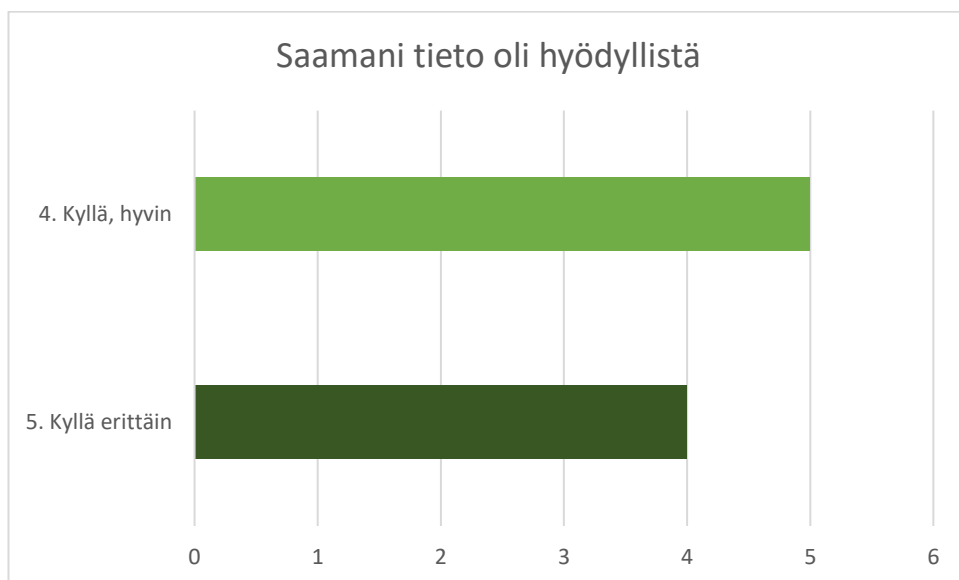
KUVIO 4. Laitteisiin & toimenpiteisiin liittyvä oppiminen.

Säteilysuojelusta (Kuvio 6.) yksi opiskelija (11%) vastasi oppivansa vain vähän uusia asioita, kaksi opiskelijaa (22%) vastasi oppineensa paljon uusia asioita ja kuusi opiskelijaa (67%) kertoi oppineensa jonkin verran uusia asioita.



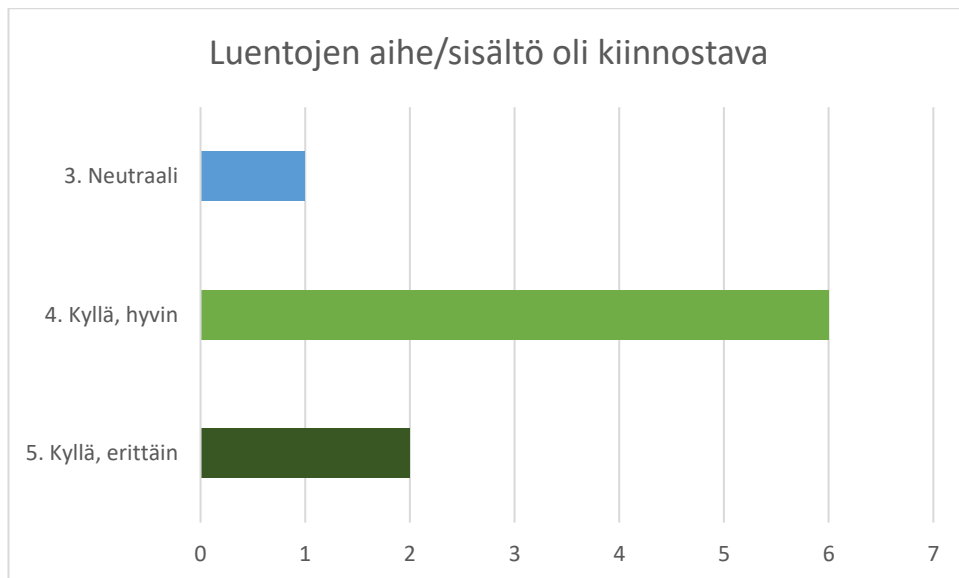
KUVIO 5. Säteilysuojeluun liittyvä oppiminen.

Seuraavaksi kysyttiin, kokivatko opiskelijat tiedon olleen hyödyllistä, luennon aiheen olleen kiinnostava ja säteilysuojelun aiheena olevan tärkeä. Viisi opiskelijaa koki tiedon olleen hyvin hyödyllistä ja neljä opiskelijaa erittäin hyödyllistä. (Kuvio 6.)



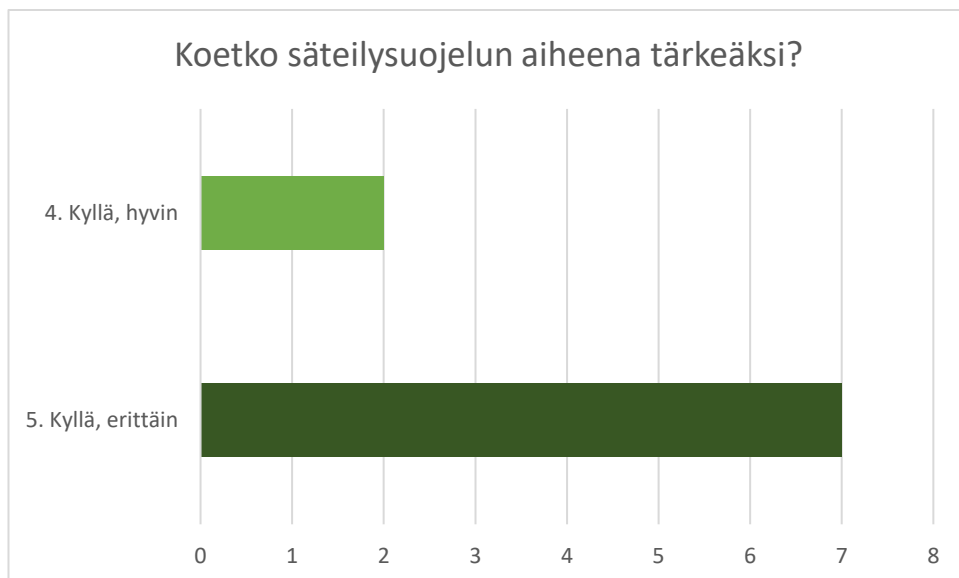
KUVIO 6. Tiedon hyödyllisyys.

Aiheen ja sisällön kiinnostavuuden koki neutraaliksi yksi opiskelija, hyvin kiinnostavaksi 6 opiskelijaa ja erittäin kiinnostavaksi 2 opiskelijaa. (Kuvio 7.)



KUVIO 7. Aiheen ja sisällön kiinnostavuus.

Säteilysuojelun aiheena hyvin tärkeäksi koki kaksi opiskelijaa ja erittäin tärkeäksi seitsemän opiskelijaa. (Kuvio 8.)



