

Samuli Salminen ja Kauko Saarilahti

## Sädehoito hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa – näyttöön perustuvaa vai kokeellista hoitoa?

Sädehoito on ollut yksi keskeinen keino syövän hoidossa yli vuosisadan. Myös hyvänlaatuisten sairauksien ja kasvaimien hoidossa sädehoitoa on käytetty aivan hoitomuodon keksimisestä lähtien. Nykyään useiden hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa sädehoito on vaihtunut tehokkaampiin hoitomuotoihin. Sädehoito on kuitenkin tärkeässä asemassa anatomisesti haastavasti sijaitsevien hyvänlaatuisten kasvainten ja tiettyjen tulehduksellisten sairauksien hoidossa. Joillekin sairaustiloille tunnusomaista on kudoksen poikkeava jakautuminen tai liikakasvu, jolloin sädehoito voi myös olla hyödyksi. Tutkimusnäyttö sädehoidon tehosta monien hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa on näiden sairauksien harvinaisuuden vuoksi rajallista.

Sädehoitoa on käytetty jo yli sadan vuoden ajan erilaisten tautitilojen hoitoon. Nykyään ylivoimaisesti suurin osa sädehoidon käyttöaiheista liittyy syöpään, mutta aikaisemmin käyttö hyvänlaatuisten tautien hoitoon on ollut laajempaa, esimerkiksi mahahaavan, hiuspohjan silsan ja gynekologisen vuodon hoitoa (1). Sädehoidolla on edelleen keskeinen rooli useiden hyvänlaatuisten sairauksien ja kasvainten hoidossa. Viimeisimpänä esimerkkinä syöpään liittymättömästä käyttöaiheesta on COVID-19:n aiheuttaman keuhkokuumeen hoitaminen sädehoidolla, josta ei kuitenkaan toistaiseksi ole satunnaistettuun vertailukokeeseen pohjautuvaa näyttöä (2).

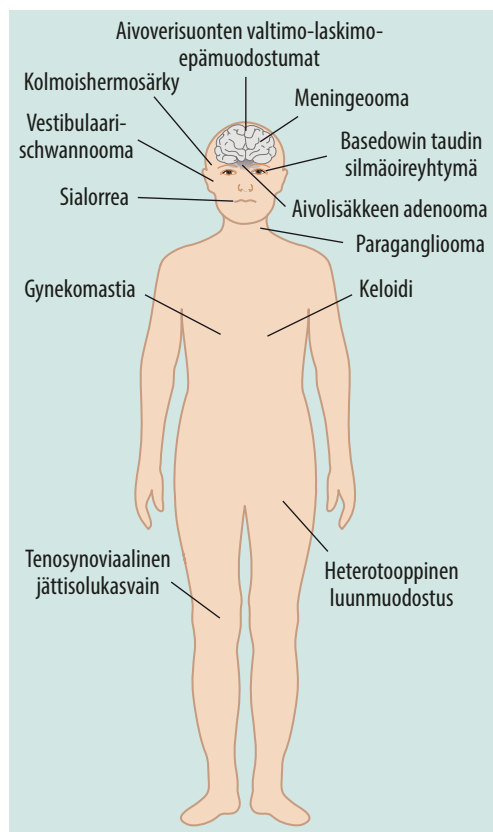
Tässä katsauksessa käsittelemme laajasti pääasiassa ulkoisen sädehoidon käyttöä erilaisien hyvänlaatuisten sairauksien ja kasvainten hoidossa. Valtaosa näistä sairauksista sijoittuu pään ja kaulan alueelle (KUVA 1). Sädehoidon käyttökohteiden tautikirjo on kuitenkin siinä määrin laaja, että joitain sairauksia olemme jättäneet tämän katsauksen ulkopuolelle.

### Tuoretta tutkimusta kaivataan

Kansainvälisesti sädehoidon käytössä hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa on paljon maakohtaista vaihtelua. Esimerkiksi Saksassa sädehoitolaitoksilla on pitkät perinteet hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa (3). Suomessa sädehoidon käytön laajuutta hyvänlaatuisten sairauksien ja kasvaimien hoidossa ei ole systemaattisesti tutkittu.

Sädehoidon vaikutuksen arvioidaan johtuvan sen aiheuttamasta perimävauriosta syöpäsoluissa. Hyvänlaatuisten tautien hoidossa sädehoidon aiheuttamalla solujen lisääntymistä hillitsevällä ja tulehdusta vähentävällä vaikutuksella ajatellaan olevan keskeinen merkitys (4,5).

