



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

HIFU-HOIDON VAIKUTUKSET LUUSTOETÄPESÄKKEISIIN

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

TEKIJÄT:

Sari Korkalainen
Satu Kärkkäinen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Tutkinto-ohjelma Röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijät Sari Korkalainen & Satu Kärkkäinen	
Työn nimi HIFU-hoidon vaikutukset luustoetäpesäkkeisiin	
Päiväys	15.11.2021
Sivumäärä/Liitteet	51/2
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Luusto on yksi yleisimmistä syövän leviämisaikoina. Ulkoinen sädehoito on tehokas hoitomuoto luustoetäpesäkkeiden hoitamisessa, mutta sen antamista rajoittaa säteilyn kumulatiivinen annos. Tämän vuoksi muut hoitomenetelmät, kuten HIFU (High Intensity Focused Ultrasound), tulee kyseeseen. Tämän tutkimuksen aiheena oli HIFU-hoito ja hoidon vaikutukset luustoetäpesäkkeisiin. HIFU-hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin ei ole aiemmin tehty opinnäytetyötä, joten aihe koettiin tärkeäksi. Tutkimuksessa tarkoituksena oli selvittää ja kuvata, miten HIFU-hoito vaikuttaa luustoetäpesäkkeisiin. Tavoitteena oli lisätä tietoa luustoetäpesäkkeiden HIFU-hoitomenetelmästä sekä hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin. Työn tilaaja oli Savonia-ammattikorkeakoulun röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Hakusanoina käytettiin aiheen kannalta keskeisiä käsitteitä, joista yhdisteltiin monipuolisia hakulausekkeita. Kirjallisuushakuja tehtiin kolmessa tietokannassa: Cinahl Complete, PubMed ja ScienceDirect. Valittujen aineistojen tuli olla julkaistu vuosien 2015–2020 aikana, englanniksi tai suomeksi, ilmaisia, kokonaan luettavissa ja aiheeltaan sopivia. Tämän tutkimuksen aineistoon hyväksyttiin yhdeksän tutkimusta, joista kuusi oli tutkimusartikkeleita ja kolme katsausartikkeleita.</p> <p>HIFU-hoidossa korkeataajuinen ultraääni kohdennetaan hoidettavaan alueeseen ja saadaan aikaan kohteen lämpeneminen. Hoito vaikuttaa lämmön avulla mm. tuhoamalla luukalvoa ja sen hermoja, alentamalla etäpesäkkeen aiheuttamaa painetta sekä tuhoamalla etäpesäkkeen kokonaan. Hoito vähentää potilaiden kokemaa kipua ja kipulääkkeiden tarvetta. Potilaiden toimintakyky ja elämänlaatu paranevat mm. fyysinen aktiivisuus ja mieliala paranevat sekä aiemmin koetut liikerajoitukset poistuvat. Kvantamistutkimuksilla havaitaan esim. luuntiheyden lisääntymistä ja uuden luun muodostumista. Hoidon aikana potilas voi tuntea kipua lämpövaikutuksen ja epämukavan asennon takia. Hoidon jälkeen kipua voi syntyä aiheutuneesta hermovauriosta. Lämpö voi aiheuttaa lisäksi palovammojen muodostumista ja muita pienempiä ihovaurioita, kuten punoitusta ja turvotusta. Osalle potilaista hoito aiheuttaa väsymystä ja ummetusta.</p> <p>Kaiken kaikkiaan HIFU-hoidon voidaan todeta olevan potentiaalinen hoitomuoto potilaille, joilla on luustossa etäpesäkkeitä. Se on tehokas ja turvallinen hoitomenetelmä, jonka arvellaan olevan yksi tulevaisuuden hoitomuodoista. Jatkotutkimusehdotuksena on sädehoidon ja HIFU-hoidon vertailu sekä kirjallisuuskatsaus jonkin muun hoitoalueen, kuten aivojen, hoitamisesta HIFU-menetelmällä. Esimerkiksi Parkinsonin taudin ja epilepsian hoitoa HIFU-menetelmällä käsittelevää opinnäytetyötä ei ole vielä tehty. Potilaan ohjausta HIFU-hoidossa käsittelevä tutkimus olisi myös tarpeellinen tutkimuskohde.</p>	
Avainsanat HIFU, High Intensity Focused Ultrasound, luustoetäpesäke, luustometastaasi, etäpesäke, metastaasi	

Field of Study Social Services, Health and Sports	
Degree Programme Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy	
Authors Sari Korkalainen & Satu Kärkkäinen	
Title of Thesis Effects of HIFU treatment on bone metastases	
Date 15.11.2021	Pages/Appendices 51/2
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences, Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy	
<p>Abstract</p> <p>Bone is one of the most common places for cancer to spread. External radiotherapy is an effective treatment for bone metastases, but the cumulative dose of radiation limits giving radiotherapy. Therefore, other methods, such as HIFU (High Intensity Focused Ultrasound), are involved. The topic of this study was HIFU treatment and the effects of treatment on bone metastases. No previous thesis has been conducted on the effects of HIFU treatment on bone metastases, so the topic was considered important. The purpose of the study was to find out and describe how HIFU treatment affects bone metastases. The aim was to increase information on the HIFU treatment method for bone metastases and on the effects of this treatment on bone metastases. The client organization of the work was Savonia University of Applied Sciences' degree program for radiographers.</p> <p>The study was carried out as a descriptive literature review. Key concepts were used as search terms and were combined to achieve a wide range of search phrases. Literary searches were conducted in three databases: Cinahl Complete, PubMed and ScienceDirect. The selected materials had to be published during 2015–2020, in English or Finnish, free, fully readable, and suitable for the topic. Nine studies were approved for the data in this study, six of which were research articles and three were review articles.</p> <p>In HIFU treatment, high-frequency ultrasound is targeted at the area being treated and heating up the target is achieved. The treatment effects by means of heat, for example, by destroying the bone membrane and its nerves, lowering the pressure caused by metastasis, and destroying metastasis. The treatment reduces the pain experienced by the patient and the need for painkillers decreases. Patients' functional capacity and quality of life improve; among other things, their physical activity and mood improve, and previously experienced movement limitations are gone. Imaging examinations demonstrate, for example, an increase in bone density and the formation of new bone. During the treatment the patient may feel pain due to the thermal effect and discomfort. After the treatment the patient may feel pain due to the nerve damage caused by the treatment. Heat can cause burns and other minor skin damages such as redness and swelling. For some patients the treatment causes fatigue and constipation.</p> <p>Overall, HIFU treatment can be said to be a potential treatment for patients with bone metastases. It is an effective and safe treatment method which is expected to be one of the future treatments. The proposal for further research is to compare radiotherapy and HIFU therapy, as well as descriptive literature review on the treatment of another treatment area, such as the brain, with the HIFU method. For example, any thesis has been done of the Parkinson's disease and epilepsy treatment with the HIFU method. A study on patient guidance in HIFU treatment would also be a necessary research topic.</p>	
Keywords HIFU, High Intensity Focused Ultrasound, Bone metastases, Metastasis	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LUUSTOETÄPESÄKKEET JA NIIDEN HOITO	7
2.1	Syöpä ja luustoetäpesäkkeet	7
2.2	Luustoetäpesäkkeiden oireet ja diagnosointi	8
2.3	Luustoetäpesäkkeiden hoito.....	9
3	KUVANTAOHJATTU KORKEAINTENSITEETTINEN FOKUSOITU ULTRAÄÄNIHOITO	10
3.1	Magneettikuvaus.....	10
3.2	Ultraääni	11
3.3	HIFU-hoitomenetelmä	12
3.4	HIFU-hoidon kuvantaohjaus	13
4	TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	15
5	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	16
5.1	Kuvaileva kirjallisuuskatsaus	16
5.2	Tutkimusaineiston keruu ja valinta	17
5.3	Tutkimusaineiston analysointi	19
6	TULOKSET	22
6.1	Yleiskuvaus HIFU-hoitojen toteuttamisesta	22
6.2	HIFU-hoidon vaikutus luustoetäpesäkkeisiin.....	23
6.3	HIFU-hoidosta saatavat hyödyt luustoetäpesäkkeiden hoidossa	23
6.3.1	Kipuun liittyvät hyödyt.....	23
6.3.2	Toimintakykyyn liittyvät hyödyt	25
6.3.3	Seurantakuvantamisella havaitut muutokset ja muut hyödyt	26
6.4	HIFU-hoidon aiheuttamat haitat luustoetäpesäkkeiden hoidossa	27
6.4.1	Kipuun liittyvät haitat	27
6.4.2	Lämpövaurion syntymiseen liittyvät haitat.....	28
6.4.3	Toimintakykyyn liittyvät ja muut haitat	28
7	POHDINTA.....	30
7.1	Yhteenveto ja tulosten tarkastelu	30
7.2	Tutkimuksen eettisyys	32
7.3	Tutkimuksen luotettavuus	33
7.4	Opinnäytetyöprosessi	34

7.5 Ammatillinen kasvu	35
7.6 Hyödynnettävyys ja kehittämisideat	37
LÄHTEET	38
LIITE 1: TIEDONHAKU	42
LIITE 2: VALITUT TUTKIMUKSET	47

1 JOHDANTO

Joka kolmas suomalainen sairastuu syöpään jossain vaiheessa elämäänsä. Yleisimmät syöpäsairaudet ovat nykypäivänä rinta- ja eturauhassyöpä, ja näiden sairauksien tapausmäärät ovat koko ajan kasvussa. (Pitkäniemi ym. 2019, 6–7; Syöpätautien asiantuntijaryhmä & Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2014, 13–14.) Syöpä on elintapasairaus, jonka yleistymiseen vaikuttaa väestön ikääntyminen ja huonojen elintapojen, kuten tupakoinnin, ylläpitäminen. Hoidot ovat viime vuosina kehittyneet todella paljon ja syöpäpotilaiden ennusteet ovat parantuneet, mutta yhä edelleen syöpä on Terveyden ja hyvinvoinninlaitoksen mukaan toiseksi yleisin kuolinsyy Suomessa. (Laiho 2002, 1757; Syöpätautien asiantuntijaryhmä & Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2014, 13; Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2021a.)

Luusto on yksi yleisimmistä syövän leviämisaikapaikoista (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1303). Ruumiin-avauksissa on todettu, että jopa 85 prosentilla rinta-, eturauhas- ja keuhkosyöpäpotilaista on etäpesäkkeitä luustossa. Potilailla, joilla on luustoetäpesäkkeitä, keskimääräinen elinaika on kolme vuotta tai vähemmän ja hoitolinjana on useimmiten palliatiivinen hoito. (Rodrigues, Stauffer, Vrba & Hurwitz 2015, 260–261.) Ulkoinen sädehoito on ensisijainen hoitomenetelmä luustoetäpesäkkeiden hoidossa. Sädehoidosta hyötyy noin 70 prosenttia potilaista, ja näistä 30 prosentilla kipu uusiutuu jonkin ajan päästä hoidon jälkeen. Sädehoitoa ei voida antaa kovin montaa kertaa uudestaan johtuen kumulatiivisesta annoksesta, joten muut hoitomenetelmät, kuten HIFU eli High Intensity Focused Ultrasound, tulee tällöin kyseeseen. (Chan ym. 2017, 571.)

HIFU on hoitomuoto, jossa suurienergistä ultraääntä kohdennetaan tarkasti rajattuun hoidettavaan kudokseen. Se on kajoamaton ja ionisoimaton hoito, jolla voidaan hoitaa sekä hyvänlaatuisia että pahanlaatuisia kasvaimia, esimerkiksi kohdun lihaskasvaimia eli myoomia ja eturauhassyöpää. HIFU-hoidolla voidaan hoitaa myös luuta, kuten luustossa esiintyviä hyvän- ja pahanlaatuisia luukasvaimia sekä luustoetäpesäkkeitä. Potentiaalisia käyttökohteita on useita ja uskotaan, että HIFU-hoitomenetelmänä tulee yleistymään tulevaisuudessa. Suomessa HIFU-hoitoa toteutetaan ainoastaan Turun yliopistollisessa keskussairaalaissa, jossa hoidot aloitettiin vuonna 2016. (Blanco Sequeiros, Joronen, Kamari & Koskinen 2017, 143–148.)

Tämän kirjallisuuskatsauksen aiheena oli HIFU-hoito ja hoidon vaikutukset luustoetäpesäkkeisiin. Kirjallisuuskatsauksessa tarkoituksena oli selvittää ja kuvata, miten HIFU-hoito vaikuttaa luustoetäpesäkkeisiin. Tavoitteena oli lisätä tietoa luustoetäpesäkkeiden HIFU-hoitomenetelmästä sekä hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin. Työn tilaaja oli Savonia-ammattikorkeakoulun röntgenhoitajan tutkinto-ohjelma.

2 LUUSTOETÄPESÄKKEET JA NIIDEN HOITO

2.1 Syöpä ja luustoetäpesäkkeet

Kasvaimet voidaan jakaa joko hyvänlaatuisiin eli benigneihin tai pahanlaatuisiin eli maligneihin kasvaimiin. Syöpä kuuluu pahanlaatuisiin kasvaimiin. Pahanlaatuisille kasvaimille on ominaista epänormaali kasvu, rajoittamaton solunjakautumisten määrä ja kontrolloimattomuus, jolloin kasvain tuottaa itse omat kasvusignaalinsa. Lisäksi kyvyttömyys reagoida solunjakautumista rajoittaviin ulkoisiin signaaleihin, verisuonituksen muodostaminen ja kyky tunkeutua ympäristöönsä tuhoten viereisiä kudoksia ovat tyypillisiä piirteitä pahanlaatuisille kasvaimille. Pahanlaatuiset kasvaimet kykenevät myös lähettämään etäpesäkkeitä. (Ahonen ym. 2016, 139; Isola & Kallioniemi 2013a, 10.) Syöpä syntyy, kun perimäaineksessa tapahtuu mutaatio, joka herkistää solun muutoksille ja aiheuttaa solun muuttumisen pahanlaatuiseksi (Ahonen ym. 2016, 139; Laiho 2002, 1751). Tämän muutoksen seurauksena solu muuttuu riippumattomaksi ulkoisista kasvunsäätelytekijöistä, jakautumisaktiivisuus kasvaa ja solu kykenee lähettämään etäpesäkkeitä. Syöpäsolut pystyvät jakautumaan yhä uudelleen ja uudelleen, kun taas normaalit solut kokevat solukuoleman ja eivät näin voi jakautua loputtomasti. (Laiho 2002, 1751–1752.) Yleensä syövästä saadaan kliinisiä havaintoja vasta sitten, kun syöpäsolut ovat muuttuneet kontrolloimattomiksi ja voivat lähettää etäpesäkkeitä muualle kehoon. Kasvaimen ollessa läpimitaltaan noin yhden senttimetrin kokoinen on syöpäsolutko jakautunut jo 25–30 kertaa. (Isola & Kallioniemi 2013b, 11.)

Syövän syntyyn vaikuttavat monet tekijät. Tupakoiminen, alkoholin liikkakäyttö, ylipaino, ei-liikunnallinen elämäntapa, yksipuolinen ruokavalio ja ihon palaminen toistuvasti edesauttavat syövän kehittymistä. Tupakoimattomuus vähentää huomattavasti riskiä sairastua keuhkosyöpään ja alkoholijuomien liiallinen käyttäminen nostaa riskiä sairastua esimerkiksi maksa- ja ruokatorvensyöpiin. Ravinnon suhteen kuitujen, vihannesten ja hedelmien runsas nauttiminen vähentää syöpäriskiä, kun taas rasvojen runsas saaminen lisää riskiä sairastua syöpään. Ultraviolettisäteilylle altistuminen ja ihon toistuva palaminen suurentavat ihosyövän riskiä, lisäksi runsas lääketieteellisen ionisoivan säteilyn saanti lisää yleisesti syöpäriskiä. Syöpään sairastumisen vaaraa lisäävät myös seksuaali- ja lisääntymiskäyttäytyminen, muutamat lääkeaineet (esim. solunsalpaajat, hormonihoitot) ja ympäristöön liittyvät tekijät, kuten asbesti ja erilaiset liuotusaineet. Virukset, bakteerit ja loiset voivat myös nostattaa syöpään sairastumisen mahdollisuutta. Tästä esimerkkinä on papilloomavirus, jolla on selvä yhteys kohdunkaulan syöpään. Periytyvyydellä ei ole kovin suurta osaa syöpäsairauksissa, vain 5–10 prosenttia syöpätapauksista johtuu perinnöllisestä altistuksesta. (Ahonen ym. 2016, 141–143.)

Syövän leviämisen eli etäpesäkkeen muodostumisen kannalta tärkeimmät vaiheet ovat pahanlaatuisten syöpäsolujen leviäminen leviämisreitteihin, kulkeutuminen uuteen paikkaan, syöpäsolujen tunkeutuminen ympäristöön ja uudessa ympäristössä kasvaminen kliinisesti merkittäväksi. Kasvain pystyy lähettämään etäpesäkkeitä joko imu- tai veriteitse elimistön kaikkiin osiin. Imuteitse syöpäsolut kulkevat imunesteen mukana ensimmäiseen imusolmukkeeseen ja voivat pahimmassa tapauksessa levitä myös imusolmukkeen ulkopuolelle kudokseen. Rintasyövän leviäminen tapahtuu yleisesti imuteitse. Veriteitse syöpäsolut kykenevät leviämään joko valtimo- tai laskimoverisuonistoa pitkin. Laskimoiden kautta leviäminen on yleisempää ja syöpä pystyy näin leviämään muun muassa keuhkoihin, haimaan

ja maksaan. Valtimoteitse syöpä voi levitä moniin eri elimiin ja luustoon. Edellä mainittujen leviämisteiden lisäksi syöpäsolukko voi levitä myös ruumiinonteloita pitkin, kuten munasarjasyövän leviäminen vatsaonteloon. (Isola 2013, 26–27.)

Luusto on kolmanneksi yleisin syövän leviämisaikoina, muita tavallisimpia leviämisaikoina ovat keuhkot ja maksa. Rinta-, keuhko-, eturauhas-, kilpirauhas- ja munuaissyövät ovat luustohakuisia syöpiä eli ne lähettävät helposti etäpesäkkeitä luustoon. (Kivioja 2018; Ratasvuori & Laitinen 2017, 1303.) Luustoetäpesäkkeet voidaan jakaa osteoblastisiin ja osteolyyttisiin etäpesäkkeisiin. Osteoblastinen etäpesäke kehittää luuhun kasvaimen, kun taas osteolyyttinen etäpesäke tuhoaa ja heikentää luuta. Luusto sisältää paljon kasvutekijöitä ja samat kasvutekijät ovat oleellisia myös etäpesäkkeiden synnyssä, jonka vuoksi luusto on erittäin houkutteleva kohde etäpesäkkeiden muodostumiselle. Usein potilailla, joilla on luustoetäpesäkkeitä, on sekä osteoblastisia että osteolyyttisiä etäpesäkkeitä. (Krzyszczak & Wan 2015, 365–366; Ratasvuori & Laitinen 2017, 1303.)

2.2 Luustoetäpesäkkeiden oireet ja diagnosointi

Syöpä voi aiheuttaa hyvin erilaisia oireita tai joskus syöpä voi olla jopa oireeton tai aiheuttaa vain yleisoireita kuten väsymystä ja kuumeilua. Syövän aiheuttamia oireita ovat esimerkiksi laihtuminen, ihon keltaisuus, kyhmy tai kovettuma esim. rinnassa, verivirtsaisuus ja muuttunut suolentoiminta. Usein oireet ovat kuitenkin sellaisia, ettei suoraan pystytä sanomaan, onko kyseessä syöpä vai jokin muu sairaus, jonka vuoksi diagnostiikalla on hyvin suuri osuus tutkimuksissa. Syöpä saattaa löytyä myös muun tutkimuksen sivulöydöksenä tai seulontatutkimuksissa. (Ahonen ym. 2016, 143–144; Roberts & Joensuu 2013a, 80; Terveystieteiden tutkimuskeskus 2021b.)

Kipu on yksi yleisimmistä oireista, mitä luustoetäpesäkkeet aiheuttavat. Luustoetäpesäkkeet saattavat aiheuttaa lisäksi monenlaisia muita oireita, kuten murtumia ja selkäytimen puristumista. Patologinen murtuma voi syntyä, kun etäpesäke heikentää luuta ja saa näin aikaan luun murtumisen. Osteoblastinen etäpesäke kehittää luuhun kasvaimen ja tämä kasvain voi tulla esimerkiksi selkärankaan, joka saa aikaan selkäytimen puristumisen. Selkäytimen puristuminen saattaa aiheuttaa pahimmassa tapauksessa potilaan halvaantumisen. (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1303.)

Syöpädiagnoosi perustuu sekä kudospäätteen ottamiseen että kuvantamistutkimuksiin. Kudospäätteen ottamisessa eli biopsiassa syöpäkyhmystä otetaan neulanäyte, mikä sitten toimitetaan patologille. Neulanäytteelle tehdään erilaisia tutkimuksia, joiden avulla saadaan tietää syöpäkasvaimen syöpätyyppi ja näin varmistettua syöpädiagnoosi. (Ahonen ym. 2016, 144.) Levinneen syövän eli etäpesäkkeitä jo lähettäneen kasvaimen hoitaminen on hankalaa, jonka vuoksi varhainen diagnostiikka on tärkeää (Isola 2013, 26). Syövän levinneisyystutkimuksia varten potilaalle tehdään vartalon tai vatsan alueen tietokonetomografiakuvaus. Tietokonetomografiakuvaus lisäksi potilaalle saatetaan tehdä magneettikuvaus, isotooppitutkimus ja/tai ultraäänitutkimus riippuen syövän oletetusta leviämisestä ja syöpätyypistä. Ontelonsisäisissä syövässä myös tähystystutkimuksilla eli endoskopiailla pystytään selvittämään syövän levinneisyyttä. (Ahonen ym. 2016, 144; Roberts & Joensuu 2013b, 82–83.)

Luustoetäpesäkkeiden diagnostiikassa ensisijainen kuvantamismenetelmä on röntgenkuvaus. Röntgenkuvissa voidaan havaita osteolyyttisen etäpesäkkeen muodostamia onkaloita, osteoblastisen etä-

pesäkkeen kehittämiä kasvaimia tai näiden molempien sekoituksia. Tietokonetomografiakuvausta hyödynnetään myös luustoetäpesäkkeiden levinneisyystutkimuksissa ja jonkin paikallisen alueen kuvaus on mahdollista suorittaa magneetissa. (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1303–1305.) Luuston isotooppi-tutkimuksella eli luustokartalla saadaan muodostettua hyvä yleiskuva koko luustosta ja se on hyvin herkkä menetelmä luustoetäpesäkkeiden toteamisessa (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1304; Roberts & Joensuu 2013b, 83). Luustosta voidaan myös ottaa näytteitä, joiden avulla pystytään tarkentamaan diagnoosia (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1304).

2.3 Luustoetäpesäkkeiden hoito

Syövän hoito voi olla joko kuratiivista eli parantavaa tai palliatiivista eli oireita lievittävää. Kuratiivisessa hoidossa päätavoitteena on potilaan parantuminen syövästä, kun taas palliatiivisessa hoidossa potilaalla ei ole mahdollisuutta parantua syövästään ja syövän aiheuttamia oireita, kuten kipua, pyritään vain lievittämään hoidon avulla. Syövän tärkeimmät hoitomuodot ovat kirurgia, sädehoito ja erilaiset lääkehoidot, johon lukeutuu muun muassa solunsalpaajat ja hormonaaliset hoidot. Kasvaimen ollessa vielä paikallinen pystytään syöpä hoitamaan joko leikkauksella tai sädehoidolla, mutta kun syöpäkasvain on jo lähettänyt etäpesäkkeitä tai on erittäin suurikokoinen, joudutaan hoito usein toteuttamaan eri hoitomuotojen yhdistelmillä. Leikkaus on useimmissa tapauksissa ensisijainen hoitomuoto, mitä sitten täydennetään solunsalpaajahoidolla ja/tai sädehoidolla. (Ahonen ym. 2016, 144.)

Luustoetäpesäkkeiden hoidossa ulkoinen sädehoito on yleisin hoitomuoto, mutta sillä pystytään vaikuttamaan vain paikallisiin etäpesäkkeisiin vähentäen potilaan kokemaa kipua. Sädehoito voidaan antaa joko kertafraktion suuressa sädehoidon kerta-annoksella (1 x 8 Gray) tai useamman kerran hoitona pienemmillä sädehoidon kerta-annoksilla (esim. 10 x 3 Gray). (Luustometastaasien kipusädehoito: Käypä hoito -suositus, 2014; Vehmanen, Matikainen, Anttonen, Hervonen & Utriainen 2021, 1763.) Erilaisilla lääkehoidoilla pyritään ensisijaisesti vaikuttamaan itse kasvainsoluihin, mutta sekundaarisesti ne vaikuttavat myös luuta tuhoavien solujen aktiivisuuteen ja näin ollen luustoetäpesäkkeisiin. Lääkehoidolla pystytään muun muassa pienentämään patologisen murtuman riskiä ja viivästyttämään muita luustossa tapahtuvia haittoja. (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1305; Vehmanen ym. 2021, 1761–1763.) Kirurgian avulla pyritään saamaan potilaan kivut hallintaan ja antamaan hänelle parempi toimintakyky. Leikkaamalla voidaan poistaa kasvainalue ja asentaa proteesi syntyvään luupuutokseen tai jos etäpesäke on jo aiheuttanut murtuman, voidaan murtuma stabiloida eri tavoin. Käytettävä kirurginen hoitomuoto riippuu etäpesäkkeen käyttäytymisestä ja potilaan elinajan odotteesta. (Ratasvuori & Laitinen 2017, 1305–1306.) Luustoetäpesäkkeitä pystytään hoitamaan lisäksi HIFU-hoitomenetelmällä, joka on vielä suhteellisen uusi hoitomuoto. Tämä hoitomenetelmä sopii potilaille, joille ei voida enää antaa sädehoitoa tai jos kipulääkityksestä ei ole enää mitään apua. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 148.)

3 KUVANTAOHJATTU KORKEAINTENSITEETTINEN FOKUSOITU ULTRAÄÄNIHOITO

3.1 Magneettikuvaus

Magneettikuvaus (MK tai MRI) on lääketieteellinen kuvantamismenetelmä, jossa käytetään hyväksi staattista magneettikenttää, muuttuvia gradienttikenttiä ja radiotaajuista magneettikenttää. Magneettikuvauksella saadaan tietokoneen avulla rekonstruoitua tarkkoja leikekuvia ihmiskehosta ilman säteilyaltistusta, koska siinä ei käytetä ionisoivaa säteilyä. Varsinkin keskushermoston, tuki- ja liikuntaelien ja vatsan alueiden tutkimiseen magneettitutkimus on erityisen sopiva kuvantamismenetelmä. (Lam 2018; Säteilyturvakeskus 2019.) Magneettikuvaus perustuu kehossa olevien vetyatomien protonien reagointiin magneettikentässä. Satunnaisesti järjestäytyneet vety-ytimet suuntautuvat staattiseen magneettikentän voimakkuudesta yhdensuuntaisesti joko etelään tai pohjoiseen. Muutokset staattiseen kenttään tehdään gradienttikeloilla, jotka aiheuttavat potilaan sisälle sähkövirran ja joka saa vety-ytimet muuttamaan suuntaustaan. Vety-ytimet palautuvat alkuperäiseen tilaansa magneettikentän suuntaisesti, kun gradienttikenttä kytketään pois päältä. Vastaanottimet kuvauslaitteessa havaitsevat signaalit ja luovat poikkileikkauksuvia tietokoneen avustuksella. (Lam 2018.)

Potilas altistuu magneettikuvauksessa voimakkaalle magneettikentälle ja tästä syystä kaikki irtoavat metalliesineet, kuten korut, kellot, avaimet ja kolikot, tulee riisua ennen kuvaushuoneeseen menoa. Staattinen magneettikenttä voi aiheuttaa kehoon asennettuihin elektronisiin laitteisiin vaikutuksia, joita ei haluta. Esimerkiksi sydämentahdistin, sisäkorvaimplantit tai infuusiopumppu ovat usein kontraindikaatioita magneettikuvaukselle. (Lam 2018; Säteilyturvakeskus 2019.) Nykyään on magneettisopivia laitteita jo olemassa, mutta sopivuus tulee aina tarkistaa etukäteen. Huimauksen tunne staattisessa magneettikentässä on normaalia ja siksi kannattaa välttää nopeita pään liikkeitä. Gradienttikentistä voi aiheutua kihelmöintiä ja lihasvärinää, mutta nämä ovat harmittomia ja harvoin esiintyviä tuntemuksia. Radiotaajuinen kenttä tuottaa energiaa tutkittavan kehoon, joka voi aiheuttaa ylimääräistä lämpöä kudoksissa. Metalliset implantit, keino nivelet, metallisirpaleet tai vastaavat tiedossa olevat esineet, tulee ilmoittaa henkilökunnalle aina ennen kuvausta. Irtometallit voivat lähteä magneettikentän vaikutuksesta liikkeelle ja aiheuttaa ylimääräistä lämpenemistä, jolloin potilasturvallisuus voi vaarantua. Nykyisissä implanteissa tulee mukana todistus, jossa kerrotaan soveltuvuudesta magneettikuvaukseen. (Säteilyturvakeskus 2019.)

Magneettikuvauslaite koostuu putkesta, jonka keskellä on pöytä, joka liikkuu putken sisään. Tästä syystä ahtaanpaikankammoiselle tutkimus voi olla vaikea ja esilääkityksestä kannattaa keskustella lähettävän lääkärin kanssa. Gradienttikelat pitävät kovaa ääntä, minkä vuoksi potilaan kuulo suojataan kuulosuojaimilla. Mahdollisimman hyvä asento takaa tutkimuksen onnistumisen, koska kuvaus voi kestää pitkäänkin. Liikkumattomuus on kuvauksen aikana tärkeää, koska liike aiheuttaa kuvaan artefaktia eikä kuvista tule tällöin välttämättä diagnostisia. Kuulo- ja puheyhteys potilaalla on koko kuvauksen ajan henkilökuntaan ja epämuovavassa tilanteessa kuvaus on mahdollista keskeyttää. (Lam 2018.)

3.2 Ultraääni

Ultraääni on ihmisen kuuloalueen (> 20 Hz) ylittäviä ääniaaltoja eli mekaanista värähtelyä. Ultraääni-aalto tarvitsee aina edetäkseen väliaineen, joka voi olla kiinteä, nestemäinen tai kaasu. Tyhjiössä ultraääni ei pysty etenemään. Lääketieteellisessä ultraäänikuvauksessa käytetään 0,5–40 MHz taajuuksia ja väliaineena toimii ihmisen kudosten kiinteät ainekset ja kudosten sisältämät nesteet ja kaasut. (Saarakkala 2017.) Luiden ja ilmaa sisältävien kudosten kuvantamiseen ultraääni ei sovellu, koska luun rajapinnalla heijastus on niin voimakasta ja ilman rajapinnalla ultraääni heijastuu lähes kokonaan. Tästä syystä esimerkiksi keuhkojen kuvantamiseen ultraääni ei sovellu. (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering 2019; Toivo, Orreveläinen, Kännälä & Toivonen 2017.) Ultraääni on diagnostisista kuvantamismenetelmistä yleisimpiä maailmanlaajuisesti. Se on suhteellisen edullinen kustannuksiltaan, saatavuus on hyvä, ei aiheuta säteilyaltistusta ja sillä saadaan reaaliaikaista kuvaa esimerkiksi verenkierrosta ja liikkuvista kohteista. Yleisimpiä kuvauskohteita ovat sydän, verisuonet, raskauden aikana sikiön kehitys, vatsan alue ja tuki- ja liikuntaelimestöstä pehmytkudokset ja luiden pinta. (Lacefield 2014, 291.)

Ultraäänen äänipulssi, joka johdetaan kudoksiin, synnytetään ultraäänianturilla. Ultraäänianturissa on pietsosähköisiä kiteitä, jotka alkavat värähdellä nopeasti niihin johdetun sähköän voimasta. Kudoksen molekyylit reagoivat äänipulssiin värähtelyllä ääniaallon taajuudella. Äänipulssi etenee, kun värähtelevät hiukkaset törmäilevät toisiinsa. Päätyypit aaltoliikkeelle ovat pitkittäinen ja poikittainen. Ultraäänellä se on pitkittäistä, koska poikittainen ei pehmytkudoksissa etene. Äänipulssi kohtaa edetessään kudosten välisiä rajapintoja ja kudosten sisäisiä akustisia epähomogeenisuuksia. Tällöin ääniaalloista heijastuu osa takaisin anturiin, osa siroaa tai läpäisee rajapinnan. Sama anturi, mikä lähettää ultraäänipulssit, ottaa myös vastaan takaisin heijastuneet ja sironneet ultraäänipulssit, jotka sisältävät kudosten ominaisuuksista tietoa. Ääniaaltojen etenemisaika pystytään mittaamaan, koska niiden eteneminen on hidasta. Etenemisajasta pystytään laskemaan rajapintojen ja kohteiden etäisyyksiä anturista, jolloin saadaan informaatiota esimerkiksi elimen tai kasvaimen koosta ja sen syvyydestä. Näiden tietojen pohjalta ultraäänilaitte tuottaa reaaliaikaista kaksiulotteista kuvaa näytölle. (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering 2019; Saarakkala 2017.)

Ultraääni jaetaan lääketieteessä diagnostiseen ja terapeutiseen ryhmään. Diagnostinen ultraääni on kajoamatonta kehon kuvausta ja se voidaan edelleen jakaa anatomiseen ja toiminnalliseen ultraääneen. Anatominen kuvaus kertoo rakenteista ja toiminnallisella vastaavasti saadaan tietoa esimerkiksi verenkierrosta tai kudoksen fyysisistä ominaisuuksista. Terapeuttisella ultraäänellä ei ole tarkoitus kuvata, vaan siinä käytetään suuritehoista ultraääntä, joka voidaan fokusoida eli kohdentaa tiettyyn kudokseen sen lämmittämiseksi, poistamiseksi tai sen hajottamiseen. Se on diagnostisen ultraäänen tavoin yleensä kajoamaton toimenpide ja sillä voidaan tuhota sairaita tai epänormaaleja kudoksia, kuten kasvaimia, liuottaa verihyytymiä ja kuljettaa lääkkeitä kehossa. High Intensity Focused Ultrasound (HIFU) on suurienerginen kohdennettu ultraääni, joka on yksi terapeuttisista ultraäänimenetelmistä. (National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering 2019.)

Diagnostista ultraääntä pidetään turvallisena. Lääketieteellisissä tutkimuksissa ultraäänianturia pidetään suoraan iholla ja liikutellaan toimenpiteen aikana. Kudoksen lämpeneminen eli termien vaikutus

ja kavitaatioilmiö ovat vaikutuksia, joita ultraäänilaitteet voivat aiheuttaa ihmiskehoon. Terminen vaikutus saadaan aikaan, kun taajuutta kasvatetaan kilohertseistä (kHz) megahertseihin (MHz). HIFU-laitteet hyödyntävät termistä vaikutusta. Kavitaatioilmiö saadaan aikaan matalalla taajuudella ja vaikutus syntyy pienellä teholla. Kavitaatioilmiön avulla voidaan tuhota soluja mikrokuplien romahtamisen seurauksena. Mikrokuplat muodostuvat, kun ultraääni etenee nesteessä. Ultraäänen edetessä nesteessä mikrokuplat voivat kasvaa, värähdellä ja romahtaa. (Toivo ym. 2017, 9.)

3.3 HIFU-hoitomenetelmä

HIFU eli High Intensity Focused Ultrasound on uudenlainen, kajoamaton hoitomuoto useille kasvaimille ja sairauksille. HIFU tunnetaan myös nimillä MRgFUS (MRI-guided focused ultrasound) eli magneettiohjattu fokusoitu ultraääni ja FUS (focused ultrasound surgery) eli fokusoitu ultraäänikirurgia. (Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021.) HIFU-hoidon kohteita ovat esimerkiksi kohdun myoomat ja eturauhassyöpä. Hyvänlaatuiset ja pienet syöpäkasvaimet hoito voi tuhota jopa kokonaan. Kajoamattomuutensa takia HIFU:lla on neurokirurgiassa potentiaalia aivokasvainten ja toiminnallisten neurologisten häiriöiden hoidossa. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143–144, 146–147.) Viime vuosikymmenenä on tutkittu luukasvaimien parantavia ja kipua lievittäviä hoitoja, joissa HIFU on todettu myös hyväksi vaihtoehdoksi (Rodrigues ym. 2015, 260).

HIFU-menetelmässä korkeataajuinen ultraääni fokusoidaan hoidettavaan kudokseen, jolloin saadaan aikaan terminen vaikutus eli kudoksen lämpötila nousee. Lämpötilan noususta aiheutuu terapeuttinen vaikutus eli kudostuho, jota kutsutaan myös ablaatioksi. (Blanco Sequeiros 2017, 143.) Ultraääni luokitellaan korkeaintensiteettiseksi, kun sen paikallinen energiain tensiteetti ylittää 5 W/cm^3 (wattia/kuutiosenttimetri). Kudoksessa saadaan aikaan kudostuho, kun ultraäänianturilla tuotetut ultraääniaallot absorboituvat kudokseen kohottaen sen lämpötilaa. Sonikaatio eli ultraäänialtistus toistetaan niin monta kertaa, että saavutetaan toivottu lopputulos. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143; Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021; Rodrigues ym. 2015, 260.) Termisen vaikutuksen lisäksi ultraääni voi saada aikaan kavitaatioilmiön, jossa alipaine, jonka ultraääni voi aiheuttaa, alkaa muodostaa kaasukuplia kudokseen ja lopulta romahduttaa kudoksen eli muodostaa tyhjiöitä solujen sisälle. Kavitaatiovaikutusta käytetään kudostuhoissa hyväksi, kun kudoksen fysiologisia ominaisuuksia on tarkoitus muuttaa pysyvästi tai väliaikaisesti. HIFU-hoidossa kavitaatioilmiötä pyritään yleensä välttämään sen vaikean hallittavuuden vuoksi. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143; Brown, Farquhar-Smith, Williams, ter Haar & deSouza 2015, 521.)

HIFU-menetelmässä on käytössä pietsosähköisistä elementeistä koostuva ultraäänianturi, kuten diagnostisessakin ultraäänessä. Anturi voi sisältää satoja elementtejä ja ne toimivat 0,2–4,0 MHz taajuudella. HIFU:ssa käytetään suurempaa energiatasoa verrattuna diagnostiseen ultraäänimenetelmään. Nämä yhdessä mahdollistavat kohdentamisen ja korkean, $100\text{--}10\,000 \text{ W/cm}^3$, paikallisen intensiteetin. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143; Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021.) Ultraäänifokusta ohjataan anturin fokusalueella. Kohdennettu fokus voi olla pienimmillään vain muutaman kuutiomillimetrin kokoinen, joka mahdollistaa ablaation pienissä kohteissa. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143; Brown ym. 2015, 521.) Hoidettavan ja viereisten kudosten välinen alue voi olla jopa alle 0,1 millimetriä (Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021).

Kohteen on sijaittava anatomisesti sellaisella alueella, että se on helposti tavoitettavissa ja hoito on mahdollista antaa. Se ei esimerkiksi saa sijaita kriittisten elimien takana ja se on pystyttävä erottelemaan selkeästi kriittisistä elimistä. (Rodrigues ym. 2015, 261.) Korkea lämpötila saavutetaan pienissä kohteissa nopeasti, jopa 1–20 sekunnissa. (Brown ym. 2015, 521; Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021.) Useita ultraäänisäteitä kohdennetaan kohteeseen eri kulmista yhtä aikaa, jotta lämpötila saataisiin kohoamaan nopeasti haluttuun lämpötilaan (Rodrigues ym. 2015, 261). Lämpötila voi nousta jopa 85 asteeseen, joten hoito tulee kohdentaa hoidettavaan kudokseen tarkasti ja samalla on pyrittävä välttämään kuumentamasta ympäröiviä kudoksia. Sonikaation kesto pidetään muutama sekunnissa kerrallaan, jotta ympäröivien kudosten turha lämpeneminen estetään. Tästä syystä tarvitaan useampia sonikaatioita, että saavutetaan toivottu lopputulos. Sonikaatioiden välillä pidettävän tauon vuoksi kudoksiin kertynyt lämpö ehtii hieman jäähtyä. (Brown ym. 2015, 261.) Suurien hoitoalueiden hoito voi kestää kaksi, jopa kolme tuntia (Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021).

HIFU:n etuja ovat kajoamattomuus, vähäiset riskit, nopea toipumisaika, hoidon tarkkuus eikä siitä saa säteilyaltistusta, koska ionisoivaa säteilyä ei käytetä. Suurin riski HIFU-hoidossa on palovamma iholle, joita pyritään välttämään jäähdytyksellä ja ihon suojaamisella hoidon aikana. Sivuvaikutuksina hoidosta voi tulla kuumetta, lisääntyntä kipua ja paikallisia iho-oireita, kuten punoitusta ja kutinaa. (Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021.)