KUVIO 8. Säteilysuojelun tärkeys.

Myös avoimesta palautteesta voidaan huomata, että opiskelijat kokivat aiheen tärkeäksi ja hyödylliseksi. Lisäksi avoimista palautteista ilmenee, että säteilysuojelua on jo opetettu, mutta useat opiskelijoista oppivat kurssilla uutta ja kokivat asioiden kertaamisen tarpeelliseksi. Luennossa huomioitiin sairaanhoitajien näkökulma. Tabula-kurssi koettiin hyvin toteutetuksi ja sekä sitä

pidettiin hyvänä, että diojen tukena oli äänitallenteet, jotka auttoivat keskittymään. Kysymyslomakkeita pidettiin asiaan sopivina. Palautteen perusteella luentodioja ja videoiden äänityksiä pidettiin selkeinä, kompakteina ja sopivan rauhallisina, mutta toisaalta palautetta saatiin myös liian hitaasta puheesta. Yksi vastaaja kertoi, ettei pitänyt aihetta mielenkiintoisena, mutta diaesitys oli tehty mielenkiintoiseksi seurata. Monimutkaiset ja vaikeat asiat koettiin selkeästi kerrotuiksi ja ymmärrettävästi selitetyiksi. Avoimessa palautteessa toivottiin, että luentodiat olisivat saatavilla Tabula-alustalla myös ilman ääniraitoja. Kysymyslomakkeisiin toivottiin, että vastausten antamisen jälkeen opiskelija näkisi, onko vastannut kysymykseen oikein.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe lähti rakentumaan mielenkiinnonkohteidemme perusteella. Koemme säteilyturvallisuuden tärkeäksi aiheeksi ja läpivalaisu- ja angiografiyksiköt työympäristöinä mielenkiintoisiksi. Ajatus luennon järjestämisestä lähti liikkeelle, kun halusimme tuoda esille tietoa säteilyturvallisuudesta ja sen tärkeydestä. Koska moniammatillisuus korostuu sairaalaympäristössä, halusimme säteilysuojelun tietojen ja taitojen tavoittavan röntgenhoitajien lisäksi muitakin ammattiryhmiä. Kun opinnäytetyön lopullinen aihe ja yhteistyökumppani varmistui, saimme Tampereen ammattikorkeakoulun kautta perioperatiivisen hoitotyön sairaanhoitajaopiskelijoista kohdeyleisön luentoa varten.

Eettisestä näkökulmasta opinnäytetyön tekijöinä ja oppitunnin järjestäjinä vastaamme tietosisällöstä, jota jaetaan. Olemme hakeneet tietoa mahdollisimman laadukkaista ja luotettavista lähteistä. Valitsimme lähteitä, joiden luotettavuudesta olimme varmoja ja joiden sisältöä on turvallista jakaa opetuksessa eteenpäin. Osa lähteistä on julkaisuajankohdaltaan vanhempia, mutta olemme todenneet niiden olevat yhä valideja. Perehdyimme lähteisiin kattavasti, jotta pystyimme takaamaan opiskelijoille asiantuntevaa opetusta. Luentodiojen tekijänoikeudet kuuluvat opinnäytetyön tekijöille. Luentodioissa on käytetty kuvia, joiden lähteet on merkitty. Osa käytetyistä grafiikoista on PowerPointin omistamia kuvakkeita. Tampereen ammattikorkeakoululla on tuotteen käyttöoikeus. Kurssialustan kyselylomakkeet ja palautelomake eivät keränneet henkilötietoja vastaajista, jolloin yksittäistä vastausta ei voitu yhdistää tiettyyn opiskelijaan. Näin turvattiin opiskelijoiden anonymiteettiä.

Vaikka toiveenamme oli järjestää kontaktiluento ja olisimme pitäneet sitä parempana vaihtoehtona, täytyi tarvittavat muutokset tehdä. Suunnitelman muuttuessa kontaktiluennon pitämisestä luentonauhoitteiden äänittämiseen ja Tabula-kurssin avaamiseen, sovittuun luentopäivämäärään oli enää suhteellisen vähän aikaa. Luento oli suunniteltu pidettäväksi 25.3.2020. Suunnitelman muutoksista huolimatta pyrimme julkaisemaan kurssimateriaalin Tabula-oppimisalustalle mahdollisimman samana ajankohtana. Lopulta avasimme

Tabula-kurssin sairaanhoitajaopiskelijoille 27.3.2020. Äkillisistä muutoksista huolimatta koemme, että lopputulos on onnistunut. Pysyimme hyvin aikataulussa ja muutoksien tekeminen sujui ongelmitta.

Kontaktiluennon avulla oppimistilanne olisi ollut vuorovaikutteisempi. Opiskelijoiden mahdollisiin kysymyksiin olisi voitu vastata luennon aikana ja vastavuoroisesti opiskelijoille olisi voinut esittää kysymyksiä. Kontaktiluento olisi mahdollistanut yhteistä vapaata keskustelua aiheesta, palaamista aiemmin käytyyn asiaan tai tarkennuksen antamista luennon asioista. Myös käytännön opettaminen esimerkkien avulla jäi pois muun muassa sädesuojiiin liittyvissä asioissa. Toisaalta luennosta tuli konkreettinen versio, eli sitä voidaan hyödyntää uudelleen ja opiskelijat voivat palata kurssialustalle halutessaan.

Luentonauhoitteiden äänittämiseen panostettiin. Luentodioihin äänittämisen pystyi tekemään osissa, jolloin puhumisessa pystyi pitämään taukoa ja jatkamaan suoraan siitä, mihin äänittämisen oli jättänyt kesken. Äänitallenteen pystyi tekemään jokaiselle luentodialle erikseen, jolloin virheet puheessa oli helppo korjata. Tämä helpotti huomattavasti äänitteiden tekemistä. Käytimme molemmat äänittämisen tukena tukisanalista, jonka avulla puheen pystyi suunnitella etukäteen diakohtaisesti. Äänenkäyttöön ja puheen selkeyteen kiinnitti enemmän huomiota äänitteitä tehdessä, kuin luultavasti olisi kiinnittänyt kontaktiluennon aikana.

Vuorovaikutuksen jäädessä pois haluttiin varmistaa, että opiskelijat ovat ymmärtäneet opetettuja asioita, joten kurssia varten laadittiin kyselylomakkeet jokaisesta neljästä aihealueesta. Kysymyslomakkeiden tekemiseen jäi muutoksen jälkeen vähän aikaa, joka vaikutti lopputulokseen. Laaditut kyselylomakkeet kysymyksineen olivat asiaan sopivia oppimistehtäviä, mutta kysymyspohja oli luotu sellaiseksi, että opiskelija ei tiennyt vastasiko hän kysymykseen oikein vai väärin. Kysymyslomakkeisiin olisi hyvä lisätä oikeat vastaukset, jolloin ne tukisivat paremmin opiskelijoiden oppimista. Lähetimme opiskelijoille kysymyslomakkeiden oikeat vastaukset jälkikäteen Tabula-viestillä. Myös kysymysten määrää olisi voinut lisätä.