Viime vuosikymmenten aikaiset kehitysaskeleet sädehoidon eri osa-alueilla ovat mullistaneet sädehoidon aseman eri syöpätautien hoidossa (6). Stereotaktisessa sädehoidossa pystytään kohdentamaan sädehoito hyvin tarkasti hoitoalueelle, mikä mahdollistaa erityisesti hyvänlaatuisten kasvainten hoidossa paikallisesti



**KUVA 1.** Sätehoidon käyttö erilaisten hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa. Valtaosa sairauksista sijoittuu pään ja kaulan alueelle, jolla sädehoito voi toimia kirurgisen hoidon liitännäishoitona tai vaihtoehtona.

hyvin suuret sädeannokset niin, että samalla huomioidaan ympäröiviin terveisiin kudoksiin kohdistuvat annokset.

Tutkimuskirjallisuus sädehoidosta hyvänlaatuisten tautien ja kasvaimien hoidossa on laadultaan hyvin vaihtelevaa ja saattaa tautiryhmän mukaan pohjautua vahvasti takautuviin tutkimuksiin. Oman haasteensa asettaa sädehoitotekniikoiden kehitys: vanhemmat tutkimukset on tehty vanhemmilla tekniikoilla, jolloin terveisiin kudoksiin kohdistuvat annokset ja haittavaikutukset ovat mahdollisesti olleet suurempia. Näiden tutkimusten soveltaminen nykyaikaan voi olla vaativaa.

Sätehoidon käyttöä hyvänlaatuisten tautien hoidossa rajoittaa sädehoitoon liittyvä sekundaarisyyvän riski. Jotkin hyvänlaatuiset sairaudet tai kasvaimet eivät toisaalta ole välit-

tömästi henkeä uhkaavia mutta voivat aiheuttaa esimerkiksi vaikean näkö- tai kuulovamman tai kipuoireen, jolloin sädehoito voidaan nähdä perustelluksi.

## Pään ja kaulan alue

**Paraganglioomat** ovat paraganglioista lähtöisin olevia harvinaisia neuroendokriinisia kasvaimia, jotka sijaitsevat useimmin kaulavaltimon haarautumiskohdassa tai kaulalaskimaukossa. Mikäli hoito nähdään tarpeelliseksi, on leikkaushoitoa yleensä pidetty ensisijaisena vaihtoehtona, mutta leikkaukseen soveltumattomissa tapauksissa sädehoito voi tulla kyseeseen.

Laajan 1 310 potilasta käsittäneen meta-analyysin perusteella tavanomaisella sädehoidolla ja stereotaktisella sädehoidolla voidaan saavuttaa leikkauksen veroinen paikalliskontrolli jugulaarisissa paraganglioomissa (7). Tavanomaisella sädehoidolla saavutettiin 89 %:n ja stereotaktisella sädehoidolla 94 %:n paikalliskontrolli. Keskimääräinen seuranta-aika oli 112 kuukautta tavanomaisen sädehoidon ryhmässä ja 41 kuukautta stereotaktisen sädehoidon ryhmässä. Tavanomaisessa sädehoidossa käytetään yleisesti 45 grayn (Gy) kokonaisannosta 25 fraktiossa ja stereotaktisessa sädehoidossa 15 Gy:n kerta-annosta (8,9).

**Sialorrea.** Kyvyttömyys hallita erittyvän syljen poistumista johtaa syljen kerääntymiseen suuonteloon ja sialorreaan eli hypersalivaatioon. Sitä voi ilmetä neurologisissa sairauksissa, kuten amyotrofisessa lateraaliskleroosissa (ALS) ja Parkinsonin taudissa. Sialorreaan hoitona voidaan käyttää esimerkiksi antikolinergista lääkitystä ja botuliiniruiskeita. Sädehoidon tiedetään aiheuttavan haittavaikutuksena pään ja kaulan alueen kasvainten hoidossa suun kuivuutta, ja tätä vaikutusta voidaan käyttää hyödyksi sialorreaan lievittämisessä.

Ranskalaisessa 50 ALS-potilaan tutkimuksessa käytettiin 20 Gy:n kokonaisannosta neljässä fraktiossa kahden viikon aikana tai 10 Gy:n kokonaisannosta kahdessa fraktiossa kahden päivän välein (10). Sädehoito annettiin fotoneilla kumpaankin leuanalussylikirauhaseen ja kahteen kolmasosaan kummastakin korva-

sylkirauhasesta. Kuuden kuukauden kuluttua 92 %:lla potilaista todettiin sialorreaan täydellinen ja 8 %:lla osittainen hoitovaste. Sialorreaan hoidoksi suositetaan näin ollen 20 Gy:n kokonaisannosta neljässä fraktiossa. Huonompikuntoisille potilaille voidaan harkita myös 10 Gy:n hoitoa kahdessa fraktiossa tai 7,5 Gy:n kertafraktiota (11).