3.4 HIFU-hoidon kuvantaohjaus

HIFU-hoidossa hoidon suunnitteluun ja ohjaukseen käytetään useimmiten magneettikuvausta, jolla saadaan suuri kudskontrasti aikaan. Kuvat ovat kolmiulotteisia ja niitä otetaan eri sekvenssejä, jolloin hoitokohteen paikantaminen ja hoidon etenemisen seuraaminen sekä hoidon lämpötilan seuranta voidaan toteuttaa helposti. Magneettikuvauksella saadaan kohdennettua hoidettava alue tarkasti ja nopeasti. Sillä pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti kudoksen lämpötilaa käyttämällä lämpötilan seurantaan tarkoitettuja MRI-sekvenssejä eli kuvataan protoniresonanssitaajuudella, joka voidaan suorittaa ablaation aikana. (Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021; Rodrigues ym. 2015, 262.) Hoidon ohjaukseen käytetty kuvausmenetelmä on kuitenkin diagnostista magneettikuvausta heikompi (Blanco Sequeiros ym. 2017, 144). HIFU-anturi on yhdistetty magneettilaitteistoon ja se voi olla joko kannettava tai kiinteänä magneettilaitteistossa. Potilaan ihon ja anturin välissä käytetään geelityynyjä, jotka pienentävät riskiä saada palovammoja. Ennen hoitoa magneettikuvauksella tehdään hoidon suunnittelukuvaus, missä määritetään hoidettava kohde, sen sijainti ja koko sekä sonikaatioiden määrä. (Brown ym. 2015, 521.) Potilaan liike magneettikuvauksen aikana huonontaa kuvanlaatua, jonka vuoksi potilaan paikallaan pysyminen on tärkeää. Kuvaukseen käytettävien magneettikelojen valinnassa on myös otettava huomioon kuvauspöytään integroitu HIFU-laite. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 144.) Gadolinium-tehostetulla magneettikuvauksella tarkistetaan hoidon jälkeen, että hoidettava kohde on saatu poistettua onnistuneesti. Hoitokohteen ei pitäisi enää tehostua kuvissa, koska nekroosi, eli kudoksen kuolema, on saavutettu. (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143.)

Myös ultraääniohjauksessa tehdään HIFU-hoitoja. Käytettäessä ultraääntä ohjaukseen hoitoalueen kuvainformaatio ja diagnostinen reaaliaikainen ultraäänikuva projisoidaan päällekkäin. (Blanco Sequeiros

ym. 2017, 143.) Sillä ei kuitenkaan saada paikannettua hoidettavaa kohdetta yhtä tarkasti kuin magneettikuvauksella eikä lämpötilanseuranta ole myöskään mahdollista (Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021). Ultraäänen kudoserottelukyky, kuvausalueen pieni koko ja hoidon edetessä huonontuva kuvanlaatu ovat hoidon toteutuksen kannalta ongelmallisia ultraääniohjauksessa (Blanco Sequeiros ym. 2017, 143–144).

HIFU-hoidon antamiseen osallistuu moniammatillinen tiimi, johon kuuluu muun muassa radiologi, röntgenhoitaja, anestesia lääkäri ja potilaan oma lääkäri. Radiologi ja röntgenhoitaja suunnittelevat ja toteuttavat hoidon antamisen, anestesia lääkäri huolehtii potilaan toimenpiteen aikaisesta puudutuksesta ja nukutuksesta, kun taas potilaan oma lääkäri seuraa potilaan vointia ja niissä tapahtuvia muutoksia hoidon jälkeen. Yleensä HIFU-hoidot suoritetaan päiväkäynneillä, jolloin potilaat saapuvat osastolle toimenpideamuna. Hoito voidaan toteuttaa sedaatioissa, paikallispuudutuksessa, yleisanestesiassa tai epiduraalipuudutuksessa, joten he pääsevät kotiin, kun hoito on suoritettu ja annettujen lääkkeiden vaikutus on poistunut. (Brown ym. 2015, 521–522.)

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ja kuvata, miten HIFU-hoito vaikuttaa luustoetäpesäkkeisiin. Tavoitteena oli lisätä tietoa luustoetäpesäkkeiden HIFU-hoitomenetelmästä sekä hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin. Tutkimus toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena ja tutkimuksen ajateltiin olevan hyödyksi etenkin röntgenhoitajille ja röntgenhoitajaopiskelijoille, sillä tutkimuksesta saa tietoa luustoetäpesäkkeiden hoidosta HIFU-menetelmällä.

Tutkimuskysymys alakysymyksineen on:

1. Miten HIFU-hoito vaikuttaa luustoetäpesäkkeisiin?
 - Mitä hyötyä HIFU-hoidosta voi olla?
 - Mitä haittoja HIFU-hoidosta voi olla?

5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on yksi tutkimustyön välineistä. Sen tärkeimpänä tehtävänä on parantaa tieteenalan teoreettista ymmärrystä ja käsitteistöä, kehittää teoriaa tai tarkastella olemassa olevaa teoriaa. Kirjallisuuskatsaus mahdollistaa kokonaiskuvan muodostumisen jostakin tietystä aihealueesta tai asiakokonaisuudesta. (Suhonen, Axelin & Stolt 2015, 7.) Kirjallisuuskatsauksia on olemassa erilaisia ja ne voidaan jakaa eri tavoin riippuen kirjallisuuskatsauksen tarkoituksesta. Yleensä katsaukset jaetaan kolmeen päätyyppiin, jotka ovat kuvailevat katsaukset, systemaattiset kirjallisuuskatsaukset ja meta-analyysit. (Salminen 2011, 6; Suhonen ym. 2015, 8.) Kaikki eri kirjallisuuskatsaustyyppit sisältävät samat ominaiset osansa. Nämä osat ovat kirjallisuuden haku, arviointi, synteesi, joka on tehty aineiston pohjalta ja analyysi. (Suhonen ym. 2015, 8.)

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena ja katsauksen suuntaukseksi valittiin narratiivinen katsaus. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on yksi yleisimmistä kirjallisuuskatsauksen päätyypeistä ja sitä voidaan pitää yleiskatsauksena ilman joustamattomia ja spesifejä sääntöjä. Katsauksessa hyödynnetään kattavasti aineistoja eikä niiden valintaa rajata tarkoilla säännöillä. Tutkimuskysymykset ovat tässä katsaustyyppissä kaikista laajimpia verrattuna systemaattisiin kirjallisuuskatsauksiin tai meta-analyyseihin. (Salminen 2011, 6.) Kuvailevan katsauksen tarkoituksena on kertoa tai kuvata aiheeseen liittyvää aiempaa tutkimusta, sen laajuutta, syvyyttä ja määrää (Suhonen ym. 2015, 9). Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla pyritään antamaan monipuolinen kuva tutkittavasta aiheesta tekemällä yhteenvedoa aiemmin tehdyistä tutkimuksista (Salminen 2011, 7; Suhonen ym. 2015, 9). Narratiivisessa katsauksessa hyödynnetään tieteellisiä tutkimuksia, erityisesti vertaisarvioinnin läpikäyneitä tutkimuksia, jotka on julkaistu. Katsauksessa voi esiintyä puutteita, joita on esimerkiksi se, ettei katsauksessa oteta kantaa tutkimusaineiston luotettavuuteen tai valittuja tutkimuksia ei valita aineistoon tutkimuksen laadun perusteella. (Suhonen ym. 2015, 9.) Kuvaileva kirjallisuuskatsaus valittiin opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi, koska muodostetut tutkimuskysymykset ovat laajoja ja tarkoituksena on tiivistää aiemmin tehtyjä tutkimuksia muodostaen näin monipuolinen ja kattava vastaus tutkittavaan aiheeseen.

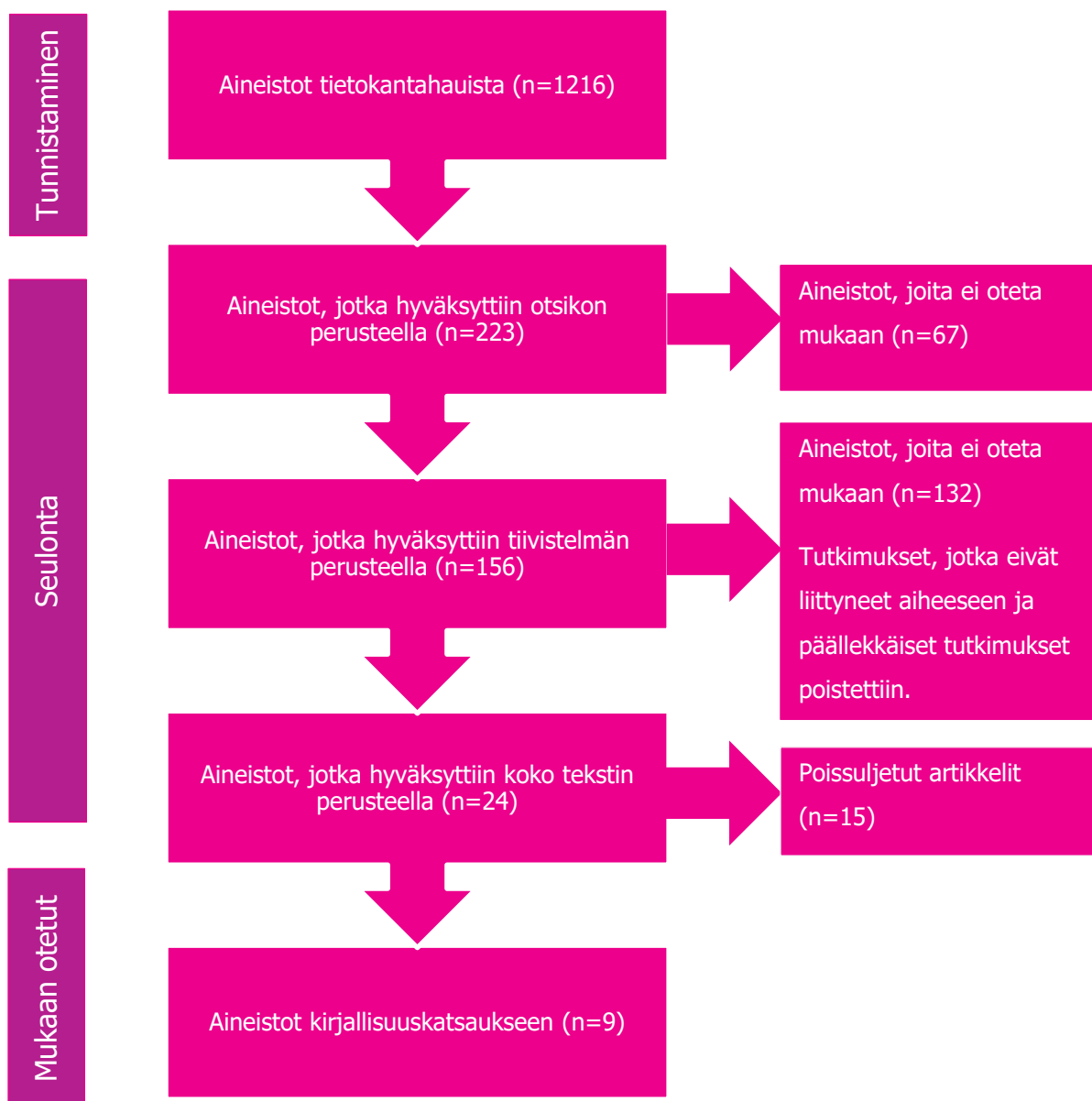
Kirjallisuuskatsauksen voidaan ajatella koostuvan viidestä erilaisesta vaiheesta, joita ovat katsauksen tarkoituksen ja tutkimusongelman määrittäminen, kirjallisuushaku ja aineiston valinta, tutkimusten arviointi, aineiston analyysi ja synteesi sekä tulosten raportointi. Ensimmäisessä vaiheessa määritetään tutkimuksen tarkoitus ja muodostetaan hyvä ja riittävän tarkka tutkimusongelma tai -kysymys. Tarkoituksen määrittäminen antaa suuntaviivat koko toiminnalle. Tämän jälkeen tulee kirjallisuushaku ja aineiston valinta, mikä pitää sisällään varsinaiset tiedonhauet ja asianmukaisen kirjallisuuden valintaprosessin. Tutkimusten arviointi on kolmas vaihe. Tässä vaiheessa arvioidaan valittuja tutkimuksia kriittisesti, pohditaan muun muassa valitun tutkimuksen tiedon kattavuutta ja relevantiutta oman tutkimusongelman kannalta. Toiseksi viimeisessä vaiheessa, eli aineiston analyysissä ja synteesissä, valittujen tutkimusten tulokset järjestellään ja näistä tehdään yhteenvedoa. Viides ja viimeinen vaihe on tulosten raportointi eli katsauksen kirjoittaminen valmiiseen muotoonsa. Jokaisen vaiheen tarkka kuvaus mahdollistaa sen, että lukija voi arvioida eri vaiheiden toteutustapaa ja luotettavuutta. (Niela-Vilén & Kauhanen 2015, 23–33.) Kirjallisuuskatsauksen tekeminen aloitettiin katsauksen tarkoituksen

ja tavoitteen määrittämisellä ja tutkimuskysymyksien muodostamisella. Tutkimuskysymyksistä pyrittiin tekemään mahdollisimman asianmukaisia ja riittävän tarkkoja, sillä liian laajat kysymykset tuottaisivat liikaa aineistoa, kun taas liian suppeilla kysymyksillä ei löytyisi riittävästi aineistoja. Tutkimuskysymyksiä pohdittaessa tehtiin alustavia tiedonhakuja tietokantoihin, jotta saatiin tietää, paljonko tieteellisiä tutkimuksia olisi mahdollisesti saatavilla ja millaisilla hakusanoilla olisi hyvä alkaa hakemaan tietoa. Ensimmäisessä vaiheessa lisäksi tarkistettiin, ettei vastaavasta aiheesta ole tehty opinnäytetyötä tai muuta vastaavaa tutkimusta.

5.2 Tutkimusaineiston keruu ja valinta

Kirjallisuushakua varten muodostettiin hakusanoja aiheen kannalta keskeisistä käsitteistä. Hakusanojen muodostamisessa hyödynnettiin muutamia asiasanastoja, kuten YSO ja FinMeSH, ja tehtiin testihakuja, joiden avulla saatiin muodostettua lisää soveltuvia hakusanoja. Hakusanojen sopivuutta testattiin vielä ennen varsinaisia hakuja testihakujen avulla ja samalla tarkistettiin, paljonko tuloksia olisi mahdollisesti saatavilla. Kirjallisuushakuja tehtiin kolmessa yleisesti tunnetuissa ja luotettavissa terveysalan tietokannoissa: Cinahl Complete, PubMed ja ScienceDirect. Näistä tietokannoista saatiin testihakuja tehdessä monipuolisesti aineistoja. Hakusanoina käytettiin esimerkiksi "high intensity focused ultrasound", "bone metastases", "treatment outcomes" ja "pain", joita yhdistelemällä muodostettiin monipuolisia hakulausekkeita. Tiedonhauissa käytettiin rajauksina aikarajausta ja kieltä; hakuun hyväksyttiin englannin- ja suomenkieliset tutkimukset, jotka oli julkaistu vuosina 2015–2020. Tehtyjä kirjallisuushakuja ei rajattu tässä vaiheessa muutoin, jotta tutkimustuloksia saataisiin monipuolisesti ja tarpeeksi paljon. Liitteessä 1 käsitellään tarkemmin tehtyjä tiedonhakuja, josta selviää muun muassa käytetyt hakusanat ja saadut hakutulokset.

Hakutuloksia saatiin alkuun kolmesta eri tietokannasta yhteensä 1216 kappaletta. Saaduista hakutuloksista luettiin jokaisen tutkimuksen otsikko ja jos otsikossa mainittiin etäpesäke ja HIFU-hoito, hyväksyttiin tutkimus seuraavaan vaiheeseen. Tällöin karsiutui pois tutkimukset, jotka käsittelivät muun muassa kohdun myoomien ja eturauhassyövän hoitamista. Otsikon perusteella tarkempaan tarkasteluun valittiin 223 aineistoa, joista luettiin tiivistelmät eli abstraktit. Tässä vaiheessa karsiutui pois useita tutkimuksia, joissa mainittiin jonkun muun alueen kuin luustoetäpesäkkeen hoito, esimerkiksi maksassa esiintyvän etäpesäkkeen hoitaminen ja tutkimukset, joissa hoidettiin eläimen luustoa. Näiden lisäksi aineistoon ei otettu mukaan tutkimuksia, joissa ei ollut saatavilla tiivistelmää. Tiivistelmien lukemisen pohjalta hyväksytyjä tutkimuksia oli yhteensä 156 kappaletta. Osa tuloksista oli samoja, joten päällekkäiset tutkimukset poistettiin. Aineistoista, jotka oli hyväksytyt tiivistelmän perusteella, luettiin koko tekstit. Tutkimusaineistosta hylättiin muun muassa fantomitutkimukset ja tutkimukset, mitkä käsittelivät vain kemiallisia reaktioita, mitä HIFU-hoito aiheuttaa. Näiden lisäksi maksulliset aineistot jätettiin pois. Hyväksytyjä aineistoja oli koko tekstin lukemisen jälkeen yhteensä 24. Aineistosta kuitenkin poissuljettiin muutamia tutkimuksia, jotka eivät käsitelleetkään riittävästi luustoetäpesäkkeiden hoitamista HIFU-menetelmällä. Loppujen lopuksi tämän tutkimuksen aineistoon valittiin yhteensä yhdeksän tutkimusta, joiden avulla saatiin muodostettua monipuolinen ja kattava kuva tutkittavasta aiheesta. Kuvassa 1 esitellään kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten valinnan etenemistä havainnollistava kuvio.



KUVA 1. Tutkimusaineiston valinnan etenemistä havainnollistava kuvio

Mukaanotto- ja poissulkukriteerit ohjasivat tutkimusten valintaprosessia ja valitut tutkimukset hyväksyttiin aineistoon sisäänotto- ja poissulkukriteerien pohjalta. Näitä kriteereitä on käsitelty taulukossa 1. Tutkimukseen hyväksyttiin aineistot, mitkä oli julkaistu vuosien 2015–2020 aikana ja julkaisukielenä oli joko englanti tai suomi. HIFU on suhteellisen uusi ja nykyaikainen hoitomenetelmä, joten voidaan uskoa, että kehitystä tapahtuu nopeallakin aikavälillä. Tämän vuoksi aikarajaus asetettiin suhteellisen tiukaksi, jotta saataisiin ajankohtaisia tutkimuksia aineistoon. Julkaisukieli rajattiin koskemaan vain englantia ja suomea tutkimuksen tekijöiden oman kielitaidon mukaan. Aineistoon hyväksyttiin tutkimukset, mitkä olivat saatavilla ilman lisäkuluja, julkaisun tuli olla kokonaan luettavissa ja julkaisussa tuli käsitellä HIFU-hoidon käyttöä nimenomaan luustoetäpesäkkeisiin. Vain tutkimusartikkelit ja katsausartikkelit otettiin mukaan aineistoon, esimerkiksi haastatteluita tai tapausselostuksia ei hyväksytty aineistoon, koska näiden ajateltiin olevan vertaisarvioimattomia ja antavan vain niukasti tietoa tätä tutkimusta varten.

TAULUKKO 1. Aineistojen sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaisuaika 2015–2020	Julkaistu ennen vuotta 2015
Julkaisu englanniksi tai suomeksi	Julkaisukieli muu kuin englanti tai suomi
Saatavilla ilman lisäkuluja	Julkaisu on maksullinen
Käsittelee HIFU-hoidon käyttöä luustoetäpesäkkeisiin	Julkaisu ei vastaa tutkimuskysymyksiin, ei liity luustoetäpesäkkeiden HIFU-hoitoon
Tutkimusartikkeli tai katsausartikkeli	Haastattelu, tapauselostus
Julkaisu kokonaan luettavissa	Julkaisu vain osittain luettavissa

Kirjallisuuskatsaukseen valittiin yhdeksän tutkimusta, joista kuusi oli tutkimusartikkeleita ja kolme katsausartikkeleita. Aineistoon otettiin kolme katsausartikkelia, koska näissä tutkimuksissa oli saatu tehtyä monipuolinen ja hyvä kokonaiskuva aikaisemmista tutkimuksista ja useimmissa katsausartikkeleissa oli hyödynnetty ennen vuotta 2015 julkaistuja tutkimuksia. Katsausartikkeleista kuitenkin hyödynnettiin vain tieto, joka käsitteli luustoetäpesäkkeitä ja niistä aiheutuvan kivun hoitamista, kun taas kaikki muu kuten hyvänlaatuisten kasvainten hoitaminen jätettiin pois. Aineisto määritteli itse kokonsa, sillä valittujen tutkimusten enimmäis- tai vähimmäismäärälle ei asetettu rajoja. Hakuja tehtiin yhteensä yksitoista kappaletta eri tietokannoissa ja hakujen tekeminen lopetettiin, kun hauista valitut tutkimukset alkoivat olla koko ajan samoja eikä kirjallisuushauista saatu enää uusia tutkimuksia. Manuaalista hakua ei hyödynnetty kirjallisuushaussa, sillä tutkimuksia saatiin tarpeeksi varsinaisilla hauilla ja valittujen kirjallisuuskatsausten avulla saatiin tietoa aiemmista tutkimuksista. Liitteessä 2 käsitellään tarkemmin valittuja tutkimuksia; kerrotaan muun muassa valittujen tutkimusten julkaisutiedot, tarkoitus ja keskeiset tulokset suhteutettuna tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksiin.

