

Anu Suominen, Suvi Larjavaara, Anna-Stina Jääskeläinen ja Virve Pentikäinen

Lasten sädehoidon erityispiirteet

Sädehoito kuuluu kiinteänä osana lasten syöpähoitoon, ja noin 24 % potilaista saa sädehoitoa. Hoitoa toteutetaan tiiviissä yhteistyössä lasten onkologioiden ja lasten sädehoitoon erikoistuneiden lääkäreiden kanssa kaikissa yliopistosairaaloissa. Sädehoidon pitkäaikaishaittavaikutukset ovat lapsipotilaiden kannalta merkittävässä asemassa. Vaikka 80–90 % lapsena syöpään sairastuneista on nykyisten syöpähoitojen avulla elossa viiden vuoden kuluttua diagnoosista, kahdella kolmesta sädehoitoa lapsuudessaan saaneesta on pitkäaikaishaittoja. Merkittävimpiä ovat pään alueen sädehoidossa neurokognitiiviset ja hormonaaliset myöhäisvaikutukset sekä vartalon alueen sädehoidossa hedelmällisyyteen, sydämeen, verisuoniin ja luustoon kohdistuvat myöhäisvaikutukset. Lisäksi sädehoitoa saaneilla on suurentunut sekundaaristen syöpien riski. Vaikka nykyaikaisilla sädehoitomenetelmillä pystytään yhä enemmän suojaamaan terveitä kudoksia, on tärkeää järjestää myöhäisvaikutusseuranta.

Vuosittain Suomessa sairastuu syöpään noin 150 lasta. Nykyhoitojen avulla 80–90 % lapsena syöpään sairastuneista on elossa viiden vuoden kuluttua diagnoosista. Paikallista sädehoitoa voidaan antaa lapsille kiinteiden kasvainten hoidossa osana leikkauksen, sädehoidon ja solunsalpaajahoidon sisältävää yhdistelmähoitoa sekä palliatiivisena hoitona.

Hoitojen myöhäishaitat kohdistuvat moniin elinryhmiin. Pienten lasten kehittyvä keskushermosto on erityisen herkkä vaurioitumaan. Koko keskushermoston alueelle annetun sädehoidon haitat ovat merkittävimpiä, joskin myös pelkän kirurgisen hoidon jälkeen saattaa ilmaantua kognitiivisia myöhäisvaikutuksia.

Potilaita ja heidän perheitään voidaan neuvoa olemaan yhteydessä Sylva ry -järjestöön, joka on syöpään sairastuneiden lasten, nuorten, nuorten aikuisten ja läheisten oma yhteisö. Järjestö tarjoaa käytännön tietoa, vertaistukea, tapahtumia ja edunvalvontaa valtakunnallisesti.

Sädehoidon tavallisimmat kohteet

Lasten yleisin syöpätyyppi on leukemia, joka käsittää noin kolmasosan lasten uusista syövästä. Sädehoito kuuluu leukemian hoitoon vain

erityistapauksissa. Koko aivojen sädehoito on joskus harvoin tarpeen keskushermostoon uusiutuneen leukemian hoidossa. Lisäksi kehon sädehoitoa voidaan antaa osana allogeenisen kantasolusiirtohoidon esihoitoa.

Aivokasvaimet ovat lasten toiseksi yleisin syöpätyyppi, ja Suomessa todetaan niitä vuosittain noin 40. Lapsuusiän tavallisimmat aivokasvaimet ovat matalan pahanlaatuisuusasteen gliooma, medulloblastooma, ependymooma sekä harvinaisemmat korkean pahanlaatuisuusasteen glioomat. Sädehoito kuuluu kaikkien edellä mainittujen aivokasvainten ensilinjan hoitoon yli 3–5-vuotiailla lapsilla, lukuun ottamatta matalan pahanlaatuisuusasteen glioomaa. Koko keskushermoston kattavaa kraniospinaalista sädehoitoa tarvitaan tiettyjen aivokasvainten hoidossa.