Palautteen perusteella luentodiat voisi myös lisätä alustalle ilman ääniraitoja, jolloin opiskelija pystyisi helpommin palaamaan tiettyyn haluamaansa diaan luennon kuuntelemisen jälkeen. Olisi myös optimaalista saada jokaisen kurssille osallistujan vastaus kysymys- ja palautelomakkeisiin, silloin kun ne sisällytetään pakolliseksi kurssiin. Opinnäytetyöprosessin aikana on myös hyvä olla varautunut mahdollisiin muutoksiin. Tällä kerralla opinnäytetyön tuote muutti oleellisesti muotoaan. Tämänkaltaisten muutosten takia on hyvä ottaa huomioon myös aikataululliset asiat, mikäli joudutaan muuttamaan suunnitelmia. Videomuodossa toteutettu luento ja luentodiat jäävät Tampereen ammattikorkeakoulun käyttöön ja opetusmateriaalia voidaan hyödyntää myös tulevien ryhmien säteilysuojelukoulutuksen tukena esimerkiksi kertauksena opintojen loppupuolella.

LÄHTEET

Coldwell, T., Cole, P., Edwards, C., Makepeace, J., Murdock, C., Odams, H., Whitcher, R., Willis, S. & Yates, L. 2015. *Journal of Radiological Protection*. 35 (4), 917-933. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0952-4746/35/4/917>

Cole, P., Hallard, R., Broughton, J., Coates, R., Croft, J., Davies, K., Devine, I., Lewis, C., Marsden, P., Marsh, A., McGeary, R., Riley, P., Rogers, A., Rycraft, H. & Shaw, A. 2014. Developing the radiation protection safety culture in the UK. *Journal of Radiological Protection* 34, 469-484. <http://www.l2businessconsulting.com/wp-content/uploads/2017/06/SRP-Developing-the-radiation-protection-safety-culture-in-the-UK-2014.pdf>

Doseco. N.d. a. Yritys. Luettu 6.8.2020. <https://www.doseco.fi/doseco>

Doseco. N.d. b. Palvelut. Henkilöannosmittaukset. Luettu 6.8.2020. <https://www.doseco.fi/palvelut/henkiloannosmittaukset/>

Havukainen, R. & Henner, A. 2011. Hoitajien säteilysuojelukoulutuksessa kehitettävää. *Pinsetti*. 2011(4):21-23

Health and Safety Executive. Common topic 4: Safety Culture. N.d. Luettu 26.03.2020 <https://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/common4.pdf>.

Heikkilä, P. 2013. Säteilyn käyttötavat leikkaussaleissa: Kartoitus säteilynkäytön turvallisuuskulttuuriin vaikuttavista tekijöistä suomalaisissa leikkaussaleissa. *Terveystieteiden laitos. Oulun yliopisto. Pro gradu -tutkielma.*

Henner, A. & Liimatainen, P. 2011. Säteilynkäytön turvallisuuskulttuurin parantaminen läpivalaisutyöskentelyssä. *Pinsetti*. 2011(4):20-21.

Henner, A., Schroderus-Salo T. & Hirvonen, L. 2017. Sairaanhoidaja säteilyn käyttäjänä. Koivisto, K., Henner, A. & Kiviniemi, L. (toim.) 2017. *Hoitotyön koulutus ja tutkimus- ja kehittämistoiminta – ajankohtaisia ja tulevaisuutta ennakoivia haasteita.* ePooki. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut 43. Luettu 15.01.2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017120419567>

Hirvonen, L., Schroderus-Salo, T., Henner, A., Ahonen, S., Kääriäinen, M., Miettunen, J. & Mikkonen, K. 2019. Nurses' knowledge of radiation protection: a cross-sectional study. *Radiography*. 25 (4), e108-e112. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1078817419300549>

Hyde, A., Coughlan, B., Naughton, C., Hegarty, J., Savage, E., Grehan, J., Kavanagh, E., Moughty, A. & Drennan, J. 2016. Nurses', physicians' and radiographers' perceptions of the safety of a nurse prescribing of ionizing radiation initiative: A cross-sectional survey. *International Journal of Nursing Studies*.58,21-30. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020748916000055>

IAEA, International Atomic Agency. 1991. Safety Culture: Safety series 75-INSAG-4. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub882_web.pdf

IAEA, International Atomic Energy Agency. 2002. Key Practical issues in strengthening safety culture. Safety Series INSAG-15. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1137_scr.pdf

ICRP. 2010. Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures outside the Imaging Department. ICRP Publication 117. ICRP 40 (6). https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_40_6

Jokela, K. 2006. Ionisoimaton säteily ja sähkömagneettiset kentät. Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus- kirjasarja, osa 6. Hämeenlinna 2006. Säteilyturvakeskus. https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/6_1_1.pdf/c1de870c-bc49-42d5-bc8d-83b6c4ddab9a

Juuti, K. & Lavonen, J. 2018. Opettaja voi tukea oppilaan kiinnostuksen kehittymistä. Motivaatio ja oppiminen. Jyväskylä: PS-kustannus. Verkkolähde

Kim, C., Vasaiwala, S., Haque, F., Pratap, K. & Vidovich, M.I. 2010. Radiation safety among cardiology fellows. The American Journal of Cardiology. 106 (1), 125-128. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002914910006235>

Koivula, M. 2016. Koulutuksen suunnittelu. Teoksessa Saaranen, T., Koivula, M., Ruotsalainen, H., Wärnä-Furu, C. & Salminen, L. (toim.) Terveystieteiden tutkimuskeskuksen opettajan käsikirja Helsinki: Tietosanoma. 57-70.

Le Heron, J., Padovani, R., Smith, I. & Czarwinski, R. 2010. Radiation protection of medical staff. European Journal of Radiology. 76 (1), 20-23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0720048X10003098>

Lee, W.J., Woo, S.H., Seol, S.H., Kim, D.H., Wee, J.H., Choi, S.P., Jeong W.J., Oh, S.H., Kyong, Y.Y. & Kim, S.W. 2016. Physician and nurse knowledge about patient radiation exposure in the emergency department. Nigerian Journal of Clinical Practice 19 (4), 502-507. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27251968/>

Leino-Kilpi, H. 2016. Eettiset kysymykset opettajan työssä. Teoksessa Saaranen, T., Koivula, M., Ruotsalainen, H., Wärnä-Furu, C. & Salminen, L. (toim.) Terveystieteiden tutkimuskeskuksen opettajan käsikirja. Helsinki: Tietosanoma. 73-87.

Massalha, S., Almufelh, A., Small, G., Marvin, B., Keidar, Z., Israel, O. & Kennedy, J. 2019. Strategies for Minimizing Occupational Radiation Exposure in Cardiac Imaging. Current Cardiology Reports. 21 (8), 71. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31227929/>

Marttila, O. J. 2002. Suuret ja yksiköt. Säteily ja sen havaitseminen. Säteily- ja ydinturvallisuus- kirjasarja. Helsinki. Säteilyturvakeskus.