## Silmien taudit

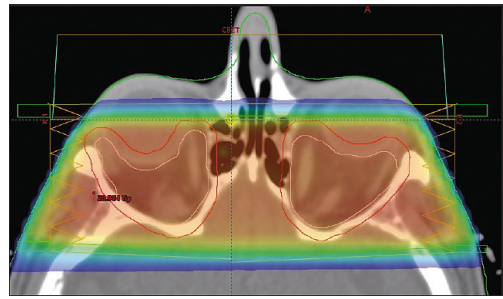
**Basedowin taudin silmäoireyhtymä** (endokriininen silmäoireyhtymä) on autoimmuunisairaus, jossa silmäkuopan pehmytkudosten tulehdus ja turvotus voivat aiheuttaa näköoireita, eksoftalmusta ja näköhermon puristuksen. Suurin osa tautitilanteista on lieviä ja itsestään rajoittuvia, mutta kohtalaiset ja vaikeat tautimuodot ovat hoidollisesti vaativia (12). Periorbitaalisten kudosten tulehduksen hillitsemiseksi on annettu sädehoitoa potilaille, joilla on aktiivinen vakavampi tautimuoto ja jotka sietävät glukokortikoidihoitoa huonosti tai joille se on vasta-aiheinen tai teholtaan riittämätön.

Vaikka satunnaistettuja tutkimuksia on tehty aiheesta rajallisesti, vaikuttaa silmäkuopan sädehoito tehokkaalta erityisesti silmien liikerajoituksien ja pehmytkudosmuutoksien yhteydessä. Sitä vastoin eksoftalmukseen vaikutus on pieni, tosin joissakin tutkimuksissa ei ole havaittu sädehoidosta lisähyötyä glukokortikoidin rinnalla (13,14). Hiljattain julkaistun eurooppalaisen hoitosuosituksen perusteella yleisimmin käytetään 20 Gy:n kokonaisannosta toteutettuna kymmenellä hoitokerralla kahden viikon aikana (**KUVA 2**) (12).

## Keskushermosto

**Meningeoomat** ovat aivokalvoista lähtöisin olevia hyvänlaatuisia kasvaimia. Keskitymmme tässä artikkelissa WHO:n erilaistumisasteen (gradus) I meningeoomien sädehoitoon.

Oireisen meningeooman ensisijainen hoitokeino on leikkaus, mikäli kasvain voidaan poistaa kokonaisuudessaan ilman suuria komplikaatoriskejä. Mikäli kasvain sijaitsee vaativassa paikassa kallonpohjassa, sen kokonaan poistaminen voi olla vaikeaa, jolloin sädehoito



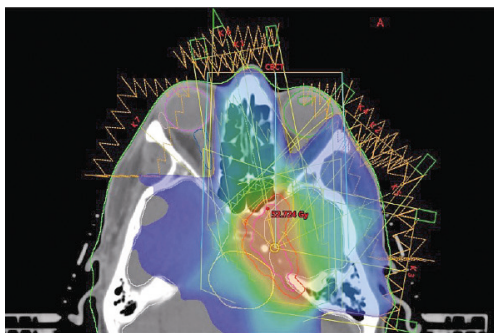
**KUVA 2.** Basedowin tautia sairastavan potilaan retrobulbaarisädehoitosuunnitelma, jossa hoito toteutetaan kahdella vastakkaisella kentällä niin, että kokonaisannos on 20 Gy.

voi tulla kyseeseen vaihtoehtoisena tai liitännäisenä hoitona. Sädehoitoa voidaan antaa sekä stereotaktisena että tavanomaisesti fraktioituna hoitona. Stereotaktinen sädehoito näyttäisi soveltuvan alle 3 cm:n kokoisten meningeoomien hoitoon, ja viiden vuoden etenemättömyysosuus on ollut 86–100 % (15).

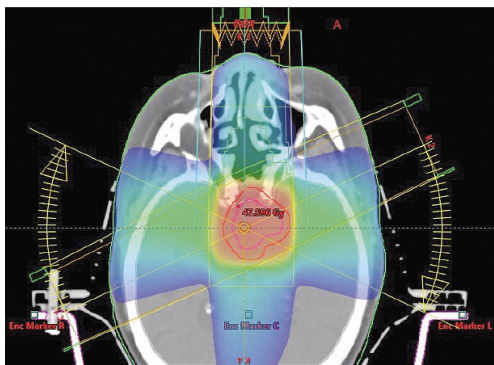
Tutkimuksissa on käytetty vaihtelevia annoksia, mutta 14–15 Gy:n annos vaikuttaisi tehokkaalta ja toisaalta pieniriskiseltä (15). Kookkaampia tai lähellä kriittisiä rakenteita sijaitsevia meningeoomia on hoidettu fraktioidulla sädehoidolla 50–55 Gy:n kokonaisannoksella ja 1,8–2 Gy:n kertafraktioilla (**KUVA 3**). Julkaistuissa sarjoissa paikalliskontrolli on ollut 75–92 % (16).

**Aivoverisuonten valtimo-laskimoepämuodostumat** (arteriovenoosiset malformaatiot, AVM) ovat synnynnäisiä harvinaisia verisuoniepämuodostumia, jotka altistavat potilaan aivoverenvuodolle ja epileptiselle kohtaukselle. Hoitovaihtoehtoja ovat leikkaus, embolisaatio ja stereotaktinen sädehoito. Stereotaktisen sädehoidon myötä kestää noin 2–3 vuotta, että verisuoniepämuodostuma sulkeutuu ja vuoto-riski pienenee (17). Tuoreessa julkaisussa AVM:n surkastuminen saavutettiin 80 %:lla potilaista, AVM:n koon keskiarvo oli 2,8 cm ja stereotaktisen sädehoidon mediaaniannos 16 Gy (18).

**Kolmoishermostosäryssä** (trigeminusneuralgia) potilaalla on toistuvia kolmoishermon hermotusalueen äkillisiä, lyhytkestoisia ja voimakkaita kiputiloja. Hoitokeinoja ovat lääkehoito,



**KUVA 3.** Potilaan vasemman silmän liikerajoitusten taustalla todettiin vasemmanpuoleinen sinus cavernosuksen takaosan erilaistumisasteen (gradus) 1 meningeooma. Aluksi valittiin seurantalinja, mutta sitten edettiin resektioon, jossa cavum Meckelin seutuun jäi kasvainta. Potilas sai jäännöskasvaimen alueelle 1,8 Gy:n kerta-annoksina 50,4 Gy:n sädehoidon, jolla oli positiivinen vaikutus näkökykyyn.



**KUVA 4.** Näkökenttäpuutosten taustalla todettiin kookas hormonaalisesti inaktiivinen sellan makro-adenooma, joka leikattiin. Seurannassa todettiin muutoksen hidasta kasvua, mutta uusintaleikkauksen riskit arvioitiin liian suuriksi. Adenooma hoidettiin fraktioidulla sädehoidolla 1,8 Gy:n kerta-annoksina, kokonaisannos oli 45 Gy. Akuutteja haittavaikutuksia ei ilmennyt.

kirurginen hoito tai stereotaktinen sädehoito. Viimeksi mainitussa aivorungosta lähtevään kolmoishermoon kohdistetaan hyvin suuri kertaluonteinen sädeannos. Katsausartikkelin perusteella suurin osa tutkimuskirjallisuudesta on takautuvaa ja koskee gammaveitsihoitoa, mutta myös lineaarikiihdytinpohjaista hoitoa on tutkittu (19). Katsauksen perusteella stereotaktisessa sädehoidossa suositellaan vähintään 70 Gy:n annosta. Kivunlievitys vaihtelee sädehoitotekniikan mukaan mutta on ollut keskiarvoltaan noin 50 %.

**Vestibulaarischwannooma** (akustikus-neurinooma) on hyvänlaatuinen aivokasvain, joka voi aiheuttaa kuulon heikkenemistä, tinnitusta tai huimausta (20). Keskimäärin 50 %:n näistä kasvaimista odotetaan kasvavan viiden vuoden seuranta-aikana. Oireettomat kasvaimet voivat soveltua seurattaviksi. Mikäli tarvitaan paikallista hoitoa, ovat leikkaushoito ja sädehoito mahdollisia vaihtoehtoja.