5.3 Tutkimusaineiston analysointi

Valituista yhdeksästä tutkimuksesta tehtiin induktiivinen sisällönanalyysi, jonka eteneminen on nähtävissä taulukossa 2. Aineistolähtöisen eli induktiivisen sisällönanalyysin voidaan kuvitella koostuvan kolmesta eri vaiheesta: 1) aineiston pelkistämisestä, 2) aineiston ryhmittelystä ja 3) teoreettisten käsitteiden luomisesta. Induktiivisen sisällönanalyysin tavoitteena on yhdistellä käsitteitä ja näin saada vastaus tutkittavaan aiheeseen. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122, 127.) Ensimmäisessä vaiheessa alku-peräisaineistoa aloitetaan pelkistämään eli reduceoimaan. Aineiston lukemisen jälkeen aineistosta lähdetään etsimään tutkimuskysymysten mukaisesti pelkistettyjä ilmauksia, jolloin aineistosta saadaan poistettua kaikki epäoleellinen tieto. Tämän jälkeen siirrytään toiseen vaiheeseen eli aineiston ryhmittelyyn, joka on toiselta nimeltään aineiston klusterointi. Pelkistetyt ilmaukset jaetaan ryhmiin samankaltaisuuksien ja erilaisuuksien mukaan, joista sitten muodostuvat alaluokat. Alaluokat identifioidaan niin, että nimi kuvaa koko luokan sisältöä. Aineiston ryhmittelyä seuraa teoreettisten käsitteiden lu-

minen eli abstrahointi. Abstrahoinnissa useampia alaluokkia yhdistetään yläluokiksi ja yläluokkia yhdistetään vielä mahdollisesti pääluokiksi. Tämä luokkien yhdistely jatkuu niin kauan, kuin se aineiston sisällön näkökulmasta on suotavaa. (Kangasniemi & Pölkki 2015, 90; Tuomi & Sarajärvi 2018, 122–126.)

Tutkimusaineistoja analysoitiin ensin itsenäisesti eli kumpikin tutkimuksen tekijöistä luki ja tarkasteli valitut tutkimukset. Alkuun aineistot suomennettiin kokonaan, jonka jälkeen aloitettiin etenemään induktiivisen analyysimenetelmän mukaisesti ja etsimään tutkimuksista vastauksia tutkimuskysymyksiin. Aineistoja käytiin läpi useamman kerran alleviivaten ja merkintöjä tehden, jonka ansiosta niiden läpikäyminen oli helpompaa ja nopeampaa tutkimuksen tuloksia kirjoittaessa. Tämän jälkeen kumpikin keräsi ylös saadut tulokset eli vastaukset tutkimuskysymyksiin ja näitä tuloksia vertailtiin toisiinsa. Molempien tutkijoiden tulokset otettiin huomioon ja näistä muodostettiin kokonaisuus, joka kirjoitettiin yhtenäiseksi. Tässä tutkimuksessa induktiivinen sisällönanalyysi eteni pelkistetyistä ilmauksista, alaluokkiin ja alaluokista pääluokkiin asti.

TAULUKKO 2. Kuvaus sisällönanalyysin etenemisestä

PELKISTETTY ILMAUS	ALALUOKKA	YLÄLUOKKA
<ul style="list-style-type: none"> • luukalvon tuhoutuminen • kohdealueen tuhoutuminen • paineen väheneminen • kavitaatio 	Hoidon vaikutusmekanismit	Hoidon vaikutus luustoetäpesäkkeisiin
<ul style="list-style-type: none"> • kivun vähentyminen hoidon jälkeen → kivuttomuus • kivuliaat paikat vähentyivät • kivuliaat ominaisuudet vähentyivät • kivun häiriöindeksi pieni • kivun kovuus pienentyi • pahin kipu aleni • kipulääkitys vähentyi 	Kipuun liittyvät	Hoidosta saatavat hyödyt
<ul style="list-style-type: none"> • ruokahaluttomuus vähentyi • unettomuus vähentyi • ummetus vähentyi • pahoinvointi ja oksentelu vähentyi • väsymys vähentyi • liikerajoitukset poistuivat • toiminnallisuus lisääntyi • mieliala parani • vuorovaikutus lisääntyi • yleinen elämänlaatu parani 	Toimintakykyyn liittyvät	
<ul style="list-style-type: none"> • etäpesäke tuhoutui osittain tai kokonaan • luuntiheys lisääntyi → normaali luun tiheys • etäpesäke pienentyi • uutta luuta muodostui • massojen pienentyminen • luukalvon muutokset • paksuuntunut tiivisluu ohentui • TGFα-sytokiini laski 	Kuvantamisella havaitut muutokset + muut	
<ul style="list-style-type: none"> • kipu hoidon aikana • kipu heti hoidon jälkeen • kivun eteneminen hoidon jälkeen • hermovaurio 	Kipuun liittyvät	Hoidon aiheuttamat haitat
<ul style="list-style-type: none"> • lämpövaurio viereisessä kudoksessa • ihoärsytys • palovammat • ihon punoitus • ihon turvotus 	Lämpövaurion syntymiseen liittyvät	
<ul style="list-style-type: none"> • ummetus lisääntyi • fyysinen aktiivisuus vähentyi • väsymys lisääntyi • yleinen elämänlaatu heikkeni • alueen tunnottomuus • murtuman kehittyminen • eturauhasen tulehtuminen 	Toimintakykyyn liittyvät + muut	

6 TULOKSET

6.1 Yleiskuvaus HIFU-hoitojen toteuttamisesta

Valituissa tutkimuksissa hoidettiin luustoetäpesäkkeitä magneettiohjatulla HIFU-hoidolla. Useimmiten hoitokohteet sijaitsivat joko lantiossa tai kylkiluissa. Muita hoidettuja kohteita olivat muun muassa lapa-, reisi- ja olkaluu. (Bertrand ym. 2018, 2; Chan ym. 2017, 571; Giles ym. 2019, 1354; Harding ym. 2018, 235; Joo ym. 2015, 506; Tsai ym. 2019, 934.) Yleensä tutkimuksiin valitut potilaat olivat saaneet aiemmin sädehoitoa luustoetäpesäkkeeseen (Bertrand ym. 2018, 2; Harding ym. 2018, 235; Huisman ym. 2015, 253). Chan ym. (2017, 571) tutkimukseen kuitenkin valittiin vain potilaita, jotka eivät olleet saaneet minkäänlaista hoitoa etäpesäkkeeseen eli HIFU-hoito oli ensisijainen hoitomuoto. Myös Huisman ym. (2015, 253) katsausartikkelissa hyödynnettiin tutkimuksia, joissa HIFU-hoito oli ensisijainen hoitomuoto luustoetäpesäkkeen hoidossa.

Ennen hoitoa potilaita pyydettiin täyttämään lomakkeita, joissa mitattiin muun muassa potilaan kokemaa kipua, tämänhetkistä toimintakykyä ja kipulääkkeiden käyttöä (Bertrand ym. 2018, 3; Chan ym. 2017, 570; Giles ym. 2019, 1352; Harding ym. 2018, 234). Juuri ennen HIFU-hoidon antamista suoritettiin magneettikuvaus, jonka avulla saatiin varmistettua hoidettavan etäpesäkkeen sijainti ja koko (Bertrand ym. 2018, 2; Chan ym. 2017, 572; Giles ym. 2019, 1352; Joo ym. 2015, 505; Tsai ym. 2019, 932). Lisäksi ennen hoidon aloitusta potilaalle annettiin rauhoittavia lääkkeitä hermostuneisuuden vähentämiseksi ja kipulääkettä hoidosta aiheutuvaa kipua varten (Chan ym. 2017, 572; Joo ym. 2015, 505; Tsai ym. 2019, 932).

Hoidon aikana käytettiin geelityynyjä varmistamaan, ettei anturin ja ihon väliin jäisi ilmaa, joka saisi aikaan energian kertymisen ihon pinnalle (Brown ym. 2015, 521; Chan ym. 2017, 572; Giles ym. 2019, 1352). HIFU-hoidot suoritettiin useimmiten joko nukutuksessa tai sedaatioissa (Bertrand ym. 2018, 2; Chan ym. 2017, 572; Giles ym. 2019, 1352; Joo ym. 2015, 505; Tsai ym. 2019, 932). Hoito aiheuttaa paikallisen kudostuhoituksen, jonka seurauksena potilas voi tuntea kipua. Käytettyjä nukutus- ja puudutusmenetelmiä ovat muun muassa sedaatio, paikallispuudutus, anestesia ja spinaalipuudutus. Vaatimukset nukutuksen ja puudutuksen suhteen vaihtelevat potilaan ja kohteen sijainnin mukaan. (Brown ym. 2015, 522.)

Jokaisessa tutkimuksessa yhtä kohdetta hoidettiin kerran ja hoidon kokonaiskesto vaihteli 21 minuutista 180 minuuttiin. Sonikaatioita hoitokerran aikana oli hoitokohteen koon mukaan kuudesta 51 kertaan. (Bertrand ym. 2018, 2; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Joo ym. 2015, 506; Tsai ym. 2019, 933.) Bertrand ym. (2018, 2) tutkimuksessa mainittiin, että yhden sonikaation kesto on noin viisitoista sekuntia.

Hoidon jälkeiset seurantajaksoit vaihtelivat kahdesta viikosta vuoteen asti. Kahdessa tutkimuksessa seurantajakson pituus oli kuukauden verran, kolmessa tutkimuksessa kolme kuukautta ja yhdessä tutkimuksessa vuoden verran. Katsausartikkeleissa yleisin seurantajakson pituus oli kolme kuukautta. Seuranta-ajankohtia oli tutkimuksissa vaihdellen. Joissakin tutkimuksissa ensimmäinen seuranta-ajankohta oli kaksi päivää hoidon jälkeen, kun taas toisissa tutkimuksissa ensimmäinen seuranta oli viikko tai kaksi viikkoa hoidon jälkeen. Seuranta-ajankohtia oli valituissa tutkimuksissa yhdestä kerrasta seitsemään kertaan. Useimmiten niitä oli kahdesta viiteen kertaa. Seuranta-ajankohtien aikana muun

muassa toteutettiin seurantakuvauksia ja täytettiin uudestaan alussa täytettyjä lomakkeita. Näin potilaiden voinnin muutoksia pystyttiin vertailmaan alkutilanteeseen. (Bertrand ym. 2018, 2; Brown ym. 2015, 524; Chan ym. 2017, 570; Giles ym. 2019, 1351; Harding ym. 2018, 233; Huisman ym. 2015, 253; Joo ym. 2015, 505–506; Rodrigues ym. 2015, 266; Tsai ym. 2019, 932.) Esimerkiksi Joo ym. (2015, 506) tutkimuksessa seuranta-ajankohdat olivat kolme päivää, kaksi viikkoa, kuukausi, kaksi kuukautta, kolme kuukautta ja vuosi hoidon jälkeen. Ajankohtien aikana arvioitiin potilaan vointia, määritettiin kivun kokemukset, havainnointiin muutokset kipulääkkeiden käytössä ja huomioitiin mahdolliset haittavaikutukset. Kolmen kuukauden kohdalla hoidosta järjestettiin lisäksi seurantakuvaukset. (Joo ym. 2015, 506.)

6.2 HIFU-hoidon vaikutus luustoetäpesäkkeisiin

HIFU-hoidossa korkeaa energiaa siirretään kohdealueelle, jonka seurauksena kohdealue lämpenee. Kohdealueen ablaatio saavutetaan, kun lämpötila kudoksessa kohoaa yli 57 °C:een. Luustoetäpesäkkeitä hoidettaessa kyseessä on usein palliatiivinen hoito ja hoidolla pyritään lievittämään potilaan kipuja. (Brown ym. 2015, 522; Chan ym. 2017, 571.) HIFU-hoidon uskotaan vaikuttavan lämmön avulla paikallisesti luukalvon tuhoutumiseen. Luukalvossa on paljon hermokuituja, jotka liittyvät vahvasti kivun tunteen esiintymiseen ja näiden luukalvossa olevien hermojen tuhoutuminen on olennainen osa HIFU-hoidon vaikutusta etäpesäkkeisiin. (Brown ym. 2015, 522; Chan ym. 2017, 571; Rodrigues ym. 2015, 261.) Luun etäpesäkkeiden aiheuttama kipu johtuu monista eri tekijöistä, kuten mikromurtumista ja lisääntyneestä paineesta luussa, joka saa aikaan luukalvon venymisen. Hoidon avulla saadaan tätä painetta laskettua tiivisluun ja luukalvon välillä. (Brown ym. 2015, 526.)

HIFU-hoidon vaikutuksen ymmärtämisessä on vielä tutkimusten mukaan puutteita ja on mahdollista, että vaikutusten syntyemisessä hyödynnetään useampaa kuin yhtä erillistä mekanismia (Brown ym. 2015, 522). Hoidolla voidaan vaikuttaa myös itse etäpesäkkeeseen, joko pienentämällä sitä tai tuhoamalla se kokonaan. Tämä aiheuttaa paineen laskua ympäröivissä kudoksissa ja voi näin lievittää potilaan kokemaa kipua. (Chan ym. 2017, 571; Joo ym. 2015, 508.) Hoidolla voidaan vaikuttaa etäpesäkkeisiin lisäksi kavitaation avulla. Kavitaatiossa kudoksissa muodostuu pieniä kaasukuplia, jotka alkavat värähtelemään. Paine kudoksissa nousee ja paineen noustessa liian korkeaksi kaasukuplat räjähtävät ja aiheuttavat vahinkoa viereisille kudoksille ja itse etäpesäkkeelle. (Brown ym. 2015, 521–522.) HIFU-hoidon lämpövaikutuksen uskotaan lisäksi nopeuttavan luun paranemista ja sklerosoitumista (Joo ym. 2015, 508).

6.3 HIFU-hoidosta saatavat hyödyt luustoetäpesäkkeiden hoidossa

Tutkimusten mukaan luustoetäpesäkkeistä kärsivät potilaat kokivat saaneen hyvin erilaisia hyötyjä hoidosta, mutta kivunlievitys oli yksi yleisimmistä ja merkittävimmistä hyödyistä. HIFU:n koettiin kaiken kaikkiaan olevan hyödyllinen, tehokas ja turvallinen hoitomenetelmä luustoetäpesäkkeiden hoidossa. (Bertrand ym. 2018, 8; Brown ym. 2015, 528; Chan ym. 2017, 575; Giles ym. 2019, 1351; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 509; Rodrigues ym. 2015, 268–269.)

6.3.1 Kipuun liittyvät hyödyt

Kivun lieventyminen HIFU-hoidon ansioista mainittiin jokaisessa valitussa tutkimuksessa. Kivun lieventymistä käsiteltiin tutkimuksissa eri tavoin, joissakin esimerkiksi seurattiin kipulääkkeiden käyttöä ja

joissakin raportoitiin kipuasteikolla annettujen pisteiden vähentymistä. Kivun lieventymistä potilaat kokivat seurantajaksojen eri vaiheissa, ja kipu pysyi lievempänä osalla pidempään ja osalla lyhyemmän aikaa. Parhaimmissa tapauksissa kipu pysyi lieventyneenä jopa vuoden, kun taas osa potilaista koki kivun lieventyneen korkeintaan viikon ajaksi. (Bertrand ym. 2018, 3; Brown ym. 2015, 528; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 236; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934.)

Potilaat arvioivat kaikissa tutkimuksissa kipuaan käyttämällä joko NRS- tai VAS-kipumittareita, joista NRS (Numeric Rating Scale, 0–10) on numeerinen asteikko ja VAS (Visual Analogue Scale) kipujana, jonka arvot muutettiin analysointivaiheessa pisteiksi. Kolmessa tutkimuksessa käytettiin hyödyksi Brief Pain Inventory (BPI)-mittaria, minkä avulla arvioitiin kivun kovuutta ja sen vaikutusta päivittäisiin toimintoihin. Kyseisessä mittarissa hyödynnettiin NRS-kipumittaria. (Harding ym. 2018, 234; Chan ym. 2017, 570; Giles ym. 2019, 1351.) Neljässä tutkimuksessa potilaiden kivun mittaamisessa käytettiin visuaalista kipujanaa ja yhdessä tutkimuksessa käytettiin NRS-kipuasteikkoa (Bertrand ym. 2018, 1; Brown ym. 2015, 524; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 266; Tsai ym. 2019, 932). Huisman ym. (2015, 253) katsausartikkeliin valituissa tutkimuksissa hyödynnettiin joko BPI- tai VAS-mittareita.

Kivun arviointeja suoritettiin ennen hoitoa ja eri tutkimusten seuranta-ajankohtien mukaisesti, ja näitä pisteitä vertailtiin toisiinsa. Kaikissa valituissa tutkimuksissa havaittiin, että suurimmalla osalla potilaista kivusta annetut pisteet vähentyivät eli kipua oli vähemmän HIFU-hoidon myötä. Useimmissa tutkimuksissa ainakin puolet tutkimukseen osallistuneista potilaista oli saanut merkittävän kivunlievityksen hoidosta eli kipupisteet olivat näillä potilailla laskeneet ainakin kaksi pistettä alkutilanteesta ilman kipulääkityksen lisäämistä. (Bertrand ym. 2018, 3, 6; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 236; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934.) Muun muassa Chan ym. (2017, 573) tutkimuksessa havaittiin, että kaikki kuusi tutkimukseen osallistunutta potilasta olivat kokeneet merkittävän kivunlievityksen hoidon ansiosta kuukauden päästä hoidosta.

Jotkut potilaat kokivat saaneen kipuun helpotusta heti hoidon jälkeen, nopeimmillaan jopa kolmen päivän kuluttua hoidosta, kun taas joillain hoidon vaikutus alkoi myöhemmin, useimmiten viikon tai kahden viikon kuluessa hoidosta. (Bertrand ym. 2018, 3, 6; Brown ym. 2015, 528; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 236; Joo ym. 2015, 506.) Joo ym. (2015, 506) tutkimuksessa neljällä potilaalla kipu helpottui kolmen päivän aikana hoidosta, kun taas yhdellä potilaalla kipu lieventyi kahden viikon jälkeen hoidosta. Jotkut potilaat saivat hoidosta helpotusta kipuun pidemmäksikin ajaksi, jopa vuodeksi, kun taas joillakin potilailla kipu pysyi vähemmän aikaa lieventyneenä. Yleensä kipu lieventyi asteittain seurantajakson aikana, harvoin hoidosta sai täyden hyödyn heti hoidon jälkeen. Oli myös tapauksia, missä potilaan kipu vähentyi heti hoidon jälkeen ja pysyi tämän jälkeen tietyllä tasolla pitkiäkin aikoja. (Bertrand ym. 2018, 3, 6; Brown ym. 2015, 528; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 236; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 268.)

Osa potilaista saavutti täyden kivuttomuuden hoidon myötä eli heidän kipupisteensä olivat laskeneet nolnaan. Kivuttomuus saavutettiin aikaisintaan kuukauden aikana hoidosta, mutta yleensä kivuista päästiin eroon kolmen kuukauden kuluessa hoidosta. (Bertrand ym. 2018, 3, 6; Harding ym. 2018,

236; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934.) Tsai ym. (2019, 933–934) tutkimuksessa saatiin tulokseksi, että jopa viidellätoista potilaalla 31 potilaasta oli kolmen kuukauden kuluttua hoidosta kipupisteet laskeneet nollaan ilman kipulääkkeiden annostuksen nostamista eli he kokivat saaneensa täyden helpotuksen kivun kokemuksiin.

Ennen hoitoa potilaat täyttivät lisäksi muita kipuun liittyviä kyselyitä ja näiden kyselyiden pisteissä havaittiin myös vähentymistä hoidon jälkeen. Pisteiden alenemista havaittiin viimeistään kahden viikon aikana hoidosta muun muassa pahimman kivun kipupisteissä, kivun häiritsemisen pisteissä ja kivun kovuuden pisteissä. (Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356.) Myös kivuliaita paikkoja ja ominaisuuksia esiintyi vähemmän hoidon jälkeen (Harding ym. 2018, 236). Giles ym. (2019, 1356) tutkimuksessa kivunlievityksen seurannassa hyödynnettiin lisäksi potilaspäiväkirjoja, joista saatiin tulokseksi, että potilaat, joilla oli luun sisällä olevia etäpesäkkeitä eli osteolyyttisiä etäpesäkkeitä saavuttivat kivunlievityksen nopeammin kuin potilaat, joilla oli luun ulkopuolella olevia eli osteoblastisia etäpesäkkeitä.

Kipulääkkeiden käyttö korreloi kivun vähentymisen kanssa. Useissa tutkimuksissa tarkkailtiin lisäksi potilaiden kipulääkkeiden käyttöä ja kipulääkkeiden tarpeessa havaittiin seurantajakson aikana selvää vähenemistä. (Harding ym. 2018, 236; Huisman ym. 2015, 252; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934.) Rodriguesin ym. (2015, 267) katsausartikkelissa mainittiin tutkimus, jossa yli puolella tutkimukseen osallistuneista (n=25) vähentyi opioidien käyttö. On olemassa näyttöä siitä, että runsas opioidien käyttö voi vaikuttaa positiivisesti etäpesäkkeiden kehittymiseen ja muodostumiseen. HIFU-hoidosta saatu kivunlievitys ja näin opioidien käytön vähentyminen on siis kliinisesti merkityksellinen hyöty. (Brown ym. 2015, 528.)

6.3.2 Toimintakykyyn liittyvät hyödyt

Hoidon havaittiin vaikuttavan positiivisesti potilaiden toimintakykyyn ja elämänlaatuun. Kolmessa tutkimuksessa raportoitiin elämänlaatuun liittyviä asioita ja yhdessä tutkimuksessa kerrottiin, kuinka hoito oli vaikuttanut liikerajoituksiin. (Chan ym. 2017, 574; Harding ym. 2018, 236–238; Joo ym. 2015, 506–507; Rodrigues ym. 2015, 268.)

Hoidon myötä osalla potilaista toimintakyky ja elämänlaatu paranivat (Chan ym. 2017, 574; Harding ym. 2018, 236–238; Rodrigues ym. 2015, 268). Potilaiden fyysinen aktiivisuus ja yleinen toiminnallisuus lisääntyivät tasaisesti koko seurantajakson aikana. Hoidon jälkeen unettomuutta ja väsymystä koettiin vähemmän sekä ummetus vähentyi todella paljon. Osa potilaista ei kokenut enää ruokahaluttomuutta tai pahoinvointia ja oksentelua kolmen kuukauden jälkeen hoidosta. (Harding ym. 2018, 236–238.) Jotkut potilaat kokivat hoidon jälkeen mielialan paremmaksi, olivat vuorovaikutuksessa muiden ihmisten kanssa enemmän, selviytyivät normaaleista arjen töistä paremmin, nukkuivat paremmin ja ylipäättään nauttivat elämästä enemmän (Chan ym. 2017, 574). Joissakin osa-alueissa toimintakyky parani koko seuranta-ajanjakson ajan, mutta osassa toimintakyky hieman laski jonkin ajan jälkeen. Mikään toimintakyvyn osa-alueista ei kuitenkaan palautunut samalle tasolle kuin ennen hoitoa vaan muuttui paremmaksi seurantajakson aikana. (Chan ym. 2017, 574; Harding ym. 2018, 236–238.) Harding ym. (2018, 236–238) tutkimuksessa havaittiin kuukauden kohdalla hoidon antamisesta fyysi-

sen aktiivisuuden vähentyminen ja toiminnallisten häiriöiden lisääntyminen, mutta seurantajakson lopussa fyysinen aktiivisuus oli parempi ja toiminnallisia häiriöitä oli vähemmän kuin alkutilanteessa. HIFU-hoidon avulla saavutettiin siis monille potilaille parempi toimintakyky ja näin myös parempi elämänlaatu. (Chan ym. 2017, 574; Harding ym. 2018, 236–238.)

HIFU-hoidolla saavutettiin lisäksi muita toimintakykyyn liittyviä hyötyjä. Joo ym. (2015, 506–507) tutkimuksessa yhdellä potilaalla hoidettiin oikeassa lapaluussa olevaa etäpesäkettä. Potilaalla oli vaikeuksia käyttää oikeaa kättä, mutta hoidon myötä kädessä ei ollut enää minkäänlaisia liikerajoituksia. Toisella potilaalla oli vasemmassa lonkassa liikerajoituksia eikä hän pystynyt kävelemään pitkiä matkoja. HIFU-hoidolla hoidettiin vasemmassa suoliluussa olevaa etäpesäkettä. Hoidon myötä lonkan liikerajoitukset poistuivat ja hän pystyi kävelemään ainakin neljä kilometriä. (Joo ym. 2015, 506–507.) Chan ym. (2017, 574) tutkimuksessa havaittiin hoidon positiivinen vaikutus kävelykykyyn.

6.3.3 Seurantakuvantamisella havaitut muutokset ja muut hyödyt

HIFU-hoito vaikutti monissa tapauksissa myös itse etäpesäkkeeseen, vaikka useimmissa tutkimuksissa hoidolla pyrittiin vain lievittämään kipua. Kuvantamismuutoksia havaittiin kuudessa valitussa tutkimuksessa. (Bertrand ym. 2018, 3; Chan ym. 2017, 574; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 507; Rodrigues ym. 2015, 267; Tsai ym. 2019, 934.)

HIFU-hoito tuhosi joillakin potilailla luustoetäpesäkkeen osittain tai jopa kokonaan (Bertrand ym. 2018, 3). Useissa tutkimuksissa havaittiin hoidon jälkeen luun tiheyden lisääntymistä eli luun tiivistymistä, joka johtui luun sklerosoitumisesta (Chan ym. 2017, 574; Huisman ym. 2015, 252; Rodrigues ym. 2015, 267; Tsai ym. 2019, 934). Osalla potilaista etäpesäkkeiden koot alkoivat pienentymään hoidon myötä ja etäpesäkkeen syövyttämän luun kohdalle alkoi muodostumaan uutta luuta (Joo ym. 2015, 507; Tsai ym. 2019, 934). Joo ym. (2015, 507) tutkimuksessa kahdelle potilaalle suoritettiin kolmen kuukauden kohdalla tietokonetomografia- ja magneettiseurantakuvaukset. Toisella potilaista huomattiin, että hoidon myötä etäpesäkkeen kohdalla olevan pehmytkudoksen massa oli pienentynyt ja etäpesäkkeen syövyttämän luun kohdalle oli alkanut muodostumaan uutta luuta. Toisella potilaalla pehmytkudosmassan koossa ei huomattu eroa, mutta luukalvossa huomattiin positiivisia muutoksia. (Joo ym. 2015, 507.) Tsai ym. (2019, 934) tutkimuksessa hoidetussa luussa raportoitiin olevan täysin normaali luun tiheys, mikä antaa kuvan siitä, että hoito oli tehonnut ja etäpesäke ei enää syövytä luuta. Etäpesäke voi myös aiheuttaa tiivisluun paksuuntumista. Hoidon myötä huomattiin, että tiivisluun paksuuntunut kohta alkoi ohentumaan. (Rodrigues ym. 2015, 267.) Kuvantamisen perusteella havaitut muutokset voivat siis olla hyvinkin monipuolisia ja HIFU-hoidon todettiin olevan erittäin tehokas ja sopiva menetelmä etäpesäkkeiden hoidossa (Bertrand ym. 2018, 3).

Muita positiivisia vaikutuksia HIFU-hoidosta raportoitiin olevan TGF α -sytokiinin lasku. TGF α on kasvutekijä, joka on liitetty monenlaisiin syöpiin. Chan ym. (2017, 573–574) tutkimuksessa virtsasta mitattiin sytokiinit kolme päivää ennen hoitoa ja kaksi päivää hoidon jälkeen. Mikään sytokiineista ei ollut merkittävästi erilainen, mutta TGF α osoitti yleistä laskua ja suuntausta kohti tilastollista merkitsevyyttä. (Chan ym. 2017, 573–574.)

6.4 HIFU-hoidon aiheuttamat haitat luustoetäpesäkkeiden hoidossa

HIFU-hoidosta aiheutuvat vakavat haittavaikutukset ovat harvinaisia ja useissa tutkimuksissa ei edes raportoitu minkäänlaisia haittoja, koska potilaalla ilmenevät haitat johtuivat etenevästä sairaudesta, ei HIFU-hoidosta. Tutkimuksien seuranta-aikana kuoli useita potilaita, mutta syyksi katsottiin potilaan ensisijaisen sairauden eteneminen, ei hoidosta johtuvat syyt. HIFU-hoitoa annettiin kaikissa tutkimuksissa palliatiivisena hoitona, joten potilaiden syöpä oli siinä vaiheessa jo edennyt pidemmälle ja kyseessä oli loppuvaiheen syöpä. (Bertrand ym. 2018, 3; Chan ym. 2017, 575; Giles ym. 2019, 1356–1357; Harding ym. 2018, 239–240; Joo ym. 2015, 506, 509, Rodrigues ym. 2015, 268–269.)

6.4.1 Kipuun liittyvät haitat

Kipu on yksi yleisimmistä haittavaikutuksista, jota HIFU-hoidosta voi syntyä ja kaikissa valituissa tutkimuksissa mainittiin kipu joko hoidon aikana tai jälkeen (Bertrand ym. 2018, 6; Brown ym. 2015, 521–522, 528; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 238–239; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 507–509; Rodrigues ym. 2015, 268; Tsai ym. 2019, 934). Rodrigues ym. (2015, 268) katsausartikkelissa mainittiin, että kipua esiintyi jopa noin kolmanneksella HIFU-hoidon saaneista potilaista.

Hoidon aikana kipua voi tuntua paikallisen kudoksumennuksen takia, mitä sanotaan sonikaatiokivuksi, ja epämukavan asennon takia, sillä potilas joutuu usein makaamaan kipeällä puolellaan, jotta hoidettava kohde saadaan lähelle anturia (Brown ym. 2015, 521–522, 528; Rodrigues ym. 2015, 268). Useat potilaat kokivat kivun niin vaikeaksi ja kovaksi, että joutuivat keskeyttämään hoidon pysäytyspainikkeen avulla ja joissakin tapauksissa pyytämään lisää kipulääkettä, jotta hoito voitaisiin suorittaa onnistuneesti loppuun asti (Chan ym. 2017, 573; Tsai ym. 2019, 934).

Hoidon jälkeen voi myös esiintyä kipua (Brown ym. 2015, 521–522, 528; Giles ym. 2019, 1356). Joo ym. (2015, 507–509) tutkimuksessa yksi potilas, jolta hoidettiin oikeassa reisiluussa olevaa etäpesäkettä, valitti HIFU-hoidon jälkeisestä jalkakivusta, joka kuitenkin poistui itsestään kahden viikon kuluessa. Heti hoidon jälkeen suoritettiin magneettikuvaus vaurioiden tarkistamiseksi, mutta kuvista ei löytynyt mitään poikkeavaa viereisistä kudoksista tai hermoista. Sama kuvaus suoritettiin myös 90 päivää hoidon jälkeen ja tällöinkin kuvat olivat normaalit. Tutkijat epäillivät potilaan saaneen iskiashermoon jonkinlaisen vamman hoidosta, sillä yksi HIFU-hoidon yleisimmistä haittavaikutuksista on hermovaurio, joka johtuu hermojen huonosta kyvystä kestää lämpöä. (Joo ym. 2015, 507–509.)

Joillakin potilailla kipu koventui jonkin ajan kuluttua HIFU-hoidosta. Tämän ei kuitenkaan uskota suoraanisesti johtuvan annetusta hoidosta, vaan enemmänkin etenevästä sairaudesta. (Bertrand ym. 2018, 3; Chan ym. 2017, 575; Giles ym. 2019, 1356–1357; Harding ym. 2018, 239–240; Joo ym. 2015, 506, 509, Rodrigues ym. 2015, 268–269.) Bertrand ym. (2018, 6) tutkimuksessa seurantajakson aikana kuoli neljä potilasta syövän etenemisen vuoksi ja Joo ym. (2015, 506) tutkimuksessa kuoli kaksi potilasta ennen vuoden seuranta-ajankohtaa. Osalla potilaista kipu vähentyi hoidon jälkeen, mutta kääntyi kuitenkin sitten selvään nousuun ja loppujen lopuksi kipua oli enemmän kuin mitä alkutilanteessa. Kipulääkkeiden tarve lisääntyi osalla potilaista lisääntyneen kivun takia. (Bertrand ym. 2018, 6; Joo ym. 2015, 506.) Harding ym. (2018, 238–239) tutkimuksessa potilaat arvioivat numeerisesti

kivuliaiden paikkojen esiintymisen ja kivuliaiden ominaisuuksien ilmentymisen, joista kivuliaiden paikkojen pisteet nousivat kolmen kuukauden aikana hoidon jälkeen. Kivuliaiden ominaisuuksien pisteet nousivat tasaisesti kahden kuukauden seuranta-ajankohtaan asti, mutta kääntyivät tämän jälkeen laskuun. Kivuliaita ominaisuuksia siis ilmeni hoidon jälkeen kahden kuukauden ajan enemmän kuin ennen hoitoa. (Harding ym. 2018, 238–239.)

6.4.2 Lämpöaurion syntymiseen liittyvät haitat

Toinen yleisimmistä HIFU-hoidon aiheuttamista haittavaikutuksista oli palovammojen syntyminen, joka mainittiin neljässä valitussa tutkimuksessa (Brown ym. 2015, 521; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 509; Rodrigues ym. 2015, 268). Brown ym. (2015, 521) katsausartikkelissa tuotiin esiin, että haittavaikutusten luonteeseen ja esiintyvyyteen vaikuttaa hoidettavan kohteen ominaisuudet ja hoitoon käytetty HIFU-laite.

HIFU-hoidosta aiheutuvat palovammat esiintyvät usein HIFU-anturin puolella, kun anturi ja iho olivat huonosti kytkettyneet toisiinsa ja näin niiden väliin jäi ilmaa. Tämä saa aikaan sen, että HIFU-keila on epätarkka ja energiaa kerrostuu ihon pinnalle, minkä seurauksena HIFU-keilan ikkunan kohdalle syntyy palovamma. Tällainen palovamma on usein pieni ja paikallinen. (Brown ym. 2015, 521; Joo ym. 2015, 507, 509.) Joo ym. (2015, 507, 509) tutkimuksessa yhdellä potilaalla havaittiin palovamma, joka oli kuitenkin vastakkaisella puolella kuin anturi. Potilaalla hoidettiin oikeaa lapaluuta eli anturi oli ollut selän puolella, kun taas toisen asteen palovamma tuli potilaan anterioriselle puolelle. Palovamman syntyminen uskotaan johtuvan suuresta hoitoon käytetystä energiasta ja energioiden huonosta kohdennuksesta hoidettavaan luustoetäpesäkkeeseen, jonka seurauksena syntyi pidempi kuumennusalue, joka ylettyi vastakkaiselle puolelle. Potilaan palovammat hävisivät ilman hoitoa yhden viikon aikana. (Joo ym. 2015, 507, 509.) Syntyneet palovammat eivät ole aina välttämättä pieniä ja paikallisia vaan hoidosta voi syntyä vakaviakin palovammoja, jopa kolmannen asteen palovammoja (Huisman ym. 2015, 252; Rodrigues ym. 2015, 268). Palovammojen ilmestymisen uskotaan kuitenkin vähenevän, kun kokemus ja tieto lisääntyy HIFU-hoidon antamisesta (Brown ym. 2015, 528).

Muunlasiakin paikallisia lämmöstä johtuvia vaurioita voi syntyä HIFU-hoidon seurauksena. Tällaisia ovat esimerkiksi ihon punoitus ja turvotus hoitokohdassa. Hoitoa annettaessa onkin tärkeää huolehtia, ettei vahingoita viereisiä kudoksia lämmöllä. (Brown ym. 2015, 521.) Erilaisten kuvantamismenetelmien avulla pystytään havaitsemaan lämpöaurioiden syntyminen kudoksissa ja useissa tutkimuksissa seuranta-aikaan kuului myös tietokonetomografia- ja/tai magneettikuvaus. Kuvantamistutkimusten ja niissä esiintyvien muutosten avulla saatiin selville, että yhdellä potilaalla oli mahdollisesti syntynyt hoidosta lämpöaurio viereiseen ihonalaiseen rasvakudokseen. (Giles ym. 2019, 1356.) Bertrand ym. (2018, 8) tutkimuksessa havaittiin yhdellä potilaalla hoidon jälkeen jonkinlaista ihoärsytystä, minkä hoitoon potilaalle määrättiin viideksi päiväksi tulehduskipulääkkeitä.

6.4.3 Toimintakykyyn liittyvät ja muut haitat

Harding ym. (2018, 236–239) tutkimuksessa havaittiin, että osalla potilaista fyysinen aktiivisuus huonontui kuukausi hoidon jälkeen, mutta palautui sitten seurantajakson lopussa alkutilanteen tasolle. Väsymyksestä annetut pisteet huonontuivat hieman (9 %) kolmen kuukauden kuluessa hoidosta eli

osa potilaista oli väsyneempiä seurantajakson lopussa kuin alkutilanteessa. Merkittävää nousua tapahtui osalla potilaista ummetukseen liittyvissä pisteissä, sillä ne nousivat kolmen kuukauden aikana melkein puolella lähtötilanteeseen verrattuna. Toisin sanottuna potilaat kokivat joko enemmän tai pahempaa ummetusta hoidon jälkeen. Joillakin potilailla yleinen elämänlaatu hieman huonontui hoidon jälkeen. (Harding ym. 2018, 236–239.)

Valituissa tutkimuksissa raportoitiin lisäksi muita harvinaisempia haittavaikutuksia. Giles ym. (2019, 1356) tutkimuksessa yksi potilas kertoi pakaran olleen tunnoton ristiluuhun annetun HIFU-hoidon jälkeen. Rodrigues ym. (2015, 267–268) katsausartikkelissa taasen mainittiin, että muutamilla potilailla esiintyi vakavia haittavaikutuksia, joihin luettiin esimerkiksi murtuman kehittyminen hoidon aikana. Artikkelissa raportoitiin lisäksi eturauhasen tulehtuminen, kun HIFU-hoito oli kohdistettu istuinluuhun. (Rodrigues ym. 2015, 267–268.)

7 POHDINTA

7.1 Yhteenveto ja tulosten tarkastelu

HIFU-hoidossa käytetään korkeaenergistä ultraääntä, joka saa aikaan kohdekudoksen lämpenemisen. Saman lämpövaikutuksen avulla voidaan vaikuttaa myös luustoetäpesäkkeisiin ja niistä aiheutuvaan kipuun. Potilaalla, jolla on luustossa etäpesäkkeitä, on kyseessä usein jo edennyt sairaus, jonka vuoksi HIFU-hoito on palliatiivista eli kipua lievittävää hoitoa. (Brown ym. 2015, 522; Chan ym. 2017, 571.) HIFU-hoidolla voidaan vaikuttaa luukalvossa oleviin hermoihin tuhoamalla ne ja näin potilas tuntee kivun lieventyneen. Samalla voidaan vähentää painetta tiivisluun ja luukalvon välillä, joka myös vähentää kipua. (Brown ym. 2015, 522, 526; Chan ym. 2017, 571; Rodrigues ym. 261.) Uskotaan kuitenkin, että HIFU-hoito vaikuttaa useamman erilaisen mekanismin kautta, ei vain hermojen tuhoutumisella ja paineen vähenemisellä (Brown ym. 2015, 522). Hoidolla voidaan vaikuttaa suoraan etäpesäkkeen kokoon, kavitaatio aiheuttaa joitakin muutoksia ja lämpövaikutuksen uskotaan nopeuttavan luun paranemisprosessia (Brown ym. 2015, 521–522; Chan ym. 2017, 571; Joo ym. 2015, 508).

Kivun lieventyminen saadun hoidon ansiosta oli yksi yleisimmistä ja merkityksellisimmistä hyödyistä, mutta samalla kivun kokeminen hoidon aikana tai jälkeen oli yksi yleisimmistä haittavaikutuksista, jota HIFU-hoidosta syntyi. Osalla potilaista NRS- tai VAS-kipumittareilla annetut kipupisteet vähentyivät hoidon jälkeen verrattuna alkutilanteen pisteisiin. Nopeimmillaan kivun koettiin lieventyneen kolmen päivän sisällä hoidosta ja pisimmillään hoidosta saatu kivunlievitys kesti seurantajakson loppuun asti, joka oli valittujen tutkimusten tapauksessa vuoden verran. Kivunlievitys koettiin yleensä asteittaisena vähenemisenä. (Bertrand ym. 2018, 3, 6; Brown ym. 2015, 528; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 236; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934.) Osa potilaista saavutti kivuttomuuden hoidon ansiosta, johon päästiin aikaisintaan kuukauden kuluttua hoidosta, mutta yleensä kolmen kuukauden kuluessa hoidosta (Bertrand ym. 2018, 3, 6; Harding ym. 2018, 236; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 506; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934). Useissa tutkimuksissa potilaiden kipulääkkeiden käyttö vähentyi seurantajakson aikana, mikä korreloi kivun vähentymisen kanssa (Harding ym. 2018, 236; Huisman ym. 2015, 252; Rodrigues ym. 2015, 267–268; Tsai ym. 2019, 933–934). Hoidon aikana kipua voi tuntua paikallisen kudostuhoamisen takia ja epämukavan asennon takia, sillä potilas joutuu usein makaamaan kipeällä puolellaan, jotta hoidettava kohde saadaan lähelle anturia. Jotkut potilaat joutuivat keskeyttämään hoidon liian kovan kivun takia. Hoidon jälkeen voi esiintyä hermovauriosta johtuvaa kipua, sillä yksi HIFU-hoidon haittavaikutuksista on raportoitu olevan hermovaurio, joka johtuu hermojen huonosta kyvystä kestää lämpöä. (Bertrand ym. 2018, 6; Brown ym. 2015, 521–522, 528; Chan ym. 2017, 573; Giles ym. 2019, 1356; Harding ym. 2018, 238–239; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 507–509; Rodrigues ym. 2015, 268; Tsai ym. 2019, 934.)