Miller, D., Vañó, E., Bartal, G., Balter, S., Dixon, R., Padovani, R., Schueler, B., Cardella, J. & de Baère, T. 2010. Occupational radiation protection in interventional radiology: a joint guideline of the Cardiovascular and Interventional Radiology Society of Europe and the Society of Interventional Radiology. *Journal of Vascular and Interventional Radiology*. 21 (5), 607-615. [https://www.jvir.org/article/S1051-0443\(10\)00086-2/fulltext#secd39532433e640](https://www.jvir.org/article/S1051-0443(10)00086-2/fulltext#secd39532433e640)

Mustonen, K-L., Sjöblom, R., Bly, R., Havukainen, T.K., Ikäheimo, A., Kosunen, A., Markkanen, M., Paile, W. 2009. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103. STUK-A235. 2/2009. Säteilyturvakeskus. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124335/stuk-a235.pdf?sequence=1>

Mustonen, R. & Salo, A. 2002. Säteily ja solu. Teoksessa Wendla, P. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. STUK Säteily- ja ydinturvallisuus – kirjasarja. 27-39. Luettu 5.8.2020. https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_luku2.pdf/1946f746-2f35-42bd-8d04-90e5853850da

Nyberg, H. & Jokela, K. 2006. Sähkömagneettiset kentät. Säteily- ja ydinturvallisuus- kirjasarja. Helsinki. Säteilyturvakeskus.

Paasonen, T. 2011. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen perus- ja jatkokoulutukseen sisältyvä säteilysuojelukoulutus Suomessa 2010. STUK-B 133. Luettu 03.05.2019. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124204/stuk-b133.pdf?sequence=1>

Paile, W. 2002. Säteilyvammat. Teoksessa Paile, W. (toim.) Säteilyn terveysvaikutukset. STUK säteily- ja ydinturvallisuus – kirjasarja. 50-63. Luettu 5.8.2020. https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja4_04_1.pdf/4601cba6-0eb1-4f9f-96ae-18b56770d9c7

Pruuki, L. 2008. Ilo opettaa: tietoa, taitoa ja työkaluja. Helsinki: Edita.

Roguin, A., Goldstein, J., Bar, O. & Goldstein, J.A. 2019. Brain and Neck Tumors Among Physicians Performing Interventional Procedures. *The American Journal of Cardiology*. 111 (9), 1368-1372. <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.libproxy.tuni.fi/23419190/>

Ruonala, V. (toim.) 2019. Radiologisten tutkimusten ja toimenpiteiden määrät vuonna 2018. STUK-B242. Luettu 12.07.2020. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138743/STUK-B242.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ruotsalainen, H. & Kääriäinen M. 2016. Opiskelijan arviointi. Teoksessa Saaranen, T., Koivula, M., Ruotsalainen, H., Wärnå-Furu, C. & Salminen, L. (toim.) Terveystieteiden tutkimuskeskuksen opettajan käsikirja. Helsinki: Tietosanoma. 245-260.

Salminen, L. & Koivula, M. 2016. Opettajien osaaminen ja sen kehittäminen. Teoksessa Saaranen, T., Koivula, M., Ruotsalainen, H., Wärnä-Furu, C. & Salminen, L. (toim.) Terveysalan opettajan käsikirja Helsinki: Tietosanoma. 300-310.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä 22.11.2018/1044

STUK. 2015. Mitä säteily on? Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. Päivitetty 14.5.2015. Luettu 1.10.2020. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/terveyshaittojen-ehkaisu-ohjeet>

STUK. 2018. Säteilyn käytön turvallisuus kardiologiassa. Luettu 03.05.2019. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/136835/STUK-opastaa-Kardiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

STUK. 2020a. Ionisoiva säteily. Mitä säteily on? Päivitetty 3.6.2020. Luettu 5.10.2020. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ionisoiva-sateily>

STUK. 2020b. Terveyshaittojen ehkäiseminen säteilysuojelulla. Päivitetty 8.10.2020. Luettu 5.10.2020. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/terveyshaittojen-ehkaisu-ohjeet>

STUK. N.d. Sanasto. Mitä säteily on. Päivitetty 02.12.2019. Luettu 30.3.2020. <https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sanasto>

STUK S/1/2018. Säteilyturvakeskuksen määräys työperäisen altistuksen selvittämisestä, arvioinnista ja seurannasta.

Suomen Röntgenhoitajaliitto. 2000. Suomen Röntgenhoitajaliiton eettiset ohjeet. Luettu 03.10.2020. https://www.sorf.fi/doc/Ohjeet_ja_saannot/eettisetohjeet.pdf

Suutari, J. (toim.) 2019. Kuljetettavien läpivalaisulaitteiden käyttö terveydenhuollon päivystysyksiköissä. Terveystieteiden tutkimuskeskuksen raportti. STUK-B 243. Luettu 29.05.2020. <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/138805/B-243.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Säteilylaki 09.11.2018/859

Tampereen ammattikorkeakoulu. N.d. Opinto-opas. Opetussuunnitelmat. 19SH Sairaanhoidajan tutkinto-ohjelma. Luettu 16.01.2020. <http://opinto-opas-ops.tamk.fi/index.php/fi/167/fi/49595/19SH/year/2019>

Tapiovaara, M., Pukkila, O. & Miettinen A. 2004. Röntgensäteilydiagnostiikassa. Teoksessa Pukkila O. (toim.) Säteilynkäyttö. Helsinki: Säteilyturvakeskus. 13-182. https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja3_1.pdf/a825da96-784a-4868-80a7-3a3d33549257

Tarek, A. & Taha, S. 2017. Radiation exposure, the forgotten enemy: toward implementation of national safety program. The Egyptian Heart Journal. 69 (1), 55-62. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110260816300618>

Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 22.11.2018/1034

Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi

Yurt, A., Çavuşoğlu, B. & Günay, T. 2014. Evaluation of awareness on radiation protection and knowledge about radiological examinations in healthcare professionals who use ionized radiation at work. *Molecular Imaging and Radionuclide Therapy* Jun 23 (2), 48-53. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4067876/>

Zhou, G.Z., Wong, D.D., Nguyen, L.K. & Mendelson, R.M. 2010 Student and intern awareness of ionizing radiation exposure from common diagnostic imaging procedures. *Journal of Medical Imaging and Radiation Oncology*. 54 (1), 17-23. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20377710/>

LIITTEET

Liite 1. Tuntisuunnitelma

AIHE	SISÄLTÖ	KESTOARVIO
Säteilyfysiikan perusteet	Säteilylajit ja niiden jaottelu Säteilyn eteneminen ja vaimeneminen Säteilyannokset Annosrajat	10 min
Säteilybiologia	Säteilyn vaikutukset Säteilyn haitat Suorat vs. satunnaiset	10 min
Laitteet & toimenpiteet	C-kaari ja sen ominaisuudet Toimenpidehuone Sädesuojat Annosseuranta	10 min
Säteilysuojelu	Säteilylaki ja koulutus Säteilysuojelun periaatteet Aika, suoja, etäisyys 10 pearls of radiation protection (RPOP) Potilaan ja työntekijän näkökulmat	15 min
Kysymyksiin vastaaminen	Microsoft forms: Jokaisesta osa-alueesta omat kysymykset	20 min
Palaute	Microsoft forms: Pakolliset kysymykset ja avoin palaute	10 min

Liite 2. Luentodiat

Luento 1: Fysiikka

Fysiikka

Säteily on..

ionisoimatonta

- Ultraääni
- Infrapunasäteily
- Sähkö- ja magneettikentät
- Radiotaajuinen säteily
- Ultraviolettisäteily
- Näkyvä valo

tai...

ionisoivaa

- Röntgensäteily
 - Alfasäteily
 - Beetasäteily
 - Gammasäteily
- } isotooppitutkimukset

Ionisoiva säteily

Ionisoivalla säteilyllä on riittävästi energiaa irrottamaan säteilyn kohteeksi joutuvan aineen atomeista elektroneja tai rikkomaan aineen molekyyliä

..Eli se kykenee tekemään vaurioita ihmisen kudoksissa
-> tästä syystä haitallista ihmisen terveydelle

Säteily on..

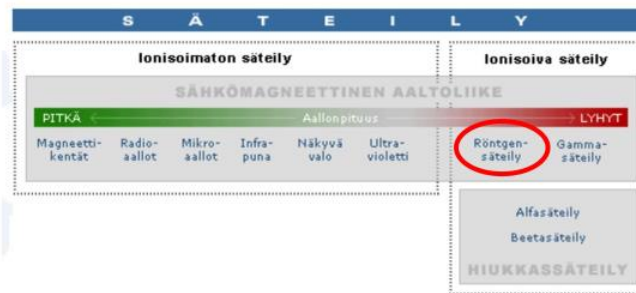
hiukkassäteilyä

Erialaisten ydinhukkasten, kuten alfa- tai beetahiukkasten, neutronien, elektronien tai protonien aiheuttamaa

sähkömagneettista aaltoliikettä

Sähkö ja magneettikenttien synnyttämää aaltoliikettä, joka etenee valon nopeudella

Fotonit eli valokvantit etenevät poikittaisena aaltoliikkeenä

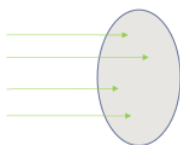


STUK 2019

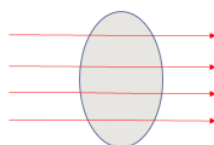


Säteilyn eteneminen

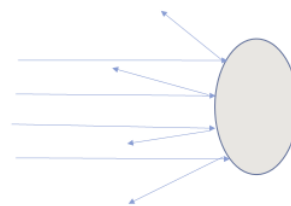
Osa säteilystä menettää energiansa ja jää kohdekudokseen eli ns. imeytyy



Osa menee kohteen läpi ja jatkaa etenemistä



Osa siroaa kohteen pinnalta aiheuttaen hajasäteilyä



- Absorboitunut annos
- Ekvivalenttiannos
- Efektiivinen annos

Säteilyannos



Absorboitunut annos (Gy, gray)

- Kuinka suuren määrän energiaa säteily on jättänyt kohdeaineeseen massayksikköä kohti
- Säteilyn vaikutukset kohdeaineeseen riippuvat aineeseen siirtyneen energian määrästä
- mGy



Ekvivalentti annos (Sv, sievert)

- Säteilyn tietylle elimelle tai kudokselle aiheuttama terveydellinen haitta
- Voidaan laskea säteilystä elimeen tai kudokseen massayksikköä kohden siirtyneen energian ja säteilyn painotuskertoimen tulona



Efekttiivinen annos (Sv, sievert)

- Säteilyn aiheuttama terveydellinen kokonaishaitta
- Voidaan laskea altistuneiden elinten ja kudosten ekvivalenttiannosten summana
- Huomioitava kunkin kudoksen ja elimen säteilyherkkyys
- Säteilyherkkiä elimiä mm: sukurauhaset, keuhkot, luuydin, rintarauhanen, kilpirauhanen



Annosnopeus

- Mitattavissa säteilymittarilla
- Kuinka suuren annoksen ihminen saa tietyssä ajassa
- Sv/h
- mSv/h tai $\mu\text{Sv/h}$
- Taustasäteilyn annosnopeus Suomessa 0,04 - 0,30 $\mu\text{Sv/h}$



Etäisyyden neliölaki

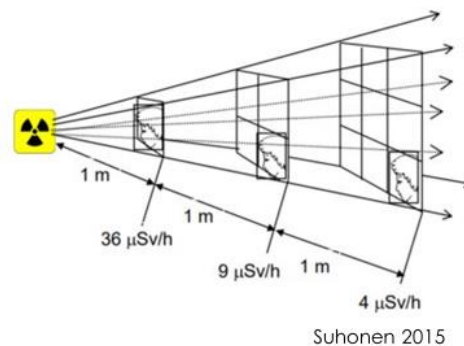
Säteily vaimenee etäisyyden neliöön

Esimerkki:

Jos alkuperäinen etäisyys on 20cm ja vetäydytään 100cm päähän

-> annosnopeus pienenee $(20\text{cm}/100\text{cm})^2$

..eli 1/25 alkuperäisestä annosnopeudesta



Annosrajat

Annosten tarkkailu

väestö

Efektiivinen annos < 1mSv

säteilytyöntekijä

Efektiivinen annos < 20mSv



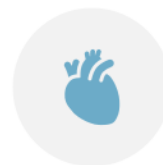
Säteilyannos



KEUHKOJEN NATIIVI-RTG, 2 PROJEKTIOTA
0,1 MSV EFEKTIIVINEN ANNOS
VASTAA 12 PÄIVÄN TAUSTASÄTEILYÄ



VATSAN CT-TUTKIMUS
12 MSV EFEKTIIVINEN ANNOS
VASTAA 4 VUODEN TAUSTASÄTEILYÄ



KARDIOLOGISTEN TOIMENPITEIDEN
EFEKTIIVISET ANNOKSET VOIVAT OLLA 100-
KERTAISIA KEUHKOKUVAAN NÄHDEN,
JOPA 100 MSV



Luento 2: Biologia

Säteilybiologia



- Kun ionisoiva hiukkanen tai fotoni osuu solun vesimolekyyliin tai tumaan, solu voi vaurioitua
- Seurauksena voi olla:
 - solun kuolema
 - perimän vaurioituminen
 - soluvaurion korjaantuminen ja normaali toiminnan jatkaminen
 - muuntuminen syöpäsolun esiasteeksi
 - jakautumiskyvyn menetys