Sädehoidossa käytetään yhden kerta-annoksen sädekirurgiaa tai stereotaktista sädehoitoa useammassa fraktiossa. Hoitoja ei ole verrattu satunnaistetussa tutkimusasetelmassa. Sädekirurgiassa on käytetty yleensä 12–14 Gy:n marginaaliannosta. Viiden vuoden paikalliskontrolli on ollut 90–99 %. Sädehoidon jälkeen todetaan usein toispuolinen kuulon heikkeneminen, ja kymmenen vuoden kuluessa todennäköisyys kuulon säilymiseen on 25–50 % (21). Useissa tutkimuksissa on havaittu vestibulaarischwannooman sädehoitoon liittyvä kasvainalueen ohimenevä suureneminen kolmen vuoden kuluessa hoidosta (20).

**Aivolisäkkeen adenooma** on hyvänlaatuisen aivolisäkkeestä lähtöisin oleva kasvain. Niitä on todettu ruumiinavaustutkimuksissa noin 10 %:lla ihmisistä (22). Sijaintinsa vuoksi ne voivat aiheuttaa päänsärkyä, aivolisäkkeen vajaatoimintaa ja näkökenttäpuutoksia. Hormonaalisesti aktiiviset adenoomat voivat tämän lisäksi aiheuttaa erilaisia aivolisäkkeen liikatoiminnan oireita (23).

Sädehoitoa käytetään tilanteissa, joissa kasvaimen koko tai hormonaalinen aktiivisuus ei riittävästi vähene lääkehoidon tai kirurgian myötä (23). Sädehoidolla on saavutettu useimmissa potilassarjoissa kasvaimen lähes 100 %:n hallinta (24). Kertahoitona annettavassa sädekirurgiassa käytetään 14–16 Gy:n annosta hormonaalisesti inaktiivisen adenooman ja 16–25 Gy:n annosta hormonaalisesti aktiivisen adenooman hoitamiseksi (25). Fraktioitua stereotaktista sädehoitoa suositetaan yli 3 cm kokosiin kasvaimiin ja lähellä (etäisyys alle 3 mm) näköhermoa sijaitseviin kasvaimiin. Tyypillisesti käytetty sädeannos on hormonaalisesti inaktiivisten kasvainten hoidossa 45–50 Gy ja hormonaalisesti aktiivisten hoidossa 50–54 Gy, kerta-annos on 1,8 Gy (KUVA 4) (25).

## Tuki- ja liikuntaelimistö

**Heterotooppisessa luunmuodostuksessa** (ossifikaatio) kypsää luuta muodostuu pehmytkudoksiin, yleisimmin trauman tai kirurgisen leikkauksen yhteydessä. Eniten on tutkittu sädehoidon osuutta lonkan heterotooppisen luunmuodostuksen ehkäisemisessä (26). Meta-analyysissä, joka käsitti 1 143 potilasta, todettiin leikkauksen jälkeisen sädehoidon olevan tulehduskipulääkkeitä tehokkaampi ehkäisemään heterotooppista luunmuodostusta suurten lonkkaleikkauksien yhteydessä (27). Samaisen meta-analyysin perusteella sädehoito olisi hyvä antaa joko muutama tunti ennen leikkausta tai 72 tunnin kuluessa leikkauksen jälkeen, yleisimmin on käytetty kertafraktiota 7 Gy:n annoksella.

**Tenosynoviaalinen jättisolukasvain** (aikaisemmin pigmentoitunut villonodulaarinen synoviitti) on harvinainen nivelkalvon nopeasti lisääntyvä muutos. Ensisijainen hoito on leikkaus, mutta uusiutuneissa tilanteissa myös leikkauksen jälkeisellä sädehoidolla on saavutettu hyviä tuloksia. Seitsemän potilaan tutkimuksessa keskimääräinen sädeannos oli 40 Gy 20 fraktiossa (28).

## Iho ja pehmytkudokset

**Desmoidikasvaimet** tunnetaan myös nimellä aggressiivinen fibromatoosi. Ne ovat paikallisesti aggressiivisia kasvaimia, joilla ei tiedetä olevan kykyä lähettää etäpesäkkeitä. Ne voivat kehittyä periaatteessa missä päin elimistöä tahansa, mutta yleisimmin niitä todetaan vartalolla, raajoissa, vatsaontelon seinämässä tai vatsaontelossa.

Oireettomassa tilanteessa ensisijainen hoito on yleensä konservatiivinen (29). Moniammatillisesti suunniteltavat paikallishoidot voivat koostua kirurgiasta tai sädehoidosta. Myös kryoablaatiohoidosta on tutkimuksia. Sädehoito saattaa vähentää paikallisuusiutuman riskiä epätäydellisen leikkauksen jälkeen, jolloin on käytetty 50–56 Gy:n kokonaisannosta (30). Leikkaukseen soveltumattomien desmoidikasvainten hoidoksi suositellaan 56 Gy:n kokonaisannosta (31).



**KUVA 5.** Keloidien muodostumisesta kärsivän potilaan vasemmasta poskesta leikattiin useampi keloidi. Sen jälkeen hänelle annettiin leikkauspäivästä alkaen leikkausalueelle sädehoitoa kolmena päivänä 4 Gy:n fraktiona elektroniteknikalla.

**Keloidi** voi syntyä epätavallisen ihovaurion paranemisprosessin myötä. Se voi aiheuttaa hyvin hankalaa elämänlaadun heikentymistä kivun ja kosmeettisen haitan vuoksi. Sädehoitoa on käytetty keloidin leikkaushoidon jälkeen uusiutumisriskiä pienentävänä hoitona yli vuosisadan ajan. Sädehoitoa voidaan käyttää myös hoitoresistentteihin keloideihin. Sädehoidon ajatellaan vähentävän keloidin leikkauksen jälkeistä angiogeneesia ja fibroblastien kasvua ja sitä kautta vähentävän keloidimuodostusta (32).

Erilaisia fraktiointimalleja on useita. Kolmessa tai neljässä fraktiossa annettu 12 Gy:n sädehoito on usein tutkimuksissa käytetty protokolla, mutta myös 18 Gy:n annosta kolmessa fraktiossa, 8 Gy:n kertafraktiota ja 15 Gy:n annosta kahdessa fraktiossa on käytetty. Keloidien uusiutumisosuus on ollut 5,6–32 %. Myös suuren annosnopeuden kudoksensisäistä sädehoitoa (HDR-brakysterapia) on käytetty keloidien hoidossa. Uusiutumisosuus on ollut 3–20 % (32). Sädehoitoa suositellaan yleensä annettavaksi 24–72 tunnin kuluessa leikkauksen jälkeen (**KUVA 5**).

**Gynekomastia.** Eturauhassyövän hoidossa käytettävät hormonihoitot, maksakirroosi ja spironolaktonihoito voivat aiheuttaa miespotilaiden rintakudoksen kasvua (gynekomastia). Erityisesti bikalutamidilääkityksen on todettu lisäävän gynekomastian ja rintakudoksen kivun riskiä 18-kertaiseksi (33). Sekä tamoksifeeni että sädehoito on todettu tehokkaiksi hormonihoitoon liittyvän gynekomastian ehkäisyssä (34). Yleisesti sädehoito toteutetaan 10–12 Gy:n kertahoitona elektronikentistä. Jo ilmaantuneen gynekomastian hoitona on myös

### Ydinasiat

- ▶ Sätehoidon käyttö hyvänlaatuisten sairauksien hoidossa on nykyään huomattavasti rajatumpaa kuin aikaisemmin.
- ▶ Sätehoidolla voidaan lievittää merkittävästi erityisesti tiettyjen neurologisten ja immuunijärjestelmän sairauksien oireita.
- ▶ Sätehoidolla on keskeinen osa myös tiettyjen keskushermoston hyvänlaatuisten kasvainten hoidossa.

onnistuneesti käytetty sekä tamoksifeenia että sädehoitoa.

### Muut hyvänlaatuiset sairaudet

Märkivää hikirauhastulehdusta, psoriaasia, ikään liittyvään makularappeumaa, Peyronien tautia ja kroonista ihottumaa on aiemmin voitu hoitaa sädehoidolla, mutta nykyisten muiden hoitomuotojen ansiosta siitä on luovuttu. Mahdollisia sädehoidon kohteita ovat korioidaalinen hemangioma, nikamahemangioma, aneurysmaalinen luukysta, nenänielun juveniili angiofibrooma, orbitaalinen valekasvain, kraniofaryngioma, sylkirauhasen pleomorfinen adenooma ja lentigo maligna, mutta niiden sädehoidosta on hyvin niukasti kirjallisuutta.

**SAMULI SALMINEN, LKT, syöpätautien ja sädehoidon erikoislääkäri**

**KAUKO SAARILAHTI, dosentti, syöpätautien ja sädehoidon erikoislääkäri, osastonylilääkäri (eläkkeellä 1.11.2022 alkaen)**

HUS, Syöpäkeskus

#### TEEMAN TOIMITTAJAT

Anu Anttonen, Liisa Porra ja Riikka Nevala

Katsauksen ulkopuolelle jätimme myös pterygiumin eli silmän siipikalvon sekä edellä mainitun harvinaisen nenänielun juveniilin angiofibrooman. Sädehoitoa on tutkittu jalkapohjan kalvojänteen rappeuman (plantaarifaskiitti) hoidossa erityisesti Saksassa. Yleisimmin on käytetty 6 Gy:n kokonaisannosta 1 Gy:n kerta-annoksina ja 2–3 fraktiota viikossa (35). Systemoidun katsauksen perusteella tutkimusnäyttö sädehoidon tehosta Dupuytrenin kontraktuurin hoidossa on niukkaa, eikä sen perusteella sädehoitoa voi suositella rutiinihoitona (36).

### Lopuksi

Sädehoito on vakiinnuttanut asemansa useiden hyvänlaatuisten kasvainsairauksien ja tautitilojen hoidossa. Modernit sädehoitomenetelmät mahdollistavat periaatteessa hyvin tarkan sädehoidon kohdistamisen rajatuille alueille niin, että ympäröivän kudoksen sädeannos on marginaalisen pieni. Toisaalta pienillä sädeannoksilla voidaan tavoitella tulehduksen hillitsemistä. Tulevaisuudessa käyttöaiheita hyvänlaatuisten sairauksien osalta tulee todennäköisesti lisää. Tämän vuoksi on erityisen tärkeää, kuten lääketieteessä yleensäkin, pyrkiä siihen, että sädehoito hyvänlaatuisten kasvainten ja sairauksien hoidossa olisi mahdollisimman hyvin näyttöön perustuvaa. ■

#### SIDONNAISUUDET

Samuli Salminen: Ei sidonnaisuuksia

Kauko Saarilahti: Ei sidonnaisuuksia

## KIRJALLISUUTTA

- McKeown SR, Hatfield P, Prestwich RJD, ym. Radiotherapy for benign disease; assessing the risk of radiation-induced cancer following exposure to intermediate dose radiation. *Br J Radiol* 2015;88:20150405.
- Sanmamed N, Alcantara P, Gómez S, ym. Low-dose radiation therapy in the management of COVID-19 pneumonia (LOWRAD-Cov19). Final results of a prospective phase I-II trial. *Radiother Oncol* 2022;171:25–9.
- Seegenschmiedt MH, Katalinic A, Makoski HB, ym. Radiation therapy for benign diseases: patterns of care study in Germany. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2000;47:195–202.
- Rubin P, Soni A, Williams JP. The molecular and cellular biologic basis for the radiation treatment of benign proliferative diseases. *Semin Radiat Oncol* 1999;9:203–14.
- Rodemann HP, Blaese MA. Responses of normal cells to ionizing radiation. *Semin Radiat Oncol* 2007;17:81–8.
- Thariat J, Hannoun-Levi JM, Sun Myint A, ym. Past, present, and future of radiotherapy for the benefit of patients. *Nat Rev Clin Oncol* 2012;10:52–60.
- Suárez C, Rodrigo JP, Bodeker CC, ym. Jugular and vagal paragangliomas: systematic study of management with surgery and radiotherapy. *Head Neck* 2013;35:1195–204.
- Hinerman RW, Amdur RJ, Morris CG, ym. Definitive radiotherapy in the management of paragangliomas arising in the head and neck: a 35-year experience. *Head Neck* 2008;30:1431–8.
- Guss ZD, Batra S, Limb CJ, ym. Radiosurgery of glomus jugulare tumors: a meta-analysis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, julkaistu verkossa 22.6.2011. DOI:10.1016/j.ijrobp.2011.05.006.
- Assouline A, Levy A, Abdelnour-Mallet M, ym. Radiation therapy for hypersalivation: a prospective study in 50 amyotrophic lateral sclerosis patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2014;88:589–95.
- Neppelberg E, Haugen DF, Thorsen L, ym. Radiotherapy reduces sialorrhea in amyotrophic lateral sclerosis. *Eur J Neurol* 2007;14:1373–7.
- Bartalena L, Kahaly GJ, Baldeschi L, ym. The 2021 European Group on Graves' orbitopathy (EUGOGO) clinical practice guidelines for the medical management of Graves' orbitopathy. *Eur J Endocrinol* 2021;185:43–67.
- Tanda ML, Piantanida E, Liparulo L, ym. Prevalence and natural history of Graves' orbitopathy in a large series of patients with newly diagnosed Graves' hyperthyroidism seen at a single center. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98:1443–9.
- Rajendram R, Taylor PN, Wilson VJ, ym. Combined immunosuppression and radiotherapy in thyroid eye disease (CIRT-ED): a multicentre, 2 × 2 factorial, double-blind, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2018;6:299–309.
- Rogers L, Barani I, Chamberlain M, ym. Meningiomas: knowledge base, treatment outcomes, and uncertainties. A RANO review. *J Neurosurg* 2015;122:4–23.
- Goldbrunner R, Minniti G, Preusser M, ym. EANO guidelines for the diagnosis and treatment of meningiomas. *Lancet Oncol*, julkaistu verkossa 30.8.2016. DOI:10.1016/S1470-2045(16)30321-7.