Lymfooma on lasten kolmanneksi yleisin syöpätyyppi. Sädehoitoa käytetään sen hoidossa, mikäli vaste lääkehoitoon on riittämätön. Ewingin sarkoomassa, toisin kuin osteosarkoomassa, sädehoito kuuluu yleensä kiinteästi ensilinjan hoitoon. Nefroblastooman eli Wilmsin kasvaimen hoidossa annetaan sädehoito, mikäli kasvain on levinnyt. Keskushermoston ulkopuolisten itusolukasvainten hoidossa ei yleensä tarvita sädehoitoa, toisin kuin keskushermoston

ton kasvainten hoidossa. Kilpirauhassyöpää saattaa esiintyä jo teini-ikästä alkaen. Tyypillisesti jäännöskilpirauhaskudos hoidetaan radiojodiablaatiolla, joka on yksi sädehoidon modaaliteetti.

Lapsen sädehoitoa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon mahdolliset perinnölliset syöpäherkkyysoireyhtymät, kuten Li–Fraumenin oireyhtymä, perinnöllinen retinoblastooma tai tyypin 1 neurofibromatoosi, sekä lisääntynyt herkkyys sädehoidolle.

Hoito

Hoidon suunnittelu. Perheen osa sädehoidon toteutuksessa on ensiarvoisen tärkeä. Lapsen sairastuminen syöpään koskettaa koko perhettä, ja syövän hoidossa on huomioitava perheen tilanne. Lapsen on hyvä saada tietoa omasta sairaudestaan ikä- ja kehitystasonsa mukaisesti. Pienetkin lapset vaistoavat vanhempiensa huolen, ja asioista on hyvä puhua avoimesti, jotta luodaan turvallinen ilmapiiri. Lapsen hoitotiimin kuuluu alusta alkaen lääkäreiden ja hoitajien lisäksi ryhmä erityistyöntekijöitä mukaan lukien sosiaalityöntekijä sekä psykologi yksilöllisen tarpeen mukaan. Lasten sädehoidot toteutetaan useimmiten poliklinisesti arkipäivisin. Tarvittaessa anestesia tai sädehoidon kanssa samanaikaisesti annettava suonensisäinen solunsalpaajalääkitys toteutetaan päiväsairalassa. Kokonaisuutena hoito voi kestää useita viikkoja.

Lapsen valmistelu. Lapselle on hyvä kertoa etukäteen, mitä sädehoidossa tapahtuu ja mitä häneltä odotetaan. Aivojen sädehoitoa varten lapselle muotoillaan muovinen pään muotti, joka pitää pään paikoillaan hoidon aikana. Nuorimmat lapsipotilaat tarvitsevat sädehoidon ajaksi anestesian. Anestesian tarve arvioidaan yksilöllisesti, mutta useimmiten noin kuusivuotiaat pärjäävät jo ilman anestesiaa. Lapset voivat ottaa mukaansa oman unilulun ja mielimusiikkiaan. Jokaiselle hoitokerralle tarvitaan mukaan anestesia-ääkäri ja -hoitaja.

Lasten täytyy olla ravinnotta vähintään kuusi tuntia ennen anestesiaa, ja he saattavat tarvita myös esilääkkeen sekä pahoinvointilääkkeen ennen anestesiaa. Sädehoidon ajan lapsen vointia seurataan valvontahuoneesta kameran,

mikrofonin ja monitorin avulla. Sädehoidon jälkeen lapsi voi lähteä kotiin, mikäli hoito on annettu lapsen hereillä ollessa eikä hän ole osastohoidossa. Anestesian turvin annetun sädehoidon jälkeen lapsi kuljetetaan päiväsairalaan heräämään.

Protonihoito on yleistynyt lasten sädehoidon muotona, koska sillä saadaan useimmiten rajatuksi tervekudosannos paremmin kuin fotonihoidossa. Protonihoidon vaatima turvamarginaali on säteilybiologisten ominaisuuksien takia kuitenkin laajempi kuin fotonihoidossa, ja hyvin pienikokoisten hoitokohteiden yhteydessä fotoneilla saatetaan päästä tervekudosten kannalta edullisempaan lopputulokseen. Kraniospinaalisessa sädehoidossa protonihoidolla voidaan suojata lähes täysin sydän, keuhkot, vatsan sisäelimet ja sukuelimet sekä myös osittain sisäkorvat, aivolisäke ja oleellisia kognitiivisia alueita.