Hoidolla oli positiivisia ja negatiivisia vaikutuksia potilaan toimintakykyyn ja elämänlaatuun. Osalla potilaista fyysinen aktiivisuus ja yleinen toiminnallisuus lisääntyivät, unettomuutta ja väsymystä koettiin vähemmän sekä ummetus vähentyi todella paljon. Ruokahaluttomuudesta sekä pahoinvoinnista ja oksentelusta osa potilaista ei enää kärsinyt hoidon jälkeen. Jotkut potilaat kokivat hoidon jälkeen mielialan paremmaksi, olivat vuorovaikutuksessa muiden ihmisten kanssa enemmän, selviytyivät normaaleista arjen töistä paremmin ja ylipäätään nauttivat elämästä enemmän. (Chan ym. 2017, 574;

Harding ym. 2018, 236–238; Rodrigues ym. 2015, 268.) Hoidon avulla saavutettiin myös muun muassa liikerajoitusten poistuminen ja kävelykyvyn paraneminen (Chan ym. 2017, 574; Joo ym. 2015, 506–507). Osalla potilaista taas fyysinen aktiivisuus huonontui kuukausi hoidon jälkeen, mutta palautui kuitenkin seurantajakson lopussa alkutilanteen tasolle. Osa potilaista oli väsyneempiä seurantajakson lopussa kuin alkutilanteessa ja jotkut potilaat kokivat enemmän ummetusta tai pahempaa ummetusta hoidon jälkeen. Osalla potilaista yleinen elämänlaatu hieman huonontui hoidon jälkeen. (Harding ym. 2018, 236–239.) Muita haittavaikutuksia olivat esimerkiksi pakaratan tunnottomuus hoidon jälkeen, murtuman kehittyminen ja eturauhasen tulehtuminen (Giles ym. 2019, 1356; Rodrigues ym. 2015, 267–268).

HIFU-hoito vaikutti monissa tapauksissa myös itse etäpesäkkeeseen. Hoito tuhosi joillakin potilailla luustoetäpesäkkeen osittain tai jopa kokonaan, pienensi etäpesäkkeen kokoa ja ohensi etäpesäkkeen aiheuttamaa tiivisluun paksuuntumista. Osalla potilaista luun tiheys lisääntyi hoidon myötä, uutta luuta alkoi muodostumaan ja parhaimmissa tapauksissa luun havaittiin muuttuneen seurantajakson aikana normaaliksi. (Bertrand ym. 2018, 3; Chan ym. 2017, 574; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 507; Rodrigues ym. 2015, 267; Tsai ym. 2019, 934.) Muita positiivisia vaikutuksia HIFU-hoidosta raportoitiin olevan kasvutekijä TGF α -sytokiinin lasku, joka liittyy monenlaisiin syöpiin (Chan 2017, 573–574).

Toinen yleisimmistä HIFU-hoidon aiheuttamista haittavaikutuksista oli palovammojen syntyminen. Syntyneet palovammat olivat yleensä pieniä ja paikallisia, mutta kolmannen asteen palovammatkin olivat mahdollisia. Hoidosta aiheutuneet palovammat esiintyivät usein HIFU-anturin puolella, kun anturi ja iho olivat huonosti kytkeytyneet toisiinsa ja näin niiden väliin jäi ilmaa, joka sai aikaan energian kerrostumisen ihon pinnalle. Muunlaisiakin paikallisia lämmöstä johtuvia vaurioita syntyi HIFU-hoidon seurauksena, kuten ihon punoitusta ja turvotusta sekä ihoärsytystä. Haittavaikutusten luonteeseen ja esiintyvyyteen vaikuttaa hoidettavan kohteen ominaisuudet ja hoitoon käytetty HIFU-laite. (Brown ym. 2015, 521; Huisman ym. 2015, 252; Joo ym. 2015, 509; Rodrigues ym. 2015, 268.) Palovammojen ilmestymisen uskotaan vähenevän, kun kokemus ja tieto HIFU-hoidon antamisesta lisääntyy. (Brown ym. 2015, 528).

Suurin osa tämänhetkisistä tutkimuksista käsittelee hyvän- tai pahanlaatuisten kasvainten hoitamista HIFU-menetelmällä, etenkin kohdun myoomien ja eturauhassyövän hoitamista. Tämän tutkimuksen tulokset ja potilailla ilmaantuneet hyödyt ja haitat ovat samansuuntaisia muun kirjallisuuden kanssa. Esimerkiksi Blanco Sequeiros ym. (2017, 145, 148) katsausartikkelissa mainittiin haittavaikutuksina muun muassa palovammojen esiintyminen ja hoidosta saatavana hyötynä kivunlievitys. Luustoetäpesäkkeiden hoidossa tarkoituksena on lievittää kipua, ei niinkään vaikuttaa etäpesäkkeen kokoon tai käyttäytymiseen, mikä taas on tarkoituksena hyvän- ja pahanlaatuisten kasvainten hoidossa. Tutkimukseen valituissa aineistoissa tulokset olivat samansuuntaisia eikä mitään ristiriitaisia eroja niin hoidon vaikutusmekanismin kuin hyötyjen ja haittojen välillä huomattu.

Yhteenvedon voidaan todeta, että MRI-HIFU-hoito on potentiaalinen hoitomenetelmä potilaille, joilla on luustossa etäpesäkkeitä. Hoidolla voidaan vaikuttaa luukalvossa olevien hermojen tuhoutumiseen, joka saa aikaan kivun tunteen lieventymisen. Hoidon todettiin vaikuttavan positiivisesti toimintakykyyn, esimerkiksi väsymys väheni hyvin suurella osalla potilaista hoidon myötä. HIFU voi vaikuttaa

lisäksi luustoetäpesäkkeiden aiheuttamiin luustomuutoksiin. Hoidolla on toki myös varjopuolensa, kuten hoidon aikainen kipu ja palovammojen mahdollisuus. Uskotaan kuitenkin, että HIFU-hoitoa tullaan hyödyntämään tulevaisuudessa enemmän ja mahdolliset haittavaikutukset hoidosta tulevat vähenty-mään, kunhan hoitohenkilökunta saa enemmän kokemusta ja tietoa. Suomessa hoitomenetelmä ei ole vielä kovin yleinen, mutta hoidon uskotaan yleistyvän myös Suomessa. HIFU:n voidaan todeta olevan hyödyllinen, tehokas ja turvallinen hoitomenetelmä luustoetäpesäkkeiden hoidossa.

7.2 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksen eettisyys tarkoittaa sitä, että tutkija on noudattanut hyviä eettisiä periaatteita koko tutkimusprosessin ajan (Juuti & Puusa 2020, 175). Suomessa kaikissa tieteellisissä tutkimuksissa tulee noudattaa Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) asettamia ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä. Ohjeiden avulla pyritään edistämään hyvää tieteellistä käytäntöä ja torjumaan epärehellisyyttä tutkimusprosessin aikana. Näiden ohjeiden noudattamisesta pitää huolen ensisijaisesti jokainen tutkija itse, mutta myös koko tiedeyhteisö. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 4–7.)

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012, 6) mukaan itse tutkimustyön tekemisessä, tulosten raportoinnissa sekä tutkimusten ja tulosten tarkastelussa on noudatettava totuudenmukaisuutta, huolellisuutta ja tarkkuutta. Tämän tutkimuksen tutkimusprosessi eteni kirjallisuuskatsaukselle ominaiseen tapansa ja prosessin eri vaiheiden tuntemus oli tärkeää, jotta voitiin taata rehellinen, huolellinen ja tarkka työskentely. Kirjallisuuskatsaukseen ja tutkimuksen tekemiseen perehdyttiin hyvin ennen tutkimuksen tekemistä, jotta tutkimusmenetelmä olisi mahdollisimman tuttu ja prosessin eteneminen olisi hallinnassa. Huolimattomalla työskentelyllä voitaisiin aiheuttaa tutkimuksen ja sen tulosten harhaanjohtavuus. Tutkimusta työstettiin huolellisesti ja molemmat tutkijat tarkistivat toistensa työnjälkeä, jotta virheitä vältyttiin.

Tutkimuksen tekemisessä on hyödynnettävä oikeanlaisia ja eettisesti hyväksyttäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Tuloksia ilmoittaessa on noudatettava avoimuutta ja vastuullisuutta. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 150; Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Aineiston keruuprosessi suunniteltiin tarkoin jo heti alussa ennen kuin tiedonhakuja aloitettiin tekemään ja käytetyt tietokannat olivat laadukkaita ja tunnettuja terveysalan tietokantoja. Tutkimusten analysoinnissa ja tuloksia kirjoitettaessa noudatettiin avoimuutta ja vastuuntuntoisuutta, jotta tulokset olisivat totuudenmukaisia ja huolellisesti raportoitu.

Hyviin eettisiin periaatteisiin kuuluu se, että muiden tutkijoiden tekemiä tutkimuksia kunnioitetaan ja niihin viitataan oikein. Samalla heidän tutkimuksilleen ja itse tutkijoille on annettava niille kuuluva arvo ja merkitys. Lisäksi hyviä eettisiä periaatteita noudattaa se, että koko tutkimusprosessi, kuten suunnittelu ja toteutus, tehdään ja tallennetaan tutkimustiedolle asetettujen vaatimusten mukaisesti. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 151; Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Tutkimus kirjoitettiin Savonia-ammattikorkeakoulun raportointiohjeen mukaan ammattikorkeakoulun luomalle raportointipohjalle ja raportin kirjoittamisessa, kuten lähteiden merkitsemisessä, noudatettiin myös Savonia-ammattikorkeakoulun antamia ohjeita. Lähteiden kirjoittamisessa noudatettiin tarkkuutta ja huolellisuutta, jotta ne tulivat oikein kirjoitetuksi. Tutkimusprosessin edetessä plagiointin mahdollisuus tarkistettiin

aika ajoin Turnitin avulla. Tutkijoiden omat pohdinnat pidettiin selkeästi erillään muiden tutkijoiden teksteistä.

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (2012, 6) mukaan hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu se, että tarvittavat tutkimusluvut ja -sopimukset on järjestetty tutkimusprosessia varten. Lisäksi hyviin eettisiin periaatteisiin kuuluu, että kaikkien tutkimuksen tekemiseen osallistuvien tekijöiden oikeudet, vastuut ja velvollisuudet on käsiteltävä ennen tutkimuksen tekemistä (Tuomi & Sarajärvi 2018, 151; Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6). Ennen varsinaisen tutkimuksen toteuttamista laadittiin ohjaus- ja hankkeistamissopimus ohjaavan opettajan ja toimeksiantajan eli Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa, jossa käsiteltiin muun muassa julkaisemiseen liittyviä asioita ja toimeksiantajan oikeuksia.

7.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuudella tarkoitetaan sitä, että tutkija kykenee vakuuttamaan lukijan ammattitaidostaan toteuttaa tutkimus. Tämä pätee kaikkiin tutkimusprosessin vaiheisiin, kuten oikean tutkimusmenetelmän valintaan ja sopivan analyysimenetelmän valintaan. (Juuti & Puusa 2020, 175.) Tutkimuksen luotettavuuden arvioinnin avulla pohditaan asioita, jotka voivat aiheuttaa harhaa tutkimuksen tuloksiin. Tällaisia asioita on aina kaikessa tutkimustoiminnassa, jonka vuoksi jokaisen vaiheen tarkka luotettavuuden analysointi on tarpeen. (Niela-Vilén & Kauhanen 2015, 32.)

Kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta pohtiessa on mietittävä tutkimuksen totuutta ja objektiivisuutta. Objektiivisuutta arvioitaessa on syytä pohtia tutkimuskysymystä, tulosten luotettavuutta ja puolueettomuutta. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 158–160.) Tässä tutkimuksessa tutkimuksen tulokset pohjautuivat täysin valittuihin aineistoihin. Tutkimus pyrittiin tekemään mahdollisimman neutraaliksi niin, ettei tutkimuksesta käy ilmi minkäänlaisia tutkijoiden omia näkemyksiä tai ennakkoluuloja. Tutkimukseen valitut aineistot ovat vuosilta 2015–2020, joten aineiston voidaan todeta olevan ajankohtaista ja totuudenmukaista.

Yksi tutkimuksen luotettavuuden arvioinnin keinoista on validiteetin ja reliabiliteetin arviointi. Validiteetilla tarkoitetaan, että tutkimuksessa on tutkittu juuri sitä, mitä on luvattu ja reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten toistettavuutta. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 160–161.) Tutkimuksen voidaan todeta olevan validi tutkimus, sillä se tutkii juuri sitä, mitä oli tarkoituskin. Tutkimuksen validius on varmistettu etukäteen tutkimuksen huolellisella suunnittelulla ja tarkoin tehdyllä tiedonkeruulla. Tutkimus on lisäksi reliaabeli, sillä se antaa tarkkoja tuloksia ja tutkimusprosessi on kuvattu mahdollisimman tarkasti ja virheettömästi, jotta se voitaisiin suorittaa uudestaan samanlaisin tuloksin.

Aineiston keruun ja oikeanlaisen analyysimenetelmän käytön avulla voidaan vaikuttaa tutkimuksen luotettavuuteen (Tuomi & Sarajärvi 2018, 164–165). Tutkimus toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena ja tiedonhakuja tehtiin erilaisissa tietokannoissa. Saaduista hakutuloksista käytiin kaikki haut otsikkotasolla läpi. Tämän uskottiin lisäävän tutkimuksen luotettavuutta, sillä tavoitteena oli, ettei yhtäkään sopivaa tutkimusta jäisi havainnoimatta. Aineistoon hyväksyttiin vain tutkimukset, jotka olivat saatavilla ilman lisäkuluja. Tämä tuo varmasti omaa harhaa tutkimuksen tuloksiin, koska usea varseenotettava tutkimus jouduttiin jättämään pois aineistosta. Aineiston analyysin tekoon hyödynnettiin induktiivista sisällönanalyysiä, joka on yleinen analyysimenetelmä laadullisissa tutkimuksissa ja sen

koettiin soveltuvan myös tämän tutkimuksen analyysimenetelmäksi. Kaikki valitut aineistot olivat englanninkielisiä, mikä voi tuoda hieman harhaa tutkimuksen tuloksiin, sillä suomentamisessa on voinut tapahtua virheitä.

Riittävän ajan tutkimusprosessin läpiviemisessä katsotaan olevan yksi tutkimuksen luotettavuuden tekijöistä (Tuomi & Sarajärvi 2018, 165). Tutkimuksen teko aloitettiin jo keväällä 2020 aihekuvauksen kirjoittamisella, mutta lopullista tutkimusta aloitettiin kirjoittamaan vasta kesällä 2021. Suurin kirjoitustyö jäi siis aikataulutuksen loppupäähän ja tutkimuksen kokonaisuuden työstämiseen ei loppujen lopuksi jäänyt kovinkaan paljoa aikaa.

Tuomen ja Sarajärven (2015, 164–166) mukaan tutkimuksen luotettavuuteen liittyvät lisäksi raportin muoto, tekijöiden yksimielisyys, tutkimusprosessin julkisuus ja tutkimuksen eettisyys. Tutkimusraportti etenee tutkimukselle tyypilliseen tapaan eli tutkimuksesta löytyy muun muassa johdanto ja teoriaosa. Raportoinnissa noudatettiin tämänhetkisiä Savonia-ammattikorkeakoulun ohjeistuksia, jotka näkyvät niin tutkimuksen ulkoasussa kuin lähteiden merkitsemisessä. Tutkimuksen tekemiseen osallistui kaksi tutkijaa, joiden välillä ei ollut tutkimusprosessin aikana ristiriitaisuuksia. Tutkijoista kumpikin teki omat hakunsa, jotka sitten yhdistettiin ja molempien hakutuloksia tarkasteltiin yhdessä ja erikseen. Lisäksi valittuja tutkimuksia käytiin läpi niin itsenäisesti kuin myös yhdessä. Analyysi muodostettiin yhteistyössä tutkijoiden kesken. Tällaisen toimintatavan uskotaan nostattavan tutkimuksen luotettavuutta. Tutkimusprosessi oli siltä osin julkinen, että raportointi suoritettiin yksityiskohtaisesti ja tutkimuksen etenemistä arvioitiin aika ajoin. Tutkimuksessa noudatettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan asettamia ohjeita hyvästä tieteellisestä käytännöstä, joiden noudattaminen lisää tutkimuksen luotettavuutta.

7.4 Opinnäytetyöprosessi

Tutkimuksen tekeminen aloitettiin aiheen valinnalla. Tutkimuksen aihetta aloitettiin hahmottelemaan jo syksyllä 2019, kun oli ultraäänien opetustunnit. Tuolloin opettaja mainitsi HIFU-hoitomenetelmän ja siitä aloitettiin pohtimaan sopivaa lähestymistapaa kyseiseen aiheeseen sekä tutustumaan aiempiin aihetta käsitteleviin opinnäytetöihin. Mielenkiintoinen ja ajankohtainen aihe tutkimukselle löytyi yllättävän helposti ja nopeasti opettajan avustuksella. Mielenkiintoisen aiheen valinnalla voitiin taata tutkijoiden innostuksen pysyminen, tutkimuksen valmistuminen ajallaan sekä kattavan ja monipuolisen työn toteutuminen. Aiheen ollessa valmis kirjoitettiin aihekuvaus, jossa pohdittiin muun muassa tutkimuksen merkitystä ja alustavaa aikataulutusta. Aiheen katsottiin olevan merkityksellinen, koska HIFU-hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin ei ole tehty aiemmin opinnäytetyötä tai muuta vastaavaa tutkimusta. Hoitoa annetaan moniammatillisessa tiimissä ja röntgenhoitaja on osa tätä tiimiä, voi siis olla, että aihe koskettaa myös tutkimuksen tekijöitä tulevaisuudessa.

Aihekuvauksen ollessa valmis siirryttiin kirjoittamaan työsuunnitelmaa syksyllä 2020. Työsuunnitelma- vaiheessa muodostettiin muun muassa tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset sekä tarkempi aikataulutus. Tutkimuksen tarkoitusta, tavoitetta ja tutkimuskysymyksiä pohdittiin ohjaavan opettajan ja tutkimustyön opettajan kanssa. Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite ohjasivat työskentelyä

koko prosessin ajan. Tutkimuskysymyksiä pohdittiin aiemman tiedon pohjalta ja niitä muokattiin useampaan kertaan, jotta ne olisivat mahdollisimman asianmukaisia ja riittävän tarkkoja. Työsuunnitelmavaiheessa laadittiin myös ohjaus- ja hankkeistamissopimukset.

Itse tutkimuksen toteuttaminen aloitettiin heti työsuunnitelman jälkeen kirjallisuushakuja tekemällä, joita tehtiin vuoden 2020 loppuun asti. Kirjallisuushakujen tekeminen koettiin ajoittain hieman raskaaksi, koska tutkimuksen tekemisen kanssa piti yhdistää myös muu opiskelu ja harjoittelut. Onneksi aineiston haku- ja valintaprosessi oli tarkasti suunniteltu, jonka ansiosta kirjallisuushaku saatiin suoritettua loppuun muutamassa kuukaudessa. Vuodenvaihteen jälkeen siirryttiin käymään läpi valittuja aineistoja. Läpikäymiseen kului useampi kuukausi ja tutkimuksen kirjoittamiseen siirryttiin vasta keuhällä 2021. Suurin osa tutkimuksen kirjoittamisesta jäi siis syksyyn 2021.

Suurimmaksi hankaluudeksi osoittautui tiukka aikataulutus. Työsuunnitelmavaiheessa luotiin aikataulu, jonka mukaan aineiston analysointi olisi pitänyt olla valmis tammikuun lopussa, helmikuussa olisi pitänyt siirtyä kirjoittamaan opinnäytetyötä ja huhtikuussa kirjoittaisimme jo pohdintaa. Suunniteltu aikataulutus petti melkein heti alkuvaiheessa, koska tutkijat eivät osanneet odottaa opiskelujen ja harjoittelujen kuormittavuutta. Näiden kolmen asian, tutkimuksen, opiskelujen ja harjoitteluiden, yhdistäminen havaittiin liian vaikeaksi ja raskaaksi. Tarkoituksena oli hyödyntää tiedonhauissa myös Itä-Suomen yliopiston ja Kuopion yliopistollisen sairaalan kirjastoja, joissa olisi varmasti ollut enemmän lehtiä käytettävänä ja tähän aiheeseen liittyvää tietoa saatavilla. Näin monipuoliseen kirjallisuushakuun ei kuitenkaan löytynyt aikaa tai voimavaroja. Aikataulutuksen pettäminen aiheutti tutkimuksen tekijöille stressiä ja ahdinkoa, että saadaanko tutkimus valmistumaan ajallaan. Tutkimus saatiin loppujen lopuksi toteutettua ajallaan eli vuoden 2021 loppuun mennessä.

Kaiken kaikkiaan oltiin tyytyväisiä tähän tutkimukseen. Opinnäytetyöprosessin läpivieminen oli mielenkiintoista, antoisaa ja samalla myös haastavaa. Tutkimus saatiin toteutettua ajallaan ja raportista saatiin luotua yhtenäinen kokonaisuus, josta ei huomaa kirjoittajan vaihdoksia. Tavoitteena oli lisätä tietoa luustoetäpesäkkeiden HIFU-hoitomenetelmästä sekä hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin, ja voidaan todeta, että tavoitteisiin päästiin hyvin. Tutkimuksesta saa monipuolisen ja kattavan kuvan HIFU-hoidon käyttämisestä luustoetäpesäkkeisiin ja hoidosta aiheutuviin vaikutuksiin. Näin jälkikäteen ajateltuna olisi kannattanut luoda hieman joustavampi aikataulu ja noudattaa aikataulutusta tarkemmin, sillä näin olisi voitu vähentää huomattavasti tutkijoiden stressiä tutkimuksen etenemisestä. Työsuunnitelmavaiheessa luotiin alustava aikataulu ja tästä aikataulutuksesta ollaan jäljessä ainakin puoli vuotta, mutta joka tapauksessa tutkimus saatiin valmistumaan ajallaan. Opinnäytetyöprosessin läpiviemisen avulla opittiin muun muassa tekemään monipuolisesti yhteistyötä ja luomaan aikataulutus. Samalla se myös opetti, kuinka tällainen tutkimusprosessi etenee.

7.5 Ammatillinen kasvu

Ammatillinen kasvu ja asiantuntijuuden kehittyminen on alati muuttuva ja kehittyvä asia, sillä asiantuntijuus ei ole mikään lopullinen päämäärä. Asiantuntijuus kehittyy, kasvaa ja muuttuu jatkuvasti kokemusten, tiedonhankinnan ja oppimisen kautta. Koulutus ja kokemukset eivät takaa asiantuntijuutta ja kerro menestymisestä työelämässä, vaan todellinen asiantuntijuus syntyy jatkuvan opiskelun ja kokemusten myötä. (Janhonen & Vanhanen-Nuutinen 2005, 17.) Ammatillinen kasvu alkaa omasta

itsetuntemuksesta ja kehitty palautteen kautta. Kasvu koetaan itseluottamuksen paranemisena, ammattitaidon edistymisenä ja sitoutumisena jatkuvaan kehitykseen. Ammatillista kasvua voidaan tukea eri tavoin, muun muassa vastuunantamisella, palautteen annolla ja reflektoinnilla, ja kasvun tavoitteena on, että suoritus ja osaaminen paranisivat. (Rautava-Nurmi, Westergård, Henttonen, Ojala & Vuorinen 2020, 15.)

Tätä tutkimusta tehdessä opittiin paljon tutkimuksen tekemisestä, sillä kumpikaan tekijöistä ei ollut aiemmin tehnyt kirjallisuuskatsausta. Tutkimusprosessin etenemiseen tuli perehdyttyä alkuun kirjallisuuden kautta ja sitten tekemällä tämä tutkimus. Kirjallisuushakuja tekemällä opittiin hyödyntämään monipuolisesti erilaisia tietokantoja, käymään saatuja tuloksia järjestelmällisesti ja kriittisesti läpi sekä ylipäättään etsimään tutkimuksen kannalta oleellisia tieteellisiä tutkimuksia. Tiedonhakuja tehtiin useita tutkimuksen eri vaiheissa niin teoriaosiota kuin myös tutkimusaineistoa varten ja tiedonhakujen tekeminen oli yksi helpoimmista tutkimuksen tekemisen vaiheista. Aineistoja läpikäydessä kielitaito kehittyi paljon, sillä kaikki tutkimukseen valitut aineistot olivat englanninkielisiä. Tässä tutkimuksessa tulokset luotiin induktiivisen analyysimenetelmän avulla, johon tutustuttiin tutkimusta tehdessä ensimmäistä kertaa. Työläin vaihe oli ehdottomasti tutkimusten läpikäyminen ja niiden analysoiminen, sillä aineistoja käytiin useamman kerran läpi alleviivaten ja muistiinpanoja kirjoittaen. Kaiken kaikkiaan tutkimuksen tekemisen prosessi ja kirjallisuuskatsauksen eteneminen tuli tätä raporttia tehdessä hyvin selville ja jokaiseen vaiheeseen tuli paneuduttua täysillä. Tutkimusraportista saatiin luotua eheä ja laaja kokonaisuus tutkittavasta aiheesta, joka etenee tieteelliselle tutkimukselle tyypilliseen tapansa.

HIFU-hoito ei ole Suomessa vielä kovin yleinen hoitomenetelmä, mutta sen uskotaan ajan saatossa yleistyvän. Tutkimuksen tekemisen pohjalta saatiin hyvää tietoa HIFU-hoitomenetelmästä, sen käytämisestä luustoetäpesäkkeiden hoitoon ja hoidosta aiheutuviin hyötyihin ja haittoihin. Toisaalta tutkimuksen tulokset osoittivat, että potilaat voivat kokea hoidosta hyvin erilaisia vaikutuksia eri aikoihin. Tätä tietoa voidaan hyödyntää kaikkeen muuhunkin, esimerkiksi sädehoidosta potilaat voivat saada erilaisia hyötyjä ja haittoja, joten potilaan voinnin ja mielen muutosten seuraaminen koko hoitoprosessin ajan on erittäin tärkeää.

Tutkimuksen tekeminen opetti aikataulutusta ja organisointia, vaikkakin suunniteltu aikataulutus ei pitänyt paikkaansa tutkimusta tehdessä. Aikataulutuksen pettäminen kasvatti tutkijoiden stressiä ja kesällä 2021 huomattiin, että oltiin todella paljon aikataulusta jäljessä. Tämä sai aikaan molempien tutkijoiden uudelleenasennoitumisen prosessia kohtaan. Tutkimuksen tekemistä aloitettiin priorisoimaan ja tutkimusprosessille järjestettiin aikaa. Onneksi tutkimus saatiin kuitenkin tehtyä ajallaan valmiiksi. Aikataulutuksen muodostamisen ja siinä pysymisen tärkeys ymmärrettiin tutkimusta tehdessä.

Tutkimusprosessin läpivieminen opetti yhteistyön tekemisen tärkeyden. Yhteistyö nousi aivan uudelle tasolle tällaisen isomman työn myötä, kun suunniteltiin ja toteutettiin tämä yhdessä. Molemmilla tutkijoilla oli mielenkiintoa tehdä tutkimus, mutta keväällä 2021 koettiin motivaation lasku. Onneksi tutkijat kannustivat toinen toisiaan ja tutkimusprosessi saatiin uudelleen käyntiin. Yhteistyötä tehtiin lisäksi työn ohjaajan ja tilaajan kanssa tutkimuksen eri vaiheissa.

Tutkimusprosessin läpivieminen on kehittänyt tutkijoiden osaamista kaikilla röntgenhoitajan yleisillä osaamisalueilla, kuten oppimisen taidoissa ja kansainvälisyysosaamisessa. Omia oppimistapoja kehitettiin prosessin aikana, tietoa arvioitiin jatkuvasti kriittisesti ja kielitaitoa kehitettiin englanninkielisiä aineistoja läpikäydessä. Tämä tutkimus kehitti myös tutkijoiden osaamista etenkin HIFU-hoitoon liittyvissä asioissa kaikilla röntgenhoitajan pätevyyden spesifisillä osaamisalueilla. Menetelmä- ja turvallisuusosaaminen kehittyi eniten aiheeseen perehtymisen myötä, sillä tutkimukseen on hyvin koottu tietoa hoitomenetelmästä ja hoidon mahdollisista haittavaikutuksista.

7.6 Hyödynnettävyys ja kehittämisideat

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli lisätä tietoa luustoetäpesäkkeiden HIFU-hoitomenetelmästä sekä hoidon vaikutuksista luustoetäpesäkkeisiin. Tutkimuksesta saa tiiviin tietopaketin yleisesti HIFU-hoidosta ja sen käyttämisestä luustoetäpesäkkeisiin lisäksi tutkimuksessa on käsitelty monipuolisesti hoidosta saatavia hyötyjä ja haittoja. Luustoetäpesäkkeiden hoitamisesta HIFU-menetelmällä ei ollut aiemmin tehty opinnäytetyötä, joten aihe koettiin tärkeäksi ja tarpeelliseksi. Tutkimuksen ajateltiin olevan hyödyksi etenkin röntgenhoitajille ja röntgenhoitajaopiskelijoille sekä tietysti myös kaikille muille satunnaisille lukijoille Theseuksen kautta, sillä tutkimus on vapaasti luettavissa.

Jossain vaiheessa voisi tutkia sitä, miten sädehoidon ja HIFU-hoidon hyödyt ja haitat eroavat toisistaan. Theseus-verkkosivulla on tällä hetkellä julkaistuna viisi HIFU-hoitoa käsittelevää opinnäytetyötä, joista kolme käsittelee gynekologisten kasvainten hoitamista, yksi eturauhasen hoitoa ja yksi on yleinen kirjallisuuskatsaus hoitomenetelmästä. Jatkotutkimusehdotuksena olisi kirjallisuuskatsaus jonkin muun hoitoalueen, kuten aivojen, hoitamisesta HIFU-hoidolla. Esimerkiksi Parkinsonin taudin tai epilepsian hoitoa HIFU-menetelmällä käsittelevää opinnäytetyötä ei ole vielä tehty. Potilaan ohjausta HIFU-hoidossa käsittelevä tutkimus olisi myös tarpeellinen tutkimuskohde.

LÄHTEET

- Ahonen, Outi, Blek-Vehkaluoto, Mari, Ekola, Sirkka, Partamies, Sanna, Sulosaari, Virpi & Uski-Tallqvist, Tuija 2016. *Kliininen hoitotyö. Sisätauteja, kirurgisia sairauksia ja syöpätauteja sairastavan hoito*. 6. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Bertrand, Anne-Sophie, Iannessi, Antoine, Natale, Romain, Beaumont, Hubert, Patriti, Sebastien, Xiong-Ying, Jiang, Baudin, Guillaume & Thyss, Antoine 2018. Focused ultrasound for the treatment of bone metastases: effectiveness and feasibility. *Journal of therapeutic ultrasound* 6, 8. <https://doi.org/10.1186/s40349-018-0117-3>. Viitattu 23.9.2021.
- Blanco Sequeiros, Roberto, Joronen, Kirsi, Komar, Gaber & Koskinen, Seppo K. 2017. Suurienergiainen kohdennettu ultraääni (HIFU) kasvainten hoidossa. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 133 (2), 143–149. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo13523.pdf>. Viitattu 30.9.2021.
- Brown, M. R. D., Farquhar-Smith, P., Williams, J. E., ter Haar, G. & deSouza, N. M. 2015. The use of high-intensity focused ultrasound as a novel treatment for painful conditions—a description and narrative review of the literature. *British journal of anaesthesia* 115 (4), 520–530. <https://doi.org/10.1093/bja/aev302>. Viitattu 23.9.2021.
- Chan, Michael, Dennis, Kristopher, Huang, Yuexi, Mougnot, Charles, Chow, Edward, DeAngelis, Carlo, Coccagna, Jennifer, Sahgal, Arjun, Hynynen, Kullervo, Czarnota, Gregory & Chu, William 2017. Magnetic Resonance-Guided High-Intensity-Focused Ultrasound for Palliation of Painful Skeletal Metastases: A Pilot Study. *Technology in cancer research & treatment* 16 (5), 570–576. <https://doi.org/10.1177/1533034616658576>. Viitattu 23.9.2021.
- Department of Radiology & Biomedical Imaging 2021. High-intensity focused ultrasound (HIFU). Verkkójulkaisu. University of California, San Francisco (UCSF). Päivitetty 2021. <https://radiology.ucsf.edu/patient-care/services/high-intensity-focused-ultrasound-hifu>. Viitattu 16.10.2021.
- Giles, Sharon L., Brown, Matthew R. D., Rivens, Ian, Deppe, Martin, Huisman, Merel, Kim, Young-Sun, Farquhar-Smith, Paul, Williams, John E., Ter Haar, Gail R. & deSouza, Nandita M. 2019. Comparison of Imaging Changes and Pain Responses in Patients with Intra- or Extraosseous Bone Metastases Treated Palliatively with Magnetic Resonance-Guided High-Intensity-Focused Ultrasound. *Journal of vascular and interventional radiology* 30 (9), 1351–1361. <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2019.02.019>. Viitattu 23.9.2021.
- Harding, D., Giles, S. L., Brown, M. R. D., Ter Haar, G. R., van den Bosch, M., Bartels, L. W., Kim, Y.-S., Deppe, M. & DeSouza N. M. 2018. Evaluation of Quality-of-Life Outcomes Following Palliative Treatment of Bone Metastases with Magnetic Resonance-guided High Intensity Focused Ultrasound: An International Multicentre Study. *Clinical oncology (Royal College of Radiologists (Great Britain))* 30 (4), 233–242. <https://doi.org/10.1016/j.clon.2017.12.023>. Viitattu 23.9.2021.
- Huisman, Merel, ter Haar, Gail, Napoli, Alessandro, Hananel, Arik, Ghanouni, Pejman, Lövey, György, Nijenhuis, Robbert J., van den Bosch, Maurice A. A. J., Rieke, Viola, Majumdar, Sharmila, Marchetti, Luca, Pfeffer, Raphael M. & Hurwitz, Mark D. 2015. International consensus on use of focused ultrasound for painful bone metastases: Status and future directions. *International journal of hyperthermia: the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group* 31 (3), 251–259. <https://doi.org/10.3109/02656736.2014.995237>. Viitattu 23.9.2021.
- Isola, Jorma 2013. *Etäpesäkkeiden synty. Teoksessa Joensuu, Heikki, Roberts, Peter J., Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa, Jyrkkiö, Sirkku, Kouri, Mauri & Teppo, Lyly (toim.) Syöpätaudit*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 26–27.

Isola, Jorma & Kallioniemi, Anne 2013a. Kasvainsairauksien määritelmä ja jaottelu. Teoksessa Joensuu, Heikki, Roberts, Peter J., Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa, Jyrkkiö, Sirkku, Kouri, Mauri & Teppo, Lyly (toim.) *Syöpätaudit*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 10.

Isola, Jorma & Kallioniemi, Anne 2013b. Miten syöpä syntyy. Teoksessa Joensuu, Heikki, Roberts, Peter J., Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa, Jyrkkiö, Sirkku, Kouri, Mauri & Teppo, Lyly (toim.) *Syöpätaudit*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 11–12.

Janhonen, Sirpa & Vanhanen-Nuutinen, Liisa 2005. Asiantuntijuuden kehittyminen. Teoksessa Janhonen, Sirpa & Vanhanen-Nuutinen, Liisa (toim.) *Kohti asiantuntijuutta: oppiminen ja ammatillinen kasvu sosiaali- ja terveysalalla*. Helsinki: WSOY, 12–30.

Joo, Bio, Park, Mi-Suk, Lee, Soo Hyeon, Choi, Hye Jin, Lim, Seung Tack, Rha, Sun Young, Rachmilevitch, Itay, Lee, Young Han & Suh Jin-Suck 2015. Pain palliation in patients with bone metastases using magnetic resonance-guided focused ultrasound with conformal bone system: a preliminary report. *Yonsei medical journal* 56 (2), 503–509. <https://doi.org/10.3349/ymj.2015.56.2.503>. Viitattu 23.9.2021.

Juuti, Pauli & Puusa, Anu 2020. Laadullisen tutkimuksen luotettavuus. Teoksessa Puusa, Anu & Juuti, Pauli (toim.) *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät*. Helsinki: Gaudeamus, 173–176.

Kangasniemi, Mari & Pölkki, Tarja 2015. Aineiston käsittely: kirjallisuuskatsauksen ydin. Teoksessa Stolt, Minna, Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Turun yliopisto, 83–96.

Kivioja, Aarne 2018. Luukasvaimet. Verkojulkaisu. Lääkärin käsikirja. Päivitetty 22.5.2018. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/ltk/article/ykt00501>. Viitattu 29.9.2021.

Krzyszinski, Jing Y. & Wan, Yihong 2015. New therapeutic targets for cancer bone metastasis. *Trends in pharmacological sciences* 36 (6), 360–373. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2015.04.006>. Viitattu 29.9.2021.

Lacefield, J. C. 2014. Physics of ultrasound. Teoksessa Dance, D.R., Christofides, S., Maidment, A.D.A., McLean, I.D. & Ng, K.H (toim.) *Diagnostic radiology physics. A Handbook for teachers and students*. Vienna: International Atomic Energy Agency, IAEA, 291-309.

Laiho, Marikki 2002. Miten syöpä syntyy. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 118 (17), 1751–1758. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo93129.pdf>. Viitattu 11.10.2021.

Lam, Peter 2018. What to know about MRI scans? *Medical News today*. Healthline Media. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/146309>. Viitattu 9.10.2021.

Luustometastaasien kipuädehoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Urologiyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2014 (viitattu 30.9.2021). <https://www.kaypahoito.fi/nak06108>.

National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering 2016. What is medical ultrasound? Verkojulkaisu. Nibib.nih.gov. Kansallinen biolääketieteellisen kuvantamisen ja biotekniikan instituutti. <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/ultrasound>. Viitattu 10.10.2021.

Niela-Vilén, Hannakaisa & Kauhanen, Lotta 2015. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, Minna, Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Turun yliopisto, 23–36.

Pitkäniemi, Janne, Malila, Nea, Tanskanen, Tomas, Degerlund, Henna, Heikkinen, Sanna & Seppä, Karri 2019. Tilastoraportti Suomen syöpätilanteesta. Suomen Syöpäyhdistys. Pdf-tiedosto. Julkaistu

2021. https://syoparekisteri.fi/assets/files/2021/07/Syopa_2019_Tilastoraportti_0107.pdf. Viitattu 15.10.2021.
- Ratasvuori, Maire & Laitinen, Minna 2017. Raajojen ja lantion luustoetäpesäkkeiden kirurginen hoito - ei enää pelkkää palliaatiota. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 133 (13), 1303–1310. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo13817.pdf>. Viitattu 29.9.2021.
- Rautava-Nurmi, Hanna, Westergård, Airi, Henttonen, Tarja, Ojala, Mirja & Vuorinen, Sinikka 2020. *Hoitotyön taidot ja toiminnot*. 7. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Roberts, Peter J. & Joensuu, Heikki 2013a. Anamneesi syöpää epäiltäessä. Teoksessa Joensuu, Heikki, Roberts, Peter J., Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa, Jyrkkiö, Sirkku, Kouri, Mauri & Teppo, Lyly (toim.) *Syöpätaudit*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 80.
- Roberts, Peter J. & Joensuu, Heikki 2013b. Syövän levinneisyystutkimukset. Teoksessa Joensuu, Heikki, Roberts, Peter J., Kellokumpu-Lehtinen, Pirkko-Liisa, Jyrkkiö, Sirkku, Kouri, Mauri & Teppo, Lyly (toim.) *Syöpätaudit*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 82–83.
- Rodrigues, Dario B., Stauffer, Paul R., Vrba, David & Hurwitz, Mark D. 2015. Focused ultrasound for treatment of bone tumours. *International journal of hyperthermia: the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group* 31 (3), 260–271. <https://doi.org/10.3109/02656736.2015.1006690>. Viitattu 23.9.2021.
- Saarakkala, Simo 2017. Radiologisen kuvantamisen fysiikka ja tekniikka. *Kliininen radiologia*. Verkkokirja. *Duodecim Oppiportti*. <https://www.oppiportti.fi/op/krd01405/do>. Viitattu 10.10.2021.
- Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Pdf-tiedosto. Julkaistu 2011. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-476-349-3>. Viitattu 26.9.2021.
- Suhonen, Riitta, Axelin, Anna & Stolt, Minna 2015. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Suhonen, Riitta, Axelin, Anna & Stolt, Minna (toim.) *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Turun yliopisto, 7–22.
- Syöpätautien asiantuntijaryhmä & Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2014. Syövän ehkäisyn, varhaisen toteamisen ja kuntoutumisen tuen kehittäminen vuosina 2014–2025 - Kansallisen syöpäsuunnitelman II osa. Verkkajulkaisu. Päivitetty 6.2014. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-302-185-3>. Viitattu 15.10.2021.
- Säteilyturvakeskus 2019. Magneettitutkimus. Säteily terveydenhuollossa. Verkkajulkaisu. Stuk.fi. <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-terveydenhuollossa/magneettitutkimus>. Viitattu 9.10.2021.
- Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2021a. Syövän yleisyys. Verkkajulkaisu. Thl.fi. Päivitetty 16.9.2021. <https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/syopa/syovan-yleisyys>. Viitattu 2.11.2021.
- Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2021b. Syövän hoito. Verkkajulkaisu. Thl.fi. Päivitetty 16.9.2021. <https://thl.fi/fi/web/kansantaudit/syopa/syovan-hoito>. Viitattu 11.10.2021.
- Toivo, Tim, Orreveteläinen, Pasi, Kännälä, Sami & Toivonen, Tommi 2017. Selvitys ultraääniälytistämisen rajoittamisesta. Säteilyturvakeskus, STUK. Pdf-tiedosto. Julkaistu 3.2017. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/132081/stuk-tr24.pdf?sequence=1>. Viitattu 10.10.2021.
- Tsai, Yi-Chieh, Lee, Hsin-Lun, Kuo, Chia-Chun, Chen, Chun-You, Hsieh, Kevin Li-Chun, Wu, Meng-Huang, Wen, Yu-Ching, Yu, Hsiao-Wei, Hsu, Fang-Chi, Tsai, Jo-Ting & Chiou, Jeng-Fong 2019. Prognostic and predictive factors for clinical and radiographic responses in patients with painful bone metastasis treated with magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery. *International journal of hyperthermia: the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American*

Hyperthermia Group 36 (1), 932–937. <https://doi.org/10.1080/02656736.2019.1655593>. Viitattu 23.9.2021.

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Kustannus-osakeyhtiö Tammi.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Pdf-tiedosto. Julkaistu 14.11.2012. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf. Viitattu 18.10.2021.

Vehmanen, Leena, Matikainen, Niina, Anttonen, Anu, Hervonen, Petteri & Utriainen, Tapio 2021. Eturauhassyöpää sairastavan potilaan luusto. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 137 (17), 1759–1766. <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16392.pdf>. Viitattu 30.9.2021.

LIITE 1: TIEDONHAKU

Käytetty tietokanta	Rajaukset	Hakusanat	Tulokset	Valinta, hyväksytty otsikko	Valinta, hyväksytty tiivistelmä	Valinta, hyväksytty koko teksti	Lopullinen valinta, vain uudet valitut tutkimukset (tutkimuksen nimi, tutkimuksen tekijät)
Cinahl Complete	2015–2020, englanti	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND ("bone metastas*")	10	9	8	3	<p>Evaluation of Quality-of-Life Outcomes Following Palliative Treatment of Bone Metastases with Magnetic Resonance-guided High Intensity Focused Ultrasound: An International Multicentre Study</p> <p><i>Harding, D., Giles, S.L., Brown, M.R.D., Ter Haar, G.R., van den Bosch, M., Bartels, L.W., Kim, Y.-S., Deppe, M. & deSouza, N.M.</i></p> <p>The use of high-intensity focused ultrasound as a novel treatment for painful conditions-a description and narrative review of the literature</p> <p><i>Brown, M. R., Farquhar-Smith, P., Williams, J. E., ter Haar, G. & deSouza, N. M.</i></p> <p>Comparison of Imaging Changes and Pain Responses in Patients with Intra- or Extrasosseous Bone Metastases Treated Palliatively with Magnetic Resonance-Guided High-Intensity-Focused Ultrasound.</p> <p><i>Giles, Sharon L., Brown, Matthew R. D., Rivens, Ian, Deppe, Martin, Huisman, Merel, Kim, Young-Sun, Farquhar-Smith, Paul, Williams, John E., Ter Haar, Gail R. & deSouza, Nandita M.</i></p>

Cinahl Complete	2015–2020, englanti	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND ("treatment outcomes" OR effects)	179	19	10	3	Ei uusia tutkimuksia
Cinahl Complete	2015–2020, englanti	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND (pain OR fracture* OR compression)	52	10	9	3	Ei uusia tutkimuksia
PubMed	2015–2020, englanti, suomi	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND ("bone metastas*")	43	29	20	9	<p>Focused ultrasound for the treatment of bone metastases: effectiveness and feasibility</p> <p><i>Bertrand, Anne-Sophie, Iannessi, Antoine, Natale, Romain, Beaumont, Hubert, Patriti, Sebastien, Xiong-Ying, Jiang, Baudin, Guillaume & Thyss, Antoine</i></p> <p>Magnetic Resonance-Guided High-Intensity-Focused Ultrasound for Palliation of Painful Skeletal Metastases: A Pilot Study.</p> <p><i>Chan, Michael, Dennis, Kristopher, Huang, Yuexi, Mougnot, Charles, Chow, Edward, DeAngelis, Carlo, Coccagna, Jennifer, Sahgal, Arjun, Hynynen, Kullervo, Czarnota, Gregory & Chu, William</i></p>

						<p>Prognostic and predictive factors for clinical and radiographic responses in patients with painful bone metastasis treated with magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery.</p> <p><i>Tsai, Yi-Chieh, Lee, Hsin-Lun, Kuo, Chia-Chun, Chen, Chun-You, Hsieh, Kevin Li-Chun, Wu, Meng-Huang, Wen, Yu-Ching, Yu, Hsiao-Wei, Hsu, Fang-Chi, Tsai, Jo-Ting & Chiou, Jeng-Fong</i></p> <p>Focused ultrasound for treatment of bone tumours.</p> <p><i>Rodrigues, Dario B., Stauffer, Paul R., Vrba, David & Hurwitz, Mark D.</i></p> <p>International consensus on use of focused ultrasound for painful bone metastases: Status and future directions.</p> <p><i>Huisman, Merel, Ter Haar, Gail, Napoli, Alessandro, Hananel, Arik, Ghanouni, Pejman, Lövey, György, Nijenhuis, Robbert J., Van den Bosch, Maurice A. A. J., Rieke, Viola, Majumdar, Sharmila, Marchetti, Luca, Pfeffer, Raphael M. & Hurwitz, Mark D.</i></p> <p>Pain palliation in patients with bone metastases using magnetic resonance-guided focused ultrasound with conformal bone system: a preliminary report.</p>
--	--	--	--	--	--	---

							<i>Joo, Bio, Park, Mi-Suk, Lee, Soo Hyeon, Choi, Hye Jin, Lim, Seung Tack, Rha, Sun Young, Rachmilevitch, Itay, Lee, Young Han, & Suh, Jin-Suck</i>
PubMed	2015–2020, englanti, suomi	("High intensity fo- cused ultrasound" OR hifu) AND bone AND ("treatment outcomes" OR ef- fects)	70	24	20	8	Ei uusia tutkimuksia
PubMed	2015–2020, englanti, suomi	("High intensity fo- cused ultrasound" OR hifu) AND (pain OR fracture* OR compression)	248	36	27	9	Ei uusia tutkimuksia
PubMed	2015–2020, englanti, suomi	("High intensity fo- cused ultrasound" OR hifu) AND ("bone metastases" OR "bone metasta- sis") AND pain	32	23	19	9	Ei uusia tutkimuksia
ScienceDirect	2015–2020, englanti, suomi	("High intensity fo- cused ultrasound" OR hifu) AND ("bone metastasis"	25	15	10	3	Ei uusia tutkimuksia

		OR "bone metastases")					
ScienceDirect	2015–2020, englantti, suomi	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND (pain OR fracture OR compression)	99	23	16	3	Ei uusia tutkimuksia
ScienceDirect	2015–2020, englantti, suomi	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND bone AND ("treatment outcomes" OR effects)	345	10	5	1	Ei uusia tutkimuksia
ScienceDirect	2015–2020, englantti, suomi	("High intensity focused ultrasound" OR hifu) AND ("bone metastases" OR "bone metastasis") AND pain	113	25	12	3	Ei uusia tutkimuksia

LIITE 2: VALITUT TUTKIMUKSET

Artikkelin nimi ja julkaisutiedot	Tekijät	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimuksen aineisto	Keskeiset tulokset
<p>Comparison of Imaging Changes and Pain Responses in Patients with Intra- or Extraosseous Bone Metastases Treated Palliatively with Magnetic Resonance-Guided High-Intensity-Focused Ultrasound.</p> <p><i>Journal of vascular and interventional radiology</i> 2019, 30(9), 1351–1361.</p> <p>Tutkimusartikkeli</p>	<p>Giles, Sharon L., Brown, Matthew R. D., Rivens, Ian, Deppe, Martin, Huisman, Merel, Kim, Young-Sun, Farquhar-Smith, Paul, Williams, John E., Ter Haar, Gail R. & deSouza, Nandita M.</p>	<p>Vertailla kuvantamismuutoksia ja kivun tunteen muutoksia potilaiden välillä, joilla oli joko luun sisäisiä tai ulkoisia etäpesäkkeitä. Potilaita hoidettiin HIFU:lla.</p>	<p>21 potilasta, joilla oli diagnosoitu luustoon levinnyt syöpä. Jokaisella potilaalla oli kivulias luustoetäpesäke ja siitä aiheutuvan kivun arvioitiin olevan ainakin 4/10.</p>	<p>Eri etäpesäkkeiden koot eivät muuttuneet hoitojen myötä eivätkä kuvantamiset osoittaneet hoitovastetta. Molemmat ryhmät kokivat kivun lieventyneen HIFU-hoidon ansioista, mutta luun sisäisistä etäpesäkkeistä kärsivät potilaat kokivat suuremman hyödyn hoidosta. Hoitovaste oli 67 prosenttia sisäisissä etäpesäkkeissä 30.päivä ja 33 prosenttia ulkoisissa etäpesäkkeissä. Vakavia haittavaikutuksia hoidoista ei raportoitu.</p>
<p>Evaluation of Quality-of-Life Outcomes Following Palliative Treatment of Bone Metastases with Magnetic Resonance-guided High</p>	<p>Harding, D., Giles, S.L., Brown, M.R.D., Ter Haar, G.R., van den Bosch, M., Bartels, L.W., Kim, Y.-S., Deppe, M. & deSouza, N.M.</p>	<p>Tutkia potilaan elämänlaadun muutoksia 7, 14, 30, 60 ja 90 päivää HIFU-hoidon jälkeen.</p>	<p>20 potilasta, joilla oli luustoetäpesäkkeitä ja pahimman kivun arvioitiin olevan ainakin 4/10. Etäpesäkettä piti pystyä hoitamaan MRI-HIFU:lla.</p>	<p>Potilailla, jotka kokivat saaneen hoidosta vasteen, fyysinen toimintakyky parani ja fyysiset oireet, kuten ruokahaluttomuus, pahoinvointi ja oksentelu, väsymys, unettomuus ja ummetus vähenivät hoidon myötä. 30.päivänä yhdeksän potilasta koki saaneensa täydellisen tai osittai-</p>

<p>Intensity Focused Ultrasound: An International Multicentre Study</p> <p><i>Clinical oncology (Royal College of Radiologists (Great Britain)) 2018, 30(4), 233–242</i></p> <p>Tutkimusartikkeli</p>				<p>sen vasteen kivunlievitykseen. Potilaat, jotka eivät saaneet vastetta hoidosta fyysinen toimintakyky heikkeni huomattavasti 30.päivänä hoidon jälkeen, jonka jälkeen se palautui ennalleen. He kokivat kivun vähentyneen vasta 60 päivää hoidon jälkeen.</p>
<p>Focused ultrasound for the treatment of bone metastases: effectiveness and feasibility</p> <p><i>Journal of therapeutic ultrasound 2018, 6, 8</i></p> <p>Tutkimusartikkeli</p>	<p>Bertrand, Anne-Sophie, Iannessi, Antoine, Natale, Romain, Beaumont, Hubert, Patriti, Sebastien, Xiong-Ying, Jiang, Baudin, Guillaume & Thyss, Antoine</p>	<p>Arvioida HIFU-hoidon tehokkuutta ja käyttökelpoisuutta luustoetäpesäkkeiden hoidossa.</p>	<p>17 potilasta, joilla oli kivuliaita etäpesäkkeitä luustossa, kuitenkin pois lukien selkärangan, rintalastan ja kallon etäpesäkkeet. Kaikki potilaat olivat saaneet sädehoitoa ja jonkinlaisia kipulääkkeitä kivun hoitoon.</p>	<p>HIFU-hoito tuhosi kaikki hoidetut etäpesäkkeet joko kokonaan tai osittain. Kaikilla potilailla kipu vähentyi viikon ja kuukauden aikana hoidosta. Kuudellatoista potilaalla kipu vähentyi hoidon myötä merkittävästi eli VAS-pisteet vähenivät ainakin kaksi pistettä. Täydellisen tai osittaisen vasteen hoidosta koki saaneensa 14 potilasta.</p>
<p>Focused ultrasound for treatment of bone tumours.</p> <p><i>International journal of hyperthermia : the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American</i></p>	<p>Rodrigues, Dario B., Stauffer, Paul R., Vrba, David & Hurwitz, Mark D.</p>	<p>Tarkastella HIFU-hoidon kliinisiä soveltuvuuksia ja kertoa taustaa HIFU-hoidosta ja hoidon kuvantamishajuksesta sekä tehdä yhteenvetoa ja kertoa katsaukseen valittujen tutkimusten tuloksista.</p>	<p>15 tutkimusta, jotka on kirjoitettu vuoteen 2014 mennessä ja joissa arvioidaan HIFU-hoidon käyttöä hyvän- tai pahanlaatuisiin luukasvaimiin sekä luustoetäpesäkkeisiin. Luustoetäpesäkkeitä käsittelevään osioon hyödynnettiin kahdeksaa tutkimusta vuosilta 2009–2014.</p>	<p>Täydellisen tai osittaisen vasteen HIFU-hoidosta koki saaneen 64–87 prosenttia potilaista, joilla oli luustoetäpesäkkeitä. Potilailla, joilla oli etäpesäkkeitä luustossa 0–51 prosentilla oli pieniä haittavaikutuksia (esim. kipu) ja 0–4 prosentilla vakavia haittavaikutuksia (esim. murtuma).</p>

<p><i>Hyperthermia Group 2015, 31(3), 260–271.</i></p> <p>Katsausartikkeli</p>				
<p>International consensus on use of focused ultrasound for painful bone metastases: Status and future directions.</p> <p><i>International journal of hyperthermia : the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group 2015, 31(3), 251–259.</i></p> <p>Katsausartikkeli</p>	<p>Huisman, Merel, Ter Haar, Gail, Napoli, Alessandro, Hanel, Arik, Ghanouni, Pejman, Lövey, György, Nijenhuis, Robbert J., Van den Bosch, Maurice A. A. J., Rieke, Viola, Majumdar, Sharmila, Marchetti, Luca, Pfeffer, Raphael M. & Hurwitz, Mark D.</p>	<p>Arvioida kriittisesti saatavilla olevia tutkimuksia ja kehittää yksimielisiä lausuntoja tiedon lisäämiseksi ja HIFU-hoidon kehittämiseksi.</p>	<p>Systemaattisen tiedonhaun avulla etsittiin vuosien 1980–2014 aikana julkaistuja julkaisuja, joissa käsiteltiin luustoetäpesäkkeiden hoitoa kuvantaohtajalla HIFU:lla. Kirjallisuudessa hyödynnettiin MEDLINE, Embase, Web of Science ja Cochrane Collaboration Library -tietokantoja. Julkaisuja löydettiin yhteensä 14 kappaletta.</p>	<p>Nykyinen HIFU-hoidon tavoite on kivunhallinta, ei kasvaimen poisto tai kontrollointi. HIFU:a voidaan pitää toissijaisena hoitomuotona potilaille, joilla on kivuliaita luustoetäpesäkkeitä muualla kuin selkärangassa, ja joille sädehoito ei ole ollut tehokasta. HIFU-hoitoa voidaan pitää ensisijaisena palliatiivisena hoitovaihtoehtona potilaille, joille sädehoitoa ei voida toteuttaa. MRI-ohjauksella on useita etuja UÄ-ohjaukseen verrattuna, kuten 3D-kuvaus, ei-invasiivinen ja reaaliaikainen lämmönseuranta ja hoitovaikutusten arviointi heti hoidon jälkeen.</p>
<p>Magnetic Resonance-Guided High-Intensity-Focused Ultrasound for Palliation of Painful Skeletal Metastases: A Pilot Study.</p>	<p>Chan, Michael, Dennis, Christopher, Huang, Yuexi, Mougnot, Charles, Chow, Edward, DeAngelis, Carlo, Coccagna, Jennifer, Sahgal, Arjun, Hynynen, Kullervo, Czarnota, Gregory & Chu, William</p>	<p>Tutkia MRI-HIFU-hoidon tehokkuutta luustoetäpesäkkeistä aiheutuvan kivun lievittämiseen sekä arvioida toimintakyvyn ja virtsan sytokiinien muuttumista hoidon myötä.</p>	<p>Kymmenen potilasta, jotka saivat kivuliaisiin luustoetäpesäkkeisiin ensisijaisena hoitona MRI-HIFU-hoitoa.</p>	<p>Kymmenestä potilaasta kahdeksaa seurattiin 14 päivää ja kuutta seurattiin 30 päivää hoidon jälkeen. 14. päivänä kolmella potilaalla esiintyi osittaista kipuvastetta ja neljällä potilaalla epämääräinen vaste. 30. päivänä viidellä potilaalla esiintyi osittaista kipuvastetta ja yhdellä täydellinen vaste. Hoitoon liittyviä haittatapahtumia ei</p>

<p><i>Technology in cancer research & treatment 2017, 16(5), 570–576.</i></p> <p>Tutkimusartikkeli</p>				<p>esiintynyt. Virtsan sytokiinit mitattiin kolme päivää ennen hoitoa ja kaksi päivää hoidon jälkeen. Virtsan sytokiineista, TGFα osoitti yleistä laskua ja suuntausta kohti tilastollista merkitsevyyttä.</p>
<p>Pain palliation in patients with bone metastases using magnetic resonance-guided focused ultrasound with conformal bone system: a preliminary report.</p> <p><i>Yonsei medical journal 2015, 56(2), 503–509.</i></p> <p>Tutkimusartikkeli</p>	<p>Joo, Bio, Park, Mi-Suk, Lee, Soo Hyeon, Choi, Hye Jin, Lim, Seung Tack, Rha, Sun Young, Rachmilevitch, Itay, Lee, Young Han, & Suh, Jin-Suck</p>	<p>Arvioida MRI-HIFU-hoidon turvallisuutta ja tehokkuutta luustoetäpesäkkeiden kivun lievittämisessä.</p>	<p>Viisi potilasta ja kuusi hoidettavaa etäpesäkettä. Potilaille tuli olla kivuliaita etäpesäkkeitä luustossa ja koettu kipu ainakin 4/10.</p>	<p>MRI-HIFU on tehokas hoitomuoto kivun lievitykseen potilaille, joilla on kivuliaita luustoetäpesäkkeitä. Merkittävää kivun lievitystä koki kolme potilasta kolme päivää hoidon jälkeen, kaksi potilasta viikko hoidon jälkeen ja yksi potilas 14 päivää hoidon jälkeen. Kaikilla potilailla kipu siis lieventyi merkittävästi kahden viikon kuluessa. Kaksi potilasta koki täydellisen kivun vähenemisen, joka kesti ainakin vuoden. Vakavia haittoja ei ollut, mutta lievempiä oli kaksi: epäspesifinen jalkakipu ja toisen asteen ihon palovamma.</p>
<p>Prognostic and predictive factors for clinical and radiographic responses in patients with painful bone metastasis treated with magnetic resonance-guided focused ultrasound surgery.</p>	<p>Tsai, Yi-Chieh, Lee, Hsin-Lun, Kuo, Chia-Chun, Chen, Chun-You, Hsieh, Kevin Li-Chun, Wu, Meng-Huang, Wen, Yu-Ching, Yu, Hsiao-Wei, Hsu, Fang-Chi, Tsai, Jo-Ting & Chiou, Jeng-Fong</p>	<p>Analysoida MRI-HIFU-hoidosta saatavia kliinisiä ja radiografisia vasteita potilaille, joilla oli kivulias etäpesäke sekä määrittää ennustavia tekijöitä vasteeseen pääsemiseksi.</p>	<p>Aineisto kerättiin takautuvasti sähköisestä potilasjärjestelmästä. Tutkimukseen hyväksyttiin 31 potilasta, joilla oli erottuva ja kivulias etäpesäke luustossa. Kipupisteet tuli olla ainakin 4/10 ja MRI-HIFU-hoidon tuli olla ensisijainen hoito etäpesäkkeeseen.</p>	<p>26 potilasta sai kliinisen vasteen HIFU-hoidosta ja 21 potilasta sai radiografisen vasteen hoidosta. Jos ennen hoitoa mitattavat Karnofskyn suorituskykypisteet olivat alhaiset, ennusti se huonompaa kliinistä vastetta eli korkeammat suorituskykypisteet liittyivät suurempaan kivun vähenemiseen. Suurempi kasvaimen CVF ennusti paremman radiografisen vasteen.</p>

<p><i>International journal of hyperthermia : the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group 2019, 36(1), 932–937.</i></p> <p>Tutkimusartikkeli</p>				
<p>The use of high-intensity focused ultrasound as a novel treatment for painful conditions—a description and narrative review of the literature</p> <p><i>British journal of anaesthesia 2015, 115(4), 520–530</i></p> <p>Katsausartikkeli</p>	<p>Brown, M. R., Farquhar-Smith, P., Williams, J. E., ter Haar, G. & deSouza, N. M.</p>	<p>Tehdä yhteenvetoa viimeaikaisista, merkittävistä tutkimuksista, jotka käsittelevät HIFU-hoidon käyttöä kivun lievittämisessä erilaisissa olosuhteissa sekä antaa tietoa HIFU:n vaikutusmekanismeista.</p>	<p>Tutkijat tekivät kirjallisuushakuja PubMed-tietokannassa monipuolisilla hakusanoilla sekä etsivät manuaalisesti artikkeleita muiden tutkimusten viitteistä. Artikkeleiden tuli olla englanninkielisiä ja käsitellä HIFU:a kivun hallinnassa. Katsaukseen valittiin 14 tutkimusta, jotka käsittelivät HIFU:n hyödyntämistä kipuun.</p>	<p>HIFU-hoidon avulla on saatu hoidettua monenlaisia kivuliaita tiloja, kuten fasettinivelen nivel-tulehdusta, luustoetäpesäkkeiden aiheuttamaa kipua ja neuropaattista kipua. HIFU-hoito voi lievittää hyvinkin nopeasti kipuja (jopa yhden päivän aikana) ja kivut voivat pysyä pitkiäkin aikoja poissa. Haittavaikutukset ovat harvinaisia ja yleisin haittavaikutus on paikallinen pieni palovamma ihossa, joka on syntynyt anturin ja ihon huonosta yhteydestä.</p>