Säteilyn haitat

Deterministiset eli suorat haitat

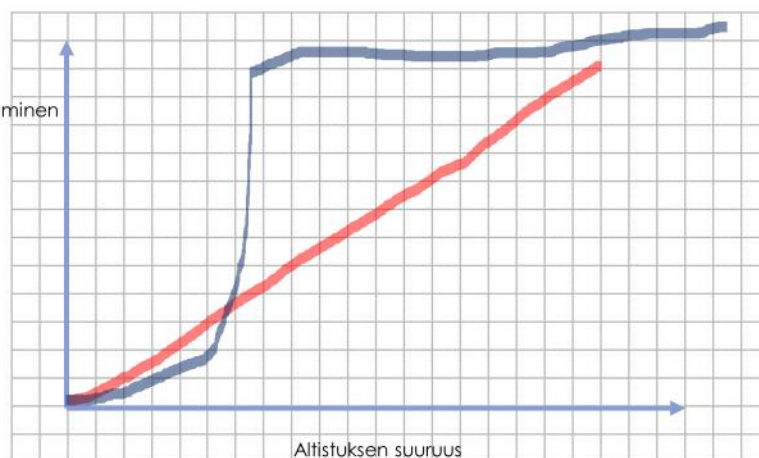
- Suuri ja äkillinen säteilyaltistus
- Varmoja haittoja, jotka johtuvat suuresta solutuhosta

Stokastiset eli satunnaiset haitat

- Tilastollisia haittoja
 - Satunnainen geneettinen muutos, joka voi johtua pienestäkin säteilyaltistuksesta
- "yksi osuma huonoon kohtaan"



Haitan ilmaantuminen



Suorat haitat

- Suorille haitoille on kynnyсарvo, jolloin haitat voidaan välttää rajoittamalla yksilön annosta
- Säteilysairaus
- Palovamma
- Hedelmällisyyden väheneminen
- Verisolujen muodostuksen muutokset
- Sikiövaurio
- Kuolema



Säteilypalovammat

Säteilylähteen käyttäjän tulee olla tarpeeksi koulutettu ja vastuullinen



Kuva L1.2. Eriasteisia ihovaurioita (30). A) Kuiva hilseily, B) Kosteaa hilseilyä, C) Haavauma

STUK 2018



Satunnaiset haitat

- Koska haitat ovat satunnaisia, niitä ei voi välttää
- Haitat tulevat ilmi vasta myöhemmin
- Perimämuutos yhteenkin soluun riittää -> monistuminen
- Syöpä
- Perinnölliset haitat



Luento 3: Tutkimukset & toimenpiteet

Tutkimukset & toimenpiteet



C-kaari

- Akselinsa ympäri liikuteltava röntgenyksikkö, joka on kiinnitettynä kattoon, tai lattiaan
- Nimi laitteen muodosta
- Vastakkaisessa päässä röntgenputki ja kuvaimaisin
- Röntgenputki tuottaa röntgensäteilyä ja kuvaimaisin vastaanottaa tietoa potilaan läpi kulkevasta säteilystä
- Lääketeiteellisessä säteilynkäytössä tasapainotellaan laadukkaan diagnostiikan ja hoitoon riittävän kuvanlaadun ja mahdollisimman alhaisen säteilyannoksen välillä



Toimenpidehuone

- C-kaari
- Kuvamonitori
- Konsoli
- Poljin
- Tutkimuspöytä
- Steriilit pöydät
- Muut potilaanhoidon välineistö, kuten tippatelineet, yms.
- Säättötila
- Moniammatillinen tiimityö





HUS- Kuvantaminen

C-kaaren ominaisuuksia

- Useat eri ominaisuudet ja yksinkertaiset toimet vähentävät säteilyaltistuksen suuruutta
- Pulsoiva säteilynkäyttö (fps)
- Kenttään rajaaminen
- Optimoitu annostaso ja annosnopeus
- Kuvausetäisyys
- Putken kallistus
- Kuvamuistin hyödyntäminen, LIH (Last Image Hold)
- Turhien exponointien välttäminen
- Automaattikka (proteesit)
- Rutiinomainen säteilysuojien käyttö

Pulssaus

<https://www.youtube.com/watch?v=DcV503dG9LQ>

Rajaus ja suurennos

<https://www.youtube.com/watch?v=rf1QWrAF9Sw>

C-kaaren liikkuvuus

<https://www.youtube.com/watch?v=GsrYBa6nP7c>

STUK opastaa-
Kardiologia

Työskentely alueet

- Valvonta- ja tarkkailualue



Sädesuojat

- Lyijyseinät, -övet, -ikkunat
- Henkilökunnan säteilysuojat
- Kattokiinnitteiset suojat
- Liikuteltavat lyijyseinät
- Kuvauspöydän suojat
- RADPAD
- Sädesuojien sopivuus, istuvuus, rypistymistä vältettävä (lyijyn rikkoontuminen)



STUK opastaa -
kardiologia



Henkilökunnan säteilyaltistuksen seuranta

- Seuranta tehdään henkilökohtaisen annosmittarin (dosimetrin) avulla
- Tavanomaisesti henkilödosimetrinä käytetään termoloistedosimetriä
- seurannan tulokset saadaan käyttöjakson päätyttyä, kun mittari on toimitettu Dosecolle luettavaksi
- Säännöllinen luenta annosrekisterin ylläpitämiseksi



DOSECO



Dosimetrin käyttäminen

- Henkilödosimetri sijoitetaan mahdollisimman kohtisuoraan säteilylähteeseen nähden jäämättä sädesuojien tai kehonosien varjoon
- Yleensä paras paikka on työntekijän rinnassa työvaatteeseen kiinnitettynä
- Mittaria käytön välillä säilytetään uv-säteilyltä, kirkkaalta valolta ja taustasäteilyltä suojassa



DOSECO



Luento 4: Säteilysuojelu

Säteilysuojelu



Säteilylaki

- Tarkoitus suojella terveyttä ja ympäristöä säteilyn aiheuttamilta haitoilta
- Säteilysuojelun yleiset periaatteet perustuvat ICRP:n suosituksiin, jotka saaneet laajan kansainvälisen hyväksynnän
- Kaikilla tasoilla työskentelevät henkilöt tietoisia toimintaan ja suojelutoimiin liittyvistä säteilyriskeistä
- Toiminnanharjoittajan vastuu: työntekijällä toiminnan ja tehtävien edellyttämä kelpoisuus, säteilysuojelukoulutus ja –osaaminen, sekä perehdytys tehtäviinsä
- Ennen säteilyn kohdistusta ihmiseen varmistettava turvallinen käyttö - laitteet, varo- ja suojausjärjestelmät, potilaan suojaus, säteilyaltistuksen rajaaminen



Säteilysuojelukoulutus

- Säteilytoimintaan osallistuvilla ajantasaiset tiedot ionisoivasta säteilystä, sen vaikutuksista, säteilysuojelusta, säteilytoiminnan säädöksistä ja ohjeista
- Säteilytoimintaan osallistuvalla työntekijällä oltava täydennyskoulutusta vähintään viiden vuoden jaksoissa (STM 1044/2018)
- 20h/5v
- Säteilylaissa ja STM asetuksessa määritetty pätevyysvaatimukset lääketieteellisestä altistuksesta vastuussa olevalle henkilölle tai tutkimuksen/toimenpiteen suorittajalle



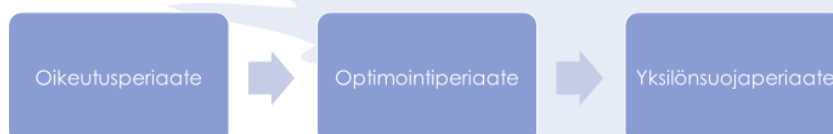
Säteilysuojelukoulutuksen vähimmäisvaatimukset eri ammattiryhmille

Ammattiryhmä	Perus- ja jatkokoulutus	Täydennyskoulutus/5v
Toimenpidekardiologi	80 h	40 h
Kardiologi	80 h	20 h
Röntgenhoitaja	120 h	40 h
Kardiologisen toimenpidesalin sairaanhoitaja	54 h	20 h
Sairaalfyysikko		40 h
Säteilyturvallisuudesta vastaava johtaja		60 h

STUK 2018



Kolme periaatetta





ALARA = AS LOW AS REASONABLY ACHIEVABLE

ASEET = AIKA, SUOJA, ETÄISYYS

PERUSPERIAATTEET




Varoitusmerkit

STUK
Hartsiaconsultech.fi



Säteilyhygienisiä periaatteita

- Työntekijöiden tunnettava säteilyaltistukseen vaikuttavat tekijät ja miten niihin voidaan vaikuttaa
- Henkilökunnan altistus on suoraan verrannollinen potilaasta sironneen säteilyn määrään
- Potilaan hoito tulisi sijoittaa hetkeen, jolloin läpivalaisua ei käytetä (esim. lääkkeen anto)
- Toimenpidelääkärin keskittyessä toimenpiteeseen, tulee avustavan henkilökunnan seurata laitteen teknistä käyttöä, potilaan säteilyannosta ja tarvittaessa muistuttaa puutteista ja säteilynkäytön optimoinnista
- Säteilyhygienisten periaatteiden omaksuminen vaikuttaa merkittävästi myös työuran aikaiseen kumulatiiviseen säteilyannokseen



10 vinkkiä: Potilaiden säteilyosuelu läpivalaisussa

- Maksimoi etäisyys röntgenputken ja potilaan välillä mahdollisimman suureksi**
- Minimoi etäisyys potilaan ja kuvareseptorin välillä**
- Minimoi läpivalaisuaika**
 Kirjaa ylös jokaisen potilaan kohdalla läpivalaisuaika sekä säteilyannos (jos saatavilla)
- Käytä pulsoivaa läpivalaisua ja mahdollisimman pientä kuvamäärää saadaksesi laadullisesti hyväksyttävää kuvaa**
- Vältä altistamasta samaa ihonalueta eri projektoissa**
 Vaihtele säteilysuuntaa liikuttamalla röntgenputkea potilaan ympärillä

Pulsuiva läpivalaisuus laukee säteilyannosta

Säteilytyön ajan

El-optimoitu tekniikka Optimoitu tekniikka

Kuva muunneltu L. K. Viigantiellä

IAEA RPOP **Medical Physics!** *Maximum radiation protection of staff in fluoroscopy*
<http://www.iaea.org/IAEA/RPOP/StaffProtection/StaffProtection.html>
 Finnsäveltä ja Mäkelä, Pajunen & Aho-Miettinen Potilaiden säteilyosuelu Sivu 1/2

10 vinkkiä: Potilaiden säteilyosuelu läpivalaisussa

- Isommat potilaat tai paksuimmat kehonosat nostavat ESD:tä**
- Viistoprojektit kasvattavat myös ESD:tä**
 Tiedosta, että suurempi ESD lisää ihovaurion todennäköisyyttä
- Vältä suuren kuvamäärää ja kinekuvaus kältiläisesti hyväksyttävälle tasolle**

Diagonaalinen kuvamäärä (cm)	RELATIIVIN SUUREN KÄYTTÖTASO (100)
12" (32 cm)	100
9" (22 cm)	177
8" (16 cm)	400
4.5" (11 cm)	711

 Vältä ____ käyttöä läpivalaisussa
 Kinekuvaus säteilyannos = (10-40) x normaalin läpivalaisun säteilyannos
- Minimoi kuvamäärää ja kinekuvaus kältiläisesti hyväksyttävälle tasolle**
 Dokumentointi tulisi esittää viimeisen kuvan näytöllä kinekuviin sijaan aina kun mahdollista
- Käytä rajauksia**
 Rajaa röntgensäteily vain mielenkiinnon alueelle

IAEA RPOP **Medical Physics!** *Maximum radiation protection of staff in fluoroscopy*
<http://www.iaea.org/IAEA/RPOP/StaffProtection/StaffProtection.html>
 Finnsäveltä ja Mäkelä, Pajunen & Aho-Miettinen Potilaiden säteilyosuelu Sivu 1/2

10 Pearls: Henkilökunnan säteilyosuelu läpivalaisussa

Henkilökunnan säteilyosuelu potilaan säteilyosuudesta, painonormi, etäisyys, henkilökohtainen säteilyosuelu

- Käytä suojaravustaita**
 Suositeltava suoja on liivihame lyhyysuojat
 0.25 mmPb antaa kaksin kerroin laitteena edessä 0.5 mmPb ja takana 0.25 mm
 suojan (Suojaus >90% säteilystä)
- Muista ja käytä aika-etäisyys-säteilysuoja-periaatetta**
 Minimoi aika
 Maksimoi etäisyys aina, kun mahdollista
 Käytä erillisiä
 Kiiptirauhasuoja
- Käytä liikuteltavia ja pöytään kiinnitettäviä lylykumsuojia**
 Ne vähentävät siirronutta säteilyä yli 90% läpivalaisussa
 Liikuttelava suojaus on suositeltava etenkin kinekuvausta käytettäessä
- Pidä kädet suoran säteilyn eli primäärin ulkopuolella mikäli vain suinkin voit**
 Kädet primäärin alueella nostavat annosnopeutta (kV, mA) ja silloin sekä potilaan että henkilökunnan annos kasvaa

IAEA RPOP **Medical Physics!** *Maximum radiation protection of staff in fluoroscopy*
<http://www.iaea.org/IAEA/RPOP/StaffProtection/StaffProtection.html>
 Finnsäveltä ja Mäkelä, Pajunen & Aho-Miettinen Potilaiden säteilyosuelu Sivu 1 of 2

10 Pearls: Henkilökunnan säteilyosuelu läpivalaisussa

Henkilökunnan säteilyosuelu potilaan säteilyosuudesta, painonormi, etäisyys, henkilökohtainen säteilyosuelu

- Käytä henkilökohtaista annosurainta**
 On mahdollista käyttää kahta dosimetriä
 • Toinen lylysuojan alla rinnan tasolla
 • Toinen kaulalla suojan päällä tai siinä tasolla
 • Voit käyttää myös sormensädeannostuslaitteita
 Reaalitietoiset dosimetrit ovat havainnollisempia
- Pidä röntgenputki potilas-pöydän alapuolella, mikäli mahdollista.**
 Pöydän reunolta riippuvat suojat antavat myös hyvän suojan!
- Käynnä tarvittaessa säteilyn käyttöä vastaavan johtajan tai lääketieteen fyysikan asiantuntijan puoleen**

10. MUISTIA

- Läpivalaisutöiden säännöllinen laadunvarmistus takaa turvallisen ja luotettavan lähtökannan
- Tuore lähtö: Käytännöllä kufoikin tulotulokseen mukaisia toteutettuja potilaan ja henkilökunnan säteilyosuelu
- Käytä automaattirajauksia!

IAEA RPOP **Medical Physics!** *Maximum radiation protection of staff in fluoroscopy*
<http://www.iaea.org/IAEA/RPOP/StaffProtection/StaffProtection.html>
 Finnsäveltä ja Mäkelä, Pajunen & Aho-Miettinen Potilaiden säteilyosuelu Sivu 1 of 2

Kiitos!



Lähteet

<https://www.doseco.fi/palvelut/henkiloannosmittaukset/he.nkilodosimetri/>

Marttila, O. Suureet ja yksiköt. Säteily ja sen havaitseminen.

STUK. https://www.stuk.fi/documents/12547/494524/kirja1_2.pdf/962923f7-3843-4528-8b26-67d239988ffc

Paile, W., Mustonen, R., Salomaa, S. & Vuottilainen, S. 2011. Säteily ja terveys.

Rpop.laea.org

STM asetus ionisoivasta säteilystä 1044/2018

STUK opastaa- kardiologia

<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on>

<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ionisoimaton-sateily>

<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/ionisoiva-sateily>

<https://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/toiminnan-valvonta/varoitukset>

Suhonen, S. 2015. Ydinfysiikka ja radioaktiivisuus. Säteilyfysiikka. Opetusmateriaali.

Säteilylaki 859/2018

Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018

<https://www.youtube.com/watch?v=uR9aF0T02zg>

<https://www.youtube.com/watch?v=EukZl3q5ra4>

<https://www.youtube.com/watch?v=z9FbvDtmAE&feature=youtu.be>

Liite 3. Kysymyslomakkeet

OSIO 1: Säteilyfysiikka

1. Väittämä: Ionisoiva säteily on terveydelle haitallista *

- Totta
- Tarua

2. Röntgensäteily on... *

- ionisoimatonta säteilyä
- ionisoivaa säteilyä

3. Röntgensäteily on... *

- sähkömagneettista aaltoliikettä
- hiukkassäteilyä

4. Absorboituneen annoksen yksikkö on *

- Gy
- Sv

5. Säteily vaimenee... *

- jokaisella metrillä puoliksi
- etäisyyden neliöön
- säteily ei vaimene ilmassa

6. Väittämä: Säteilytyöntekijöiden työperäistä säteilyaltistusta seurataan *

- Totta
- Tarua

OSIO 2: Säteilybiologia

1. Mikä väittämistä EI pidä paikkaansa: Säteilyn osuessa soluun seurauksena voi olla..

- solun vaurioituminen
- solu rakentaa itselleen suojapinnan ja on jatkossa immuuni säteilyn haitoille
- soluvaurion korjaantuminen
- solun kuolema

2. Deterministiset haitat tarkoittavat..

- suoria haittoja
- satunnaisia haittoja

3. Väittämä: Perimämuutos yhteenkin soluun riittää aiheuttamaan syövän

- Totta
- Tarua

4. Väittämä: Satunnaisia haittoja voidaan välttää rajoittamalla yksilön altistusta

- Totta
- Tarua

OSIO 3: Tutkimukset ja toimenpiteet

1. Mainitse jokin C-kaareen liittyvä ominaisuus, jonka avulla voidaan vähentää säteilyaltistusta

Kirjoita vastaus

2. Mikä on paras paikka henkilödosimetrille käytössä? (Useita vaihtoehtoja)

- Kiinnitettynä lyijysuojan alle
- Kohtisuorassa säteilykeilaa kohden
- Lyijysuojien ulkopuolella
- Niin, ettei mittari ole kehonosien varjossa

3. Valvonta-alueella käsitetään...

- Toimenpidesalin puoli
- Säättötila

OSIO 4: Säteilysuojellisuus

1. Säteilysuojelun täydennyskoulutus sairaanhoitajilla...

- 20h/3 vuodessa
- 15h/5 vuodessa
- 20h/5 vuodessa

2. Säteilysuojelun ASE:et käsittää...

- Aika, Suoja, Etäisyys
- Altistuminen, Suoja, Etäisyys
- Aika, Säännöstö, Etäisyys

3. Mitä ALARA-periaate tarkoittaa?

- Säteilyaltistus pidetään niin alhaisena, kuin käytännöllisin toimin mahdollista
- Etäisyys säteilylähteeseen pidetään niin suurena, kuin mahdollista
- Kuvanlaatu säilytetään niin hyvälaatuisena, kuin mahdollista

4. Potilaan saama säteilyannoksen suuruus...

- ei ole yhteydessä henkilökunnan säteilyaltistukseen
- korreloi henkilökunnan säteilyaltistuksen määrään

5. Mikä on säteilysuojelun kannalta paras vaihtoehto? (Usea oikea vastaus)

- Kuvailmaisin on mahdollisimman kaukana potilaasta
- Röntgenputki on mahdollisimman lähellä potilasta
- Kuvailmaisin on mahdollisimman lähellä potilasta
- Röntgenputki on mahdollisimman kaukana potilaasta
- Kuvailmaisin on potilaan alapuolella ja röntgenputki yläpuolella
- Kuvailmaisin on potilaan yläpuolella ja röntgenputki alapuolella

Liite 4. Palautelomake

1. Uuden oppiminen *

	1. En oppinut mitään uutta	2. Opin vain vähän uusia asioita	3. Opin jonkin verran uusia asioita	4. Opin paljon uusia asioita	5. Suurin osa tiedosta oli uutta
Opitko jotain uutta?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Säteilyfysiikka	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Säteilybiologia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Laitteet & toimenpiteet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Säteilysuojelu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Hyödyllisyys ja kiinnostavuus *

	1. Ei juuri ollenkaan	2. Jokseenkin	3. Neutraali	4. Kyllä, hyvin	5. Kyllä, erittäin
Saamani tieto oli hyödyllistä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luentojen aihe/sisältö oli kiinnostava	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Koen säteilysuojelun aiheena tärkeäksi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Avoin palaute

Kirjoita vastaus