

Riku Vierunen ja Ville Haapamäki

Kryoablaatio kasvainten paikallishoitona

Kuvantamisohjattua kryoablaatiota voidaan käyttää erilaisten luu- ja pehmytkudoskasvainten hoitoon, ja mini-invasiivisena menetelmänä se tarjoaa vaihtoehdon kirurgiselle hoidolle. Toimenpiteessä kasvainkudos ja sitä ympäröivä riittävä pehmytkudосsmarginaali jäädytetään, ja tämän vuoksi toimenpiteen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon kasvainta lähellä sijaitsevat kylmävaurioille herkätk rakenteet kuten iho, suolet ja hermot. Tässä kirjoituksessa käymme läpi menetelmän toimintaperiaatteet, hoidon teknisen toteutuksen sekä hoidon aiheet ja riskit.

Väestön ikääntyessä ja leikekuvantamisen yleistyessä erilaisten hoitoa vaativien luu- ja pehmytkudoskasvainten määrä on lisääntynyt tasaisesti. Hoitoa vaativa kasvain voi olla hyvänlaatuinen mutta potilaalle oireita aiheuttava sivulöydös, syöpä tai etäpesäke, jonka hoidoksi valitaan sopivin vaihtoehto moniammatillisissa kokouksessa (1). Kun kirurgisesta, säde- tai lääkehoidosta tai muista lämpövaikutteisista kuvantamisohjatuista toimenpiteistä ei tavallisesti voida odottaa optimaalista hoitotulosta tai ne ovat potilaan yleisvoiminnan kannalta vasta-aiheisia, saattaa kryoablaatio (KA) tarjota palliatiivisen avun tai jopa lopettaa paikallisen taudin etenemisen (2).

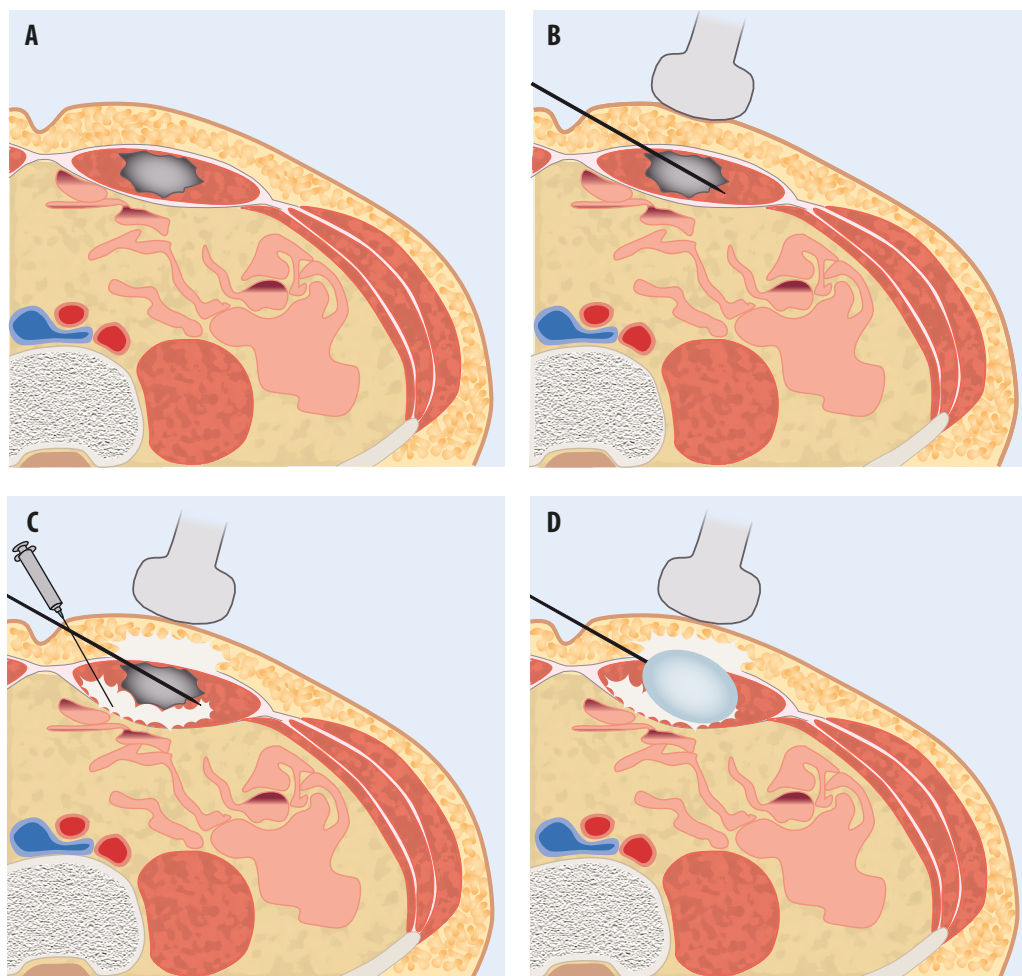
Kryoablaatio kehitettiin jo 1960-luvun alussa ensin avokirurgiseksi ja myöhemmin myös laparoskooppiseksi toimenpiteeksi. Viime vuosikymmeninä toimenpide on yleistynyt yleisanestesiassa tai paikallispuudutuksessa tehtävänä kuvantamisohjattuna, perkutaanisena toimenpiteenä (3–5). Vastikään julkaistussa tanskalaisessa tutkimuksessa osoitettiin että yleisanestesian ja valveilla tehdyn sedaation välillä ei todettu eroja munuaiskasvainten kryoablaation hoitotuloksissa (6).

Kryoablaatiohoidon edut

Kryoablaation vaikutukset ympäröiviin kudoksiin poikkeavat muista kuvantamisohjatuista

paikallishoidoista kuten radiotaajuusablaatiosta (radiofrequency ablation, RFA), mikroaaltohoidosta (microwave ablation, MWA) ja laserablaatiosta, jotka lämmittävät kohdekudosta. Lämpeneminen vaikuttaa sekä terveeseen että ablaation kohteena olevaan kasvainkudokseen (2). Kryoablaatiossa kollageeniset tukirakenteet (lihakset, jänteet ja ligamentit) säilyttävät jäätymisen aikana rakenteensa ja palautuvat hoidoista muita kudoksia paremmin (4,5). Tukirakenteiden lisäksi kryoablaatio säästää verisuonia paremmin kuin RFA. Vastaavasti uroteeli ei vaurioidu samalla tavoin kuin lämpökäsittelyssä, mikä mahdollistaa sentraalisten munuaiskasvainten hoitamisen, joka ei olisi mahdollista MWA:lla.

Koska tukirakenteiden vauriot ovat vähäisiä, voidaan kryoablaatio tarvittaessa toistaa useammin. Kirurgiaan verrattuna toistettavuus on kryoablaation vahvuus vähäisen arpimuodostuksen vuoksi. Varsinaista toimenpiteiden enimmäismäärää ei ole, mutta laajalle levinneen taudin hoito ei välttämättä ole mielekästä. Lämpötilan aleneminen vähentää myös hermojen johtumista, ja kryoablaatio on itsessään analgeettinen eli kipuaistimusta vähentävä toimenpide, kun taas RFA ja muut kudosten lämpötilaa nostavat hoidot ovat kivuliaita (7). Kryoablaatioita tehdään tällä hetkellä kaikissa Suomen yliopistosairaloissa.



KUVA 1. Kryoablaatiohoidon toteuttaminen, esimerkkinä desmoidikasvain. **A.** Leikekuvantamista käytetään toimenpiteen suunnittelussa. Kasvain (merkitty harmaalla) erottuu vasemmassa suorassa vatsalihaksessa. **B.** Kaikekuvauksella paikannetaan kasvain, ja paikallispuudutuksen jälkeen viedään kryoablaationeula hoitoalueelle. **C.** Keittosuolaliuosta ruiskutetaan (hydrodissektio) vatsanpeitteisiin ennen kryoablaatiokäsittelyä venyttämään vatsanpeitteitä kasvaimen takapuolelta ja ihonalaisesti, mikä lisää etäisyyttä neulan ja suoliston sekä ihon pinnan välillä. **D.** Hydrodissektion jälkeen toimenpide voidaan aloittaa turvallisesti. Toimenpiteessä seurataan kaikekuvauksella ja tietokonetomografialla jääalueen kehittymistä, ja tarvittaessa hydrodissektio voidaan toistaa.

Kryoablaation suunnittelu ja tekninen suoritus

Kasvaimen koko, syvyys ja etäisyys ihon pinnasta, ympäröivä kudostyyppi sekä ympäröivät hermo- ja verisuonirakenteet vaikuttavat toimenpiteen suunnitteluun. Pinnallisen kasvaimen hoidossa korostuvat viereisten hermojen sijainti sekä etäisyys ihon pintaan. Syvällä sijaitsevassa kohteessa, jossa on runsas verenkierto kuten munuaiskasvaimessa, tulee huomioida riittävä jäädytysteho sekä ottaa huomioon ympäröivät virtsatiet, suolisto ja parenkyma-

met. Yhtä lailla pinnallinen verisuoniepämuodostuma voi runsaan verekkyytensä vuoksi vähentää kryoablaation jäädytystehoa (3–5).

Toimenpide tehdään yleensä yleisanestesiassa, mutta pinnallinen ja riittävän pieni tai helposti lähestyttävä syvällä sijaitseva kasvain voidaan valikoidusti hoitaa paikallispuudutuksen turvin. Aluksi radiologi vie kuvantamisohjatusti kryoablaationeulan tai -neulat hoidettavan kasvaimen sisälle. Jotta jäädytettävä alue kattaisi hoidettavan alueen ja saavutettaisiin riittävä jäädytysteho, neulat asetellaan kaikokuvaus- tai tietokonetomografia (TT) -ohjauksessa kasvai-

men sisällä 1–2 cm:n etäisyydelle toisistaan. Yksinkertaisimmillaan yksittäinen neula kattaa koko kasvaimen (KUVA 1). Pinnallinen kasvain ja usein myös munuaiskasvain erottuvat hyvin kaikukuvauksessa, mutta syvemmät kohteet vaativat TT-ohjauksen.

Jäädytysalueen tulee kattaa koko kasvainalue, ja marginaalin takaamiseksi sen reunan tulee yltää 8–10 mm kasvaimen ulkopuolelle. Pahanlaatuista kasvainta hoidettaessa neulojen välisen etäisyyden tulee olla riittävän pieni, jotta saavutetaan -20 – -40 °C:n lämpötila kasvainalueella (3–5). Munuaissyövän hoidossa lämpötilan tulisi kuitenkin olla -40 °C (8). Kryoablaatiassa kasvaimen ja sitä ympäröivän pehmytkudoksen jäätyminen erottuu hyvin kaikukuvauksessa ja TT:ssä, ja siksi hoidon vaikutusalueen reaaliaikainen seuranta toimenpiteen aikana on helpompaa ja luotettavampaa verrattuna lämpövaikutteisiin paikallishoitoihin (4,5,7). Luustomutoksien hoidossa on huomioitava, että jäänytynyt alue ei TT:ssä erotu luukudoksessa.

Kasvainta ympäröivät kylmäherkät rakenteet kuten iho ja hermot sekä suolisto tulee huomioida, ja komplikaatioiden välttämiseksi ne eristetään jäädytettävästä alueesta tarvittaessa 37 °C:n lämpöisellä keittosuolaliuoksella (hydrodissektio), ilmalla tai hiilidioksidilla (4,5,7). Haitallisimpia komplikaatioita ovat pinnallisissa toimenpiteissä ihon paleltuminen ja mahdollinen ihonekroosi sekä hermovauriot. Kasvaimen etäisyys viereisiin rakenteisiin tulee suojata myös syvyys suunnassa. Esimerkiksi vatsanpeitteiden kasvain, joka yltää suoliston viereen, vaatii joko hydrodissektion kasvaimen ja viereisten suolten väliin (KUVA 1) tai vaihtoehtoisesti vatsaonteloon annettu hiilidioksidikaasu lisää kasvaimen ja suoliston välistä etäisyyttä jäädätyksen ajaksi.

Vaikutusmekanismit

Kasvain. Kryoablaatiassa pyritään kasvaimen paikalliseen jäädäyttämiseen ja solutuhon, jolla saadaan aikaan tarkasti rajattu kasvainkudoksen sekä ympäröivän pehmytkudosmarginaalin nekroosi. Kasvaimen keskelle asetetun kryoablaationeulan kärkiosan sisällä laajeneva kaasu (argon) aiheuttaa nopean lämpötilan laskun,

ja lämpötila on neulan pinnalla jopa -160 °C ja neulan koon mukaan 1–2 cm:n etäisyydellä -40 °C, mikä aiheuttaa välittömän kasvainsoluvaurion ja solukuoleman.

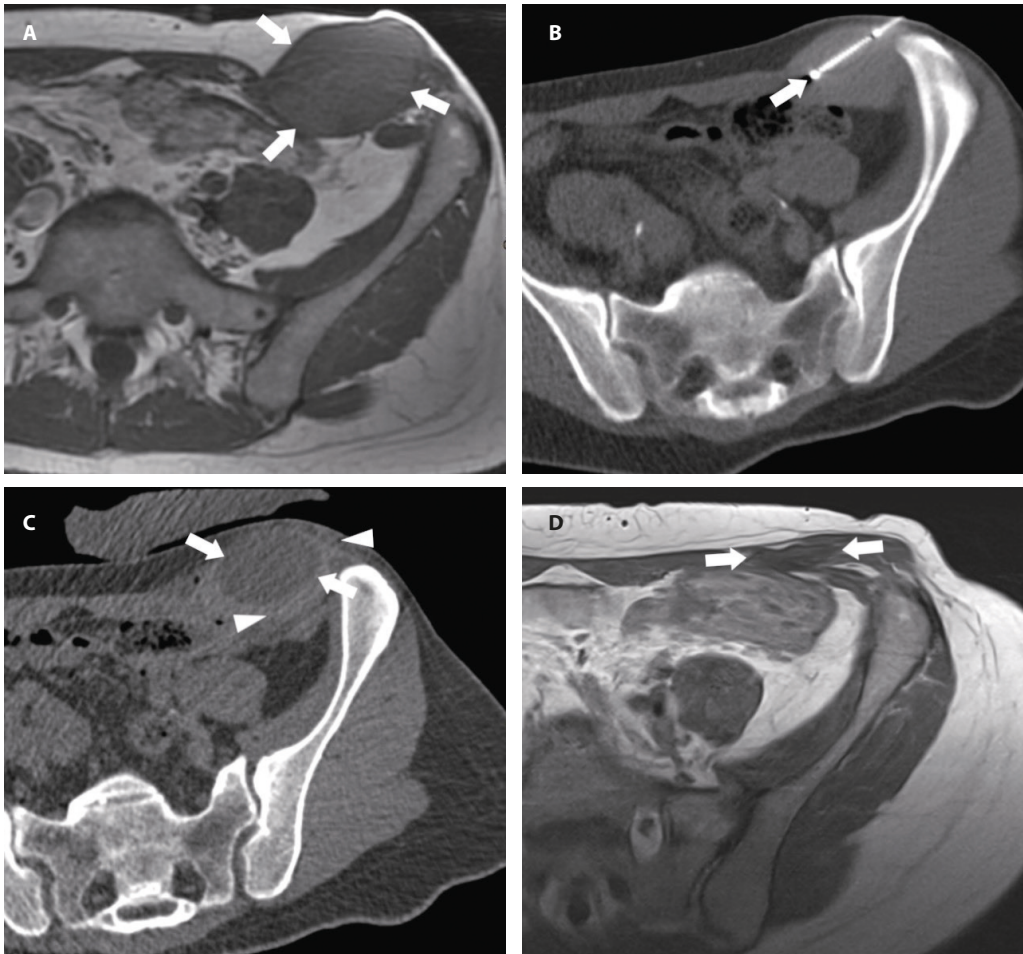
Etäämmällä neulasta kasvaimen ympärille muodostuneen jääpallon pintaa kohti mentäessä jään lämpötila nousee, ja soluvaurion syntymiseen vaikuttaa enemmän jään aiheuttama iskeeminen solutuhon. Iskemia on seurausta jäätyksen aiheuttamista kapillaariverisuonten vaurioista, jotka johtavat verenkierron pysähtymiseen muutaman tunnin kuluessa hoidon jälkeen, jolloin kasvain menettää verenkiertonsa. Lisäksi jääpallon reuna-alueilla kasvainsolurakenteiden vähäisemmät vauriot ja toiminnalliset häiriöt käynnistävät hallitun ja viiveellä kehittyvän apoptoosin eli ohjelmoituneen solukuoleman.

Jäädätystä -20 °C:n lämpötilaan kertaalleen toistettuna saman toimenpiteen aikana on pidetty riittävänä lopullisen solutuhon saavuttamiseen. Lopulta hoidetulle alueelle muodostuu 6–12 kuukauden kuluttua kryoablaatiosta ohut arpi pehmytkudoksen luonnollisen paranemisprosessin kautta (3–5).

Hermo- ja verisuonirakenteet. Lämpötilan lasku 10 °C:een tai sitä matalammaksi vähentää hermon johtumista ja aiheuttaa lämpötilan laskun ja hermon mukaan vaihtelevia oireita. Vaikutukset sensoriseen hermoon vaihtelevat puutumuksesta ja harhatuntemuksista (tikkuilua) tunnon herkimiseen. Motoriseen hermoon kohdistuvat vaikutukset ovat potilaan kannalta merkittävämpiä ja vaihtelevat lihasatrofoita aiheuttavasta lihasheikkoudesta ja toiminnallisesta häiriöstä pysyvään hermovaurioon eli pareesiin (6). Valtimoiden verivirtaus nostaa paikallisesti lämpötilaa ja heikentää kryoablaation tehoa pahanlaatuiseen solukkoon, mutta lisäksi se suojaa äkisti laskevan lämpötilan aiheuttamalta kudosaivuriolta. Siksi valtimoiden läheisyys hoitoalueella täytyy huomioida lähinnä kryoablaation vähentyneen terapeuttisen vaikutuksen vuoksi (4–6).

Hyvänlaatuiset kasvaimet

Desmoidikasvain eli aggressiivinen fibromatoosi on sidekudossoluista lähtöisin oleva harvinainen (3–5/miljoona) ja syntymekanis-



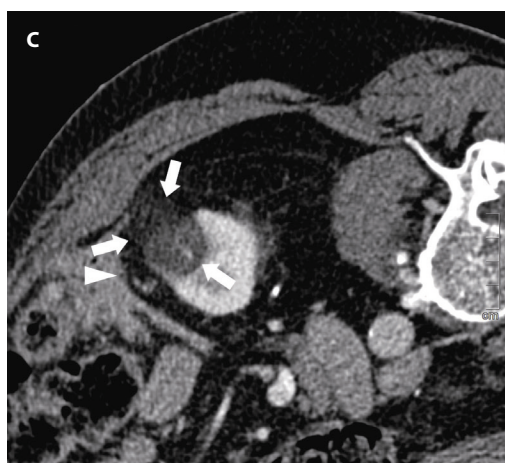
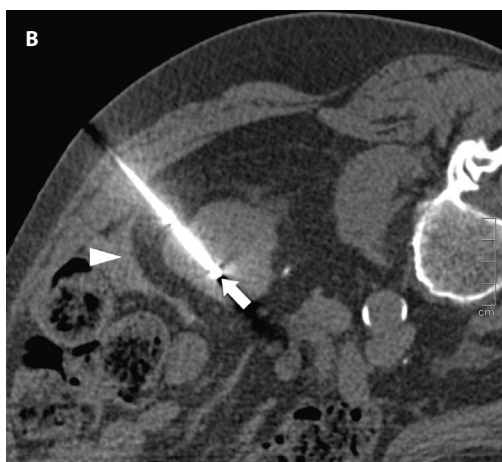
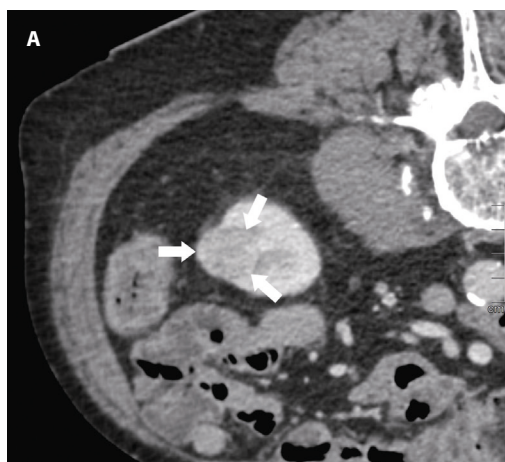
KUVA 2. Desmoidikasvaimen hoito kryoablaatiolla. **A.** Magneettikuvauksessa kasvain (nuolet) pullistuu vasemmalla vinojen ja poikittaisen vatsalihaksen sisällä ihonalaisesti sekä vatsaontelon puolelle. **B.** Kasvaimen pinnallisen sijainnin vuoksi kryoablaationeula (nuoli) on viety kaikukuvausohjauksessa kasvaimen keskelle, ja oikea paikka varmistetaan tietokonetomografialla. **C.** Kryoablaatiossa kehittyvä jääpallo (nuolet) erottuu ympäröiviin lihaksiin nähden homogeenisenä harventuma-alueena. Ihon alla ja desmoidikasvaimen dorsaalipinnalla erottuu hydrodissektiossa (nuolenpäät) ruiskutettua keittosuolaliuosta. **D.** Kaksi vuotta hoidon jälkeen desmoidikasvain erottuu magneettikuvauksessa niukkasignaalisena arpena (nuolet).

miltaan epäselvä hyvänlaatuinen tukirakenteiden kasvain (**KUVA 2**) (9). Taustalla vaikuttaa tyypillisesti *CTNMB1*- tai *APC*-geenin mutaatio. Sijaintinsa perusteella desmoidikasvaimet luokitellaan vatsaontelon ulkopuolisiin, vatsaontelon sisäisiin ja vatsaontelon seinämän desmoideihin (10). Vatsaontelon ulkopuoliset kasvaimet (koko usein 5–10 cm) sijaitsevat yleensä lihaksen sisällä (esimerkiksi raajoissa) tai faskian tai aponeuroosin pinnalla.

Desmoidikasvaimesta aiheutuva krooninen kipu heikentää elämänlaatua (8). Kasvaimen aktiivisuus vaihtelee potilaskohtaisesti, osa on

oireettomia ja noin puolella aktiivisuus hiipuu spontaanisti ja kasvain pienenee (9,11). Aktiivinen seuranta ja riittävä kipulääkitys ovat usein alkuvaiheessa ensisijainen hoitovaihtoehto. Komplikaattoriski (massavaikutus), nopea kasvu tai huomattava kipu edellyttävät kirurgista hoitoa, säde- tai lääkehoitoa tai kryoablaatiota (11).

Kirurgista hoitoa seuraa herkästi taudin uusiutuminen (29 %), ja aktiivinen vaihe voi pitkittyä (9,11,12). Harkittaessa sädehoitoa, etenkin nuoremmille potilaille, täytyy huomioida sekundaarisen syövän kehittymisen riski. Jos



KUVA 3. Munuaissyövän hoito kryoablaatiolla (KA). **A.** Potilaan oikeassa munuaisessa on pintaosiin sekä syvemmälle endofyyttisesti kasvanut munuaiskasvain. **B.** Kaikukuvausohjauksessa viedyn KA-neulan (nuoli) sijainti varmistetaan tietokonetomografialla. Munuaisen ventraalipuolelle hydrodissektiossa ruiskutettu keittosuolaliuos (nuolenpää) lisää turvallista etäisyyttä suolistoon. **C.** KA:n aiheuttama jääpallo (nuolet) erottuu munuaisparenkyymissä harventumana ja vireiseen rasvaan nähden hieman tiiviimpänä. Munuaisen ventraalipuolella hydrodissektio (nuolenpää) on säilynyt toimenpiteen aikana pääosin ennallaan.

aktiivisen desmoidikasvaimen osia jää kryoablaation hoitoalueen ulkopuolelle, on kasvaimen uusiutuminen todennäköistä. Uusiutumat joko kirurgian tai kryoablaation jälkeen ovat usein luonteeltaan aggressiivisempia kuin primaarikasvain.

Tuoreessa 393 toimenpidettä käsittäneessä meta-analyysissä kryoablaatio pienensi kasvaimen kokoa 72 %:ssa muutoksista ja vähensi merkittävästi kipua 79 %:lla hoidetuista 310 potilaasta (13). Täydellinen vaste todettiin 26 %:lla ja osittainen vaste 49 %:lla, tilanne oli stabiili 29 %:lla ja tauti eteni 8 %:lla.

Endometriosisin esiintyvyys vatsanpeitteissä on 0,3–3,5 % (14). Se voi aiheuttaa kroonista kipua. Tyypillisesti pesäkkeitä on hoidettu kirurgisesti ja hormonihoidoilla. Vaihtoehtoisena hoitomenetelmänä kirurgialle kryoablaatio aiheuttaa vähemmän vatsanpeitteiden ja ihon

vaurioita sekä ylimääräisten arprien muodostumista. Systemoidussa kahdeksan tutkimuksen ja 181 potilaan katsauksessa koettu paikallinen kipu väheni kryoablaation jälkeen merkittävästi ja pitkäaikaisesti, seurantaväli vaihteli puolesta vuodesta kolmeen vuoteen (15). Vähäisiä komplikaatioita, kuten ihon turvotusta ja paikallisia tuntohäiriöitä todettiin 3,5–11 %:lla. Ihonekroosi tai suoliperforaatio olivat merkittävimmät komplikaatiot.

Verisuoniepämuodostumat ovat heterogeeninen ryhmä synnynnäisiä iän myötä kasvavia epämuodostumia, joista sairaalahoidoa tarvitsevista puolet on laskimoepämuodostumia (VM) (16). Niiden infiltroivan kasvutavan vuoksi skleroterapia on usein tarkoituksenmukaisempi hoitomenetelmä kirurgian sijaan. Fibroadipose vascular anomaly (FAVA) on hidasvirtauksinen fibroottinen, rasvaa ja lymfaattista

Ydinasiat

- ▶ Kryoablaatiota voidaan käyttää paikallisesti aggressiivisten kasvainten ja syöpien hoitoon mini-invasiivisena menetelmänä.
- ▶ Kryoablaatio säästää tukikudoksia paremmin kuin muut lämpövaikutteiset paikallishoidot ja johtaa vähäisempään arpimuodostukseen.
- ▶ Alle 4 cm:n läpimittaiset munuaiskasvaimet soveltuvat paikallispuudutuksessa tehtävään kryoablaatiohoitoon, joka voidaan tarvittaessa myös uusia useasti.
- ▶ Kryoablaatio soveltuu hyvin ja on tehokasta hoitoa myös desmoidikasvaimiin.
- ▶ Rintasyövän hoidossa kryoablaatio yleistyy, ja se on todettu turvallisiksi alle 2 cm:n läpimittaisten kasvainten hoidoksi.

kudosta sisältävä lihaksensisäinen muutos, joka tyypillisesti aiheuttaa paikallista kipua (17).

Hidasvirtauksisten verisuoniepämuodostumien (laskimoepämuodostumat ja FAVA-muutokset) aiheuttama kipu väheni kryoablaation jälkeen 51 potilaan systemoidussa katsauksessa merkitsevästi, ja mahdollisen toisen hoitokerran myötä kipu lievittyi pysyvästi (13).

Osteoblastoomat, kondroblastoomat ja osteoidit ostoomat. Takautuvassa espanjalais-tutkimuksessa hoidettiin yleisanestesiassa 11 lapsipotilaan neljä osteoblastoomaa ja seitsemän kondroblastoomaa kryoablaatiolla (18). Kaikki lapset saivat pysyvän kivunlievityksen kertahoidolla, eikä seurantalutkimuksissa todettu uusiutuneita tai jäännöskasvaimia.

Oireisen osteoidin osteooman kivun hoitona usein käytetyn RFA:n aiheuttama voimakas lämpövaikutus aiheuttaa kipua ja vaatii yleisanestesian. Mikäli yleisanestesia on ehdoton vasta-aihe, on kryoablaatio vaihtoehtoinen hoitomenetelmä.

Syövät

Munuaissyöpä on 14. yleisin syöpä maailmassa. Kirkassoluinen munuaissolusyöpä on yleisin

ja käsittää 80 % kaikista munuaissyövästä. Jäljelle jääviin viitataan usein ei-kirkassoluisina munuaissolusyöpinä (19).

Kirurgiseen resektioon verrattuna perkutaaninen kryoablaatio (**KUVA 3**) aiheuttaa vähemmän arpikudosta, ja yleisimmät komplikaatiot ovat usein lieviä, kuten paikallinen verenvuoto tai verivirtsaisuus. Lisäksi helposti lähestyttävä munuaiskasvain voidaan hoitaa paikallispuudutuksessa (4,6). Kirurgiseen hoitoon verrattuna munuaiskasvainten paikallishoidot edustavat selkeää vähemmistöä, ja tavallisesti potilaat ilman liitännäissairauksia tai esteitä yleisanestesialle hoidetaan kirurgisesti, mikä ilmenee vinoumana hoitomenetelmiä vertailevissa tutkimuksissa (4,20,21). Munuaiskasvainten paikallishoidoista kryoablaatio on yleisin menetelmä, vaikka niiden määrä kirurgiaan verrattuna onkin vielä vähäinen. Munuaiskasvainten paikallishoitojen lukumäärää etenkin luokan T1a kasvainten osalta olisi mahdollista lisätä.

Alle 4 cm:n läpimittaisten munuaiskasvainten robottivasteisessa osapoistossa verenvuoto ja akuutti munuaisvaurio etenkin potilaan ainoassa munuaisessa ovat suurempia sekä sairaalahoitajakso pidempi kuin kryoablaatiassa (20–22). Paikallispuudutuksen turvin kryoablaatiolla hoidettujen suhteellinen riski saada paikallinen uusiutuma on noin kolme kertaa suurempi kuin robottivasteisella osapoistolla hoidettujen (20,21). Elinajan odotteessa ei kuitenkaan todettu eroja edellä mainittuja toimenpiteitä vertailevissa tutkimuksissa (20–22). Avoimen tai robottivasteisen osapoiston kokonaiskustannukset ovat kaksinkertaiset kryoablaatioon verrattuna (21,23).

Rintasyöpä. Vähäisten kosmeettisten haittojensa vuoksi kryoablaatio on viime aikoina yleistynyt valikoitujen potilaiden rintasyövän hoitona (24). Vastikään valmistuneessa etenevässä monikeskustutkimuksessa tutkittiin kryoablaation turvallisuutta ja tehoa. Tutkimukseen osallistui 194 yli 60-vuotiaasta potilasta, joiden keskimääräinen ikä oli 75 vuotta (23). Kasvaimet olivat toispuolisia ja yksittäisiä, graduksen 1–2, estrogeeni- tai progesteronipositiivisia tai molempia, HER2-negatiivisia, alle 1,5 cm:n läpimittaisia invasiivisia duktaalaisia karsinomia.

Kaikille potilaille tehtiin kryoablaatio, ja 153 sai liittännäishoitoja, joista 81 % oli pelkästään endokriinisia hoitoja. Viiden vuoden kuluttua kaikista potilaista 4,3 %:lla ja pelkästään hormonaalisia liittännäishoitoja saaneista 3,7 %:lla oli rintasyövän uusiutumia. Toimenpidettä pidetään turvallisena hoitovaihtoehtona pienen riskin potilaille, jos hoitoa jatketaan toimenpiteen jälkeen asianmukaisella liittännäishoidolla (25).

Yhdysvaltalaisessa monikeskustutkimuksessa selvitettiin kryoablaation vaikuttavuutta 86 potilaan rintasyövän hoidossa (26). Kryoablaatiolla hoidettiin yksittäisiä, korkeintaan 2 cm:n läpimittaisia invasiivisia duktaalisia karsinomia, joissa intraduktaalisien karsinoomakudoksen osuus oli alle 25 % (26). Syövä leikattiin kuukauden kuluessa toimenpiteestä, ja patologin analyysin jälkeen hoidon todettiin onnistuneen 76 %:ssa tapauksista. Kun jälkikäteen multifokaalisiksi paljastuneet syövä poistettiin analyysistä, potilaista 92 %:n hoito onnistui.

Äskettäisessä meta-analyysissä tutkittiin kryoablaatiolla hoidettujen alle 2 cm:n läpimittaisten, varhaisen vaiheen ei-lobulaaristen rintasyöpien paikallista uusiutumista ja jäänöskasvainten määrää (27). Kryoablaatiolla hoidetuista kasvaimista 1,1 % uusiutui, ja kun kasvain hoidettiin ensin kryoablaatiolla ja poistettiin 2,5 kuukauden kuluessa kirurgisesti, 8,2 %:ssa tapauksista kasvainkudosta oli vielä jäljellä. Tarkkaa indikaatiota tai kansainvälisiä kriteereitä rintasyövän kryoablaatiohoidolle ei vielä ole, mutta sellaisia voidaan odottaa tulevaisuutena.

Etäpesäkkeiden hoito. Kryoablaatiolla voidaan hoitaa myös luusto-, pehmytkudos- ja keuhkoetäpesäkkeitä, kun syöpä on oligometastaattinen (alle kuusi etäpesäkettä). Etäpesä-

keiden hoidolla saadaan hidastettua tai estettyä taudin etenemistä, kasvua tai paikallista kipua. Maksäetäpesäkkeitä hoidetaan valikoidusti kryosokin riskin vuoksi. Kryosokki aiheuttaa kasvaimen hallitsemattoman hajoamisen ja voi olla hengenvaarallinen. Alle 3 cm:n kokoisten leesioiden hoidossa kryosokin ilmaantuvuus on alle 0,3 % (28).

Seuranta kryoablaation jälkeen

Toimenpiteen jälkeisen paikallisen kivun ja turvotuksen hoidoksi riittävät hyvä ihon paikallishoito ja tulehduskipulääkitys yleensä vuorokauden ajaksi. Potilas kotiutetaan sairaalasta seuraavana päivänä, jos toimenpide on tehty yleisanestesiassa. Seurantaleikekuvaus tehdään kuuden kuukauden kuluttua toimenpiteestä, jolloin nähdään kasvainnekkroosin kehittymisen lopulliseen laajuuteensa ja voidaan arvioida hoitoalueen riittävyys.

Lopuksi

Kryoablaatiota voidaan käyttää sekä hyvän- että pahanlaatuisten luu- ja pehmytkudoskasvainten hoitoon, ja mini-invasiivisena kuvantamishajattuna menetelmänä se tarjoaa toisinaan vaihtoehdon kirurgiselle, säde- tai lääkehoidolle. Oikea potilasvalinta on kuitenkin tärkeää kryoablaatiohoitoa harkittaessa, ja menetelmän rajoitukset täytyy ottaa huomioon, jos kasvaimen lähellä sijaitsee suuria verisuonia tai kylmävaurioille herkkiä rakenteita kuten iho, virtsatie, suolenseinä tai hermot. Sopivin hoitovaihtoehto on luontevaa valita moniammatillisen kasvaintöryhmän kokouksessa, jossa on laaja-alaista kokemusta erilaisten kasvainten hoidosta. ■

KIRJALLISUUTTA

1. Koivikko M, Haapamäki V. Luukasvainpotilaan diagnostinen polku ja hyvänlaatuiset luukasvaimet. *Duodecim* 2019;135:2203–12.
2. Perälä J, Numminen K. Kasvainten kuvantamishajauksiset hoidot. *Duodecim* 2006;122:2981–90.
3. Gage AA, Baust J. Mechanisms of tissue injury in cryosurgery. *Cryobiology* 1998;37:171–86.
4. Cazzato RL, Garnon J, Ramamurthy N, ym. Percutaneous image-guided cryoablation: current applications and results in the oncologic field. *Med Oncol* 2016;33:140.
5. Bodard S, Geevarghese R, Razakamantsoa L, ym. Percutaneous cryoablation in soft tissue tumor management: an educational review. *Insights Imaging* 2024;15:278.
6. Junker T, Stage N, Thorlund MG, ym. CT-guided percutaneous cryoablation of small renal masses: general anesthesia versus conscious sedation with dexmedetomidine. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2025;48:1447–54.
7. Kurup NA, Morris JM, Schmit GD, ym. Neuroanatomic considerations in percutaneous tumor ablation. *Radiographics* 2013;33:1195–215.
8. Georgiades C, Rodriguez R, Azene E, ym. Determination of the nonlethal margin inside the visible “ice-ball” during percu-

- taneous cryoablation of renal tissue. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2013;36:783–90.
9. Bektas M, Bell T, Khan S, ym. Desmoid tumors: a comprehensive review. *Adv Ther* 2023;40:3697–722.
 10. Weiss SW, Goldblum JR. *Fibromatoses*. Kirjassa: Eizinger and Weiss's soft tissue tumors. Maryland Heights, MO: Mosby 2001, s. 309–46.
 11. Gronchi A, Jones RL. Treatment of desmoid tumors in 2019. *JAMA Oncol* 2019;5:567–68.
 12. Stoeckle E, Coindre JM, Longy M, ym. A critical analysis of treatment strategies in desmoid tumors: a review of a series of 106 cases. *Eur J Surg Oncol* 2009;35:129–34.
 13. Bodard S, Marcelin C, Kastler A, ym. Safety and efficacy of cryoablation of soft-tissue tumours: a systematic review. *Br J Radiol* 2025;98:861–74.
 14. Foley CE, Ayers PG, Lee TT. Abdominal wall endometriosis. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2022;49:369–80.
 15. Bodard S, Razakamanantsoa L, Geevarghese R, ym. Percutaneous cryoablation of abdominal wall endometriosis: a systematic literature review of safety and efficacy. *Insights Imaging* 2024;15:282.
 16. Legiehn GM, Heran MK. Venous malformations: classification, development, diagnosis, and interventional radiologic management. *Radiol Clin North Am* 2008;46:545–97.
 17. Olivieri B, White CL, Restrepo R, ym. Low-flow vascular malformations pitfalls: from clinical examination to practical imaging evaluation – part 2, venous malformation mimickers. *Am J Roentgenol* 2016;206:952–62.
 18. Serrano E, Zarco F, Gill AE, ym. Percutaneous cryoablation of chondroblastoma and osteoblastoma in pediatric patients. *Insights Imaging* 2021;12:106.
 19. Young M, Jackson-Spence F, Beltran L, ym. Renal cell carcinoma. *Lancet* 2024;404:476–91.
 20. Bianchi L, Chessa F, Piazza P, ym. Percutaneous ablation of minimally invasive partial nephrectomy for cT1a renal masses? A propensity score-matched analysis. *Int J Urol* 2022;29:222–8.
 21. Iossa V, Pandolfo SD, Buonopane R, ym. Robot-assisted partial nephrectomy vs. percutaneous cryoablation for T1a renal tumors: a single-center retrospective analysis of outcomes and costs. *Int Urol Nephrol* 2025;57:1097–104.
 22. Beksac AT, Corrigan D, Abou Zeinab M, ym. Long-term comparative outcomes of partial nephrectomy and cryoablation in patients with solitary kidneys: a single-center analysis. *Minerva Urol Nephrol* 2022;74:722–9.
 23. Chehab M, Friedlander JA, Handel J, ym. Percutaneous cryoablation vs partial nephrectomy: cost comparison of T1a tumors. *J Endourol* 2016;30:170–6.
 24. Kawamoto H, Tsugawa K, Furuya Y, ym. Percutaneous ultrasound-guided cryoablation for early-stage primary breast cancer: a follow-up study in Japan. *Breast Cancer* 2024;31:695–794.
 25. Fine RE, Gilmore RC, Tomkovich KR, ym. Cryoablation without excision for early-stage breast cancer: ICE3 trial 5-year follow-up on ipsilateral breast tumor recurrence. *Ann Surg Oncol* 2024;31:7273–83.
 26. Simmons RM, Ballman KV, Cox C, ym. A phase II trial exploring the success of cryoablation therapy in the treatment of invasive breast carcinoma: results from ACOSOG (Alliance) Z1072. *Ann Surg Oncol* 2016;24:2438–45.
 27. Tan E, Chong J, Pua U, ym. Local recurrence and residual tumor following cryoablation for small early-stage cancers: systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer* 2025;32:69–78.
 28. Kolck J, Schulze D, Brönnimann M, ym. Percutaneous cryoablation in the liver: a meta-analysis and review of safety with a focus on incidence of cryoshock and major complications. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2024;47:1471–84.

RIKU VIERUNEN, LT, radiologian erikoislääkäri, tuki- ja liikuntaelinradiologi

HUS Diagnostiikkakeskus, Siltasairaalan röntgen

VILLE HAAPAMÄKI, LT, dosentti, radiologian erikoislääkäri, tuki- ja liikuntaelinradiologi, ylilääkäri

HUS Diagnostiikkakeskus, Siltasairaalan röntgen

VASTUUTOIMITTAJA

Riikka Nevala

SIDONNAISUUDET

Kirjoittajilla ei ole sidonnaisuuksia.