- Flemming KD, Lanzino G. Management of unruptured intracranial aneurysms and cerebrovascular malformations. *Continuum* 2017;23:181–210.
- Daou BJ, Palmateer G, Thompson BG, ym. Stereotactic radiosurgery for brain arteriovenous malformations: evaluation of obliteration and review of associated predictors. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020;29:104863.
- Tuleasca C, Régis J, Sahgal A, ym. Stereotactic radiosurgery for trigeminal neuralgia: a systematic review: International Stereotactic Radiosurgery Society practice guidelines. *J Neurosurg* 2018;130:733–57.
- Goldbrunner R, Weller M, Regis J, ym. EANO guideline on the diagnosis and treatment of vestibular schwannoma. *Neuro Oncol* 2020;22:31–45.
- Carlson ML, Vivas EX, McCracken DJ, ym. Congress of neurological surgeons systematic review and evidence-based guidelines on hearing preservation outcomes in patients with sporadic vestibular schwannomas. *Clin Neurosurg* 2018;82:35–9.
- Molitch ME. Nonfunctioning pituitary tumors. *Handb Clin Neurol* 2014;124:167–84.
- Molitch ME. Diagnosis and treatment of pituitary adenomas: a review. *JAMA* 2017;317:516–24.
- Loeffler JS, Shih HA. Radiation therapy in the management of pituitary adenomas. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96:1992–2003.
- Kanner AA, Corn BW, Greenman Y. Radiotherapy of nonfunctioning and gonadotroph adenomas. *Pituitary* 2009;12:15–22.
- Balboni TA, Gobeze R, Mamon HJ. Heterotopic ossification: pathophysiology, clinical features, and the role of radiotherapy for prophylaxis. *Int J Radiation Oncol Biol Phys* 2006;65:1289–99.
- Pakos EE, Ioannidis JPA. Radiotherapy vs. nonsteroidal anti-inflammatory drugs for the prevention of heterotopic ossification after major hip procedures: a meta-analysis of randomized trials. *Int J Radiation Oncol Biol Phys* 2004;60:888–95.
- Berger B, Ganswindt U, Bamberg M, ym. External beam radiotherapy as postoperative treatment of diffuse pigmented villonodular synovitis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007;67:1130–4.
- Kasper B, Baumgarten C, García J, ym. An update on the management of sporadic desmoid-type fibromatosis: a European Consensus Initiative between Sarcoma Patients EuroNet (SPAEN) and European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC)/Soft Tissue and Bone Sarcoma Group (STBSG). *Ann Oncol* 2017;28:2399–408.
- Janssen ML, van Broekhoven DLM, Cates JMM, ym. Meta-analysis of the influence of surgical margin and adjuvant radiotherapy on local recurrence after resection of sporadic desmoid-type fibromatosis. *Br J Surg* 2017;104:347–57.
- Keus RB, Nout RA, Blay JY, ym. Results of a phase II pilot study of moderate dose radiotherapy for inoperable desmoid-type fibromatosis—an EORTC STBSG and ROG study (EORTC 62991–22998). *Ann Oncol* 2013;24:2672–6.
- Liu EK, Cohen RF, Chiu ES. Radiation therapy modalities for keloid management: a critical review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2022;75:2455–65.
- Dobs A, Darkes MJM. Incidence and management of gynecomastia in men treated for prostate cancer. *J Urol* 2005;174:1737–42.
- Viani GA, Bernardes Da Silva LG, Stefanò EJ. Prevention of gynecomastia and breast pain caused by androgen deprivation therapy in prostate cancer: tamoxifen or radiotherapy? *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, julkaistu verkossa 15.7.2012. DOI:10.1016/j.ijrobp.2012.01.036.
- Micke O, Seegenschmiedt MH. Radiotherapy in painful heel spurs (plantar fasciitis)—results of a national patterns of care study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004;58:828–43.
- Kadhun M, Smock E, Khan A, ym. Radiotherapy in Dupuytren's disease: a systematic review of the evidence. *J Hand Surg Eur Vol* 2017;42:689–92.