Protonihoitojen jälkeisestä paremmasta kognitiivisten toimintojen säilymisestä seurannassa on saatu lupaavia tutkimustuloksia verrattuna fotonihoidettuihin potilaisiin, ja aivokasvaimen protonihoidon saaneiden lasten älykkyysosamäärä on ollut seurannassa parempi kuin fotonihoidon saaneiden (1–3).

HUS:n sädehoito-osastolla ja Uuden lastensairaalan veri- ja syöpätautien yksikössä on linjattu, että kaikille alle kymmenvuotiaille kraniospinaalista kuratiivista sädehoitoa saaville potilaille suositellaan protonihoitoa. Lisäksi hoitoa annetaan kaikille pediatriisille potilaille, joilla paikallinen kasvainalueen sädehoito johtaa merkittävästi pienempään terveiden kudosten sädeannokseen käytettäessä protonihoitoa. Palliatiivinen sädehoito on pediatrien potilaiden protonihoidon vasta-aihe.

Päätös sädehoidon modaaliteetin suosituksesta tehdään potilaskohtaisesti lasten moniammatillisessa tuumorikokouksessa. HUS:n lapsipotilaat lähetetään nykyisin protonihoitoon Saksaan Essenin protonihoitokeskukseen. Suomessa ei ole protoneihin perustuvaa sädehoitoa eikä protonikeskuksen pystyttäminen lähitulevaisuudessa ole suunnitteilla. Pohjoismaissa on protonihoitokeskukset Ruotsissa Uppsalassa ja Tanskassa Aarhusissa. Norjaan suunnitellaan kahta protonikeskusta Osloon ja Bergeniin.

Lapsuudessa annetun sädehoidon myöhäisvaikutukset

Lapsena tai nuorena syöpähoitoja saaneita henkilöitä on väestössä yhä enemmän. Vain noin kolmannes heistä selviää ilman myöhäisvaikutuksia (4). Myöhäisvaikutukset ilmaantuvat yli 3–6 kuukautta hoitojen päättymisestä ja esiintyvät sädehoidetuilla alueilla. Myöhäisvaikutukset pahenevat ajan myötä eivätkä parane, koska sädehoidon aiheuttamat vauriot etenevät. Sädehoitoa suunniteltaessa otetaan aina huomioon sädehoitoalueella tai sen läheisyydessä sijaitsevat elimet, joihin riski kohdistuu, ja niiden saama sädehoitoannos pyritään minimoimaan.

Lasten syöpähoitojen jatkuva tieteellinen tutkimus ja uudet lääkeshoidot ovat mahdollistaneet sädeannosten pienentämisen useissa lasten syöpähoito-ohjelmissa ja vähentäneet näin myöhäisvaikutuksiakin. Sädehoidon annosvaikutus myöhäisvaikutuksiin lasten osalta esitetään **TAULUKOSSA**.

Hormonaaliset vaikutukset. Pään, kaulan ja kehon sädehoitoon liittyy kasvuhormonivajauksen riski. Jos hypofyyssi altistuu yli 30 Gy:n kumulatiivisille sädeannoksille, kasvuhormonivajaus on tavallista (5,6). Myös 18–24 Gy:n annoksilla vajaus voi kehittyä hitaasti. Kasvuhormonivajauksesta esiintyy aivokasvaimen sairastaneista potilaista 25–35 %:lla. Kasvuikässä kasvun ongelmina ilmenevää kasvuhormonivajauksesta hoidetaan kasvuhormonihoidolla. Aikuisuudessa hormonihoitoa saatetaan tarvita parantamaan elämänlaatua ja korjaamaan metabolisia ongelmia.

Hypofyyysin altistuminen sädehoidolle voi johtaa myös gonadotropiinin erityksen vajeeseen ja sitä kautta murrosiän kehityksen häiriöihin, sukuhormonien erityksen vähentymiseen ja hedelmättömyyteen (5). Kortikotropiinin (ACTH) erityksessä voi heikentyä, mistä voi seurata kortisolinerityksen vajaus (5). ACTH-vajetta esiintyy noin 22 %:lla aivokasvaimesta parantuneista potilaista (5). Kilpirauhasen vajaatoiminta saattaa kehittyä hypofyyysin altistuttua sädehoidolle tyreotropiinin erityksen heikennyttyä (7). Kilpirauhasen vajaatoimintaa ilmenee 19–33 %:lla aivokasvaimesta parantuneista (7).

Sukurauhaset ja hedelmällisyys. Munasarjoihin kohdistuva sädehoito voi vaurioittaa munasarjoja ja johtaa murrosiän viivästymiseen tai ennenaikaisiin vaihdevuosiin ja hedelmällisen ajan päättymiseen normaalia aiemmin (6,8). Yli 20 Gy:n sädehoito munasarjojen alueelle on useimmiten sekä lasten että nuorten aikuisten osalta steriloiva. Kohtuun osunut sädehoito voi vaikuttaa kohdun kasvuun sekä lisätä keskenmenon ja ennenaikaisen synnytyksen riskiä (9).

Kiveksiin saatu yli 6 Gy:n sädehoito aiheuttaa useimmiten pysyvän vaurion siittiötuotannon kantasoluihin, mutta hidaskasvu voi olla mahdollista vuosikymmenien seurannassa. Yli 12 Gy:n sädeannos kiveksiin on yleensä steriloiva, mutta poikien murrosiän kehitys ja testosteronituotanto säilyvät yleensä normaaleina (6,10).

Neurokognitiiviset myöhäisvaikutukset. Pään alueen sädehoito erityisesti varhaislapsuudessa voi aiheuttaa neurokognitiivisia myöhäisvaikutuksia, joista tavallisimpia ovat älykkyyssosamäärän pieneneminen, oppimisvaikeudet, puheen- ja toiminnanohjauksen vaikeudet sekä muistin ja tarkkaavuuden häiriöt (11–13). Riskiä lisäävät kasvaimen sijainti pikkuaivoteltan alapuolella, laaja sädehoitoalue ja suuret sädeannokset. Koko aivojen sädehoito on kaikkein vaurioittavin. Neurokognitiiviset myöhäisvaikutukset saattavat edetä iän myötä entisestään, mikä liittyy toisaalta sädehoidon suoriin vaikutuksiin sekä toisaalta siihen, että nuoren kyky oppia uusia asioita voi olla rajoittunut, vaikka aiemmin opitut taidot eivät olisi-kaan kärsineet (13).

Vaikutukset kuuloon ja näköön. Pään sädehoito voi vaurioittaa kuuloa sekä vaikuttaa näkökykyyn. Solunsalpaajien aiheuttama kuulovaurio todetaan useimmiten hoidon aikana, mutta kuulon heikkenemistä esiintyy myös uutena oireena hoitojen jo päätyttyä (14,15). Kuulovaurion riski on suuri, kun käytetään yli 30 Gy:n sädeannoksia yhdessä solunsalpaajahoidon kanssa ja yli 45 Gy:n sädehoitoa yksinään (16,18).

Poikkeava näöntarkkuus tai näkökenttäpuutos todettiin noin yhdellä kuudesta lapsena aivokasvaimen sairastaneesta (17). Kasvain ja

TAULUKKO. Säteihoidon annosvaikutus myöhäishaittoihin lasten osalta (38).

Elinryhmä	Riskiä lisäävä sädehoitoannos	Haittavaikutukset	Muut riskitekijät
Hypofyysi	> 30 Gy (> 18 Gy)	Kasvuhormonivajaus Ennenaikainen murrosikä LH- tai FSH-vajaus TSH-vajaus ACTH-vajaus	–
Sukurauhaset	> 20 Gy (munasarjat) > 6–12 Gy (kivekset)	Viivästynyt murrosikä, premenopausi, hedelmättömyys Siittiötuotannon vaurio, hedelmättömyys	Alkyloivat solunsalpaajat
Keskushermosto	> 18 Gy > 60 Gy	Kognitiiviset ongelmat Isojen verisuonten aivoinfarktit	Nuori ikä diagnoosiaikaan Suuret metotreksaattiannokset
Kuulo ja näkö	> 2 Gy (linssi) > 40 Gy (verkkokalvo tai näköhermo) > 30–45 Gy	Kaihi, glaukooma Näön heikkeneminen Kuulovaurio	Solunsalpaajat (platinajohdokset)
Sydän- ja verisuonitaudit	> 35 Gy > 15 Gy + antrasykliinien kanssa > 100 mg/m ²	Sydämen vajaatoiminta Kardiomyopatia Sydänlihaksen infektio, johtumishäiriö tai läppävaurio	Diabetes Verenpaine Lihavuus Tupakointi
Keuhkot	> 12–14 Gy	Keuhkofibroosi Keuhkojen toiminnanvajaus	Solunsalpaajahoido (bleomysiini, CCNU, metotreksaatti)
Munuaiset	> 20 Gy > 15 Gy solunsalpaajien kanssa	Munuaisten vajaatoiminta (GFR:n pieneneminen)	Platinapohjainen solunsalpaajahoido, ifosfamidi, metotreksaatti
Maksa ja suoli	> 40–50 Gy > 30 Gy	Enteriitti Suolen fibroosi Maksan vajaatoiminta	Doksorubisiini, daktinomysiini
Tuki- ja liikuntaelimistö Kasvu ja kehitys	> 20 Gy > 18–20 Gy > 40–50 Gy	Lihashypoplasia Selkäytimen kasvuhäiriö Osteonekroosi tai murtuma	Suuremmat sädehoidetut alueet

ACTH = adrenokortikotrooppinen hormoni eli kortikotropiini; CCNU = lomustiini; FSH = follikkelia stimuloiva hormoni; GFR = glomerulusten suodatusnopeus; LH = luteinisoiva hormoni; TSH = kilpirauhasta stimuloiva hormoni eli tyreotropiini

sen aiheuttama painevaikutus ovat tavallisimpia syitä näön poikkeavuuteen, mutta myös sädehoito voi vaikuttaa näkövaurion syntyyn etenkin silmäkuopan alueen sädehoidossa. Linsseihin kohdistunut sädehoito altistaa kaihille ja glaukoomalle. Näön heikkenemisen riski suurenee, kun verkkokalvolle ja näköhermon alueelle kohdistuu suurempi sädeannos (17).

Sydän- ja verisuonitaudit. Rintakehän sädehoidon saaneilla on lisääntynyt sydämen vajaatoiminnan riski. Sydämen kaikukuvausta suositellaan viiden vuoden välein kaikille potilaille, jotka ovat saaneet yli 35 Gy:n sädeannoksen sydämen alueelle (19). Jo yli 15 Gy:n sädehoidon jälkeen seurantaa suositellaan, jos potilas on lisäksi saanut solunsalpaajahoi-

toa, jossa sydäntoksisten antrasykliiniryhmän solunsalpaajien kumulatiivinen annos on yli 100 mg/m². Syöpähoitoja saaneet naiset, joilla raskauden alkuvaiheessa todetaan oireeton vasemman kammion toiminnan heikkeneminen, tarvitsevat kardiologin seurantaa raskauden ja synnytyksen aikana.

Sädehoitoon liittyy aikaistunut verisuonten vanheneminen ja ateroskleroosin kehittymisen riski (20). Suonimuutoksia havaitaan tavallisimmin sädetetyillä alueilla, mutta muutoksia on havaittu myös sädehoitokentän ulkopuolella (21). Sädehoidon saaneiden potilaiden sydän- ja verisuonitautien riskitekijöiden kartoitukseen on syytä kiinnittää erityistä huomiota ja ohjata heitä terveellisiin elintapoihin.

Metabolinen oireyhtymä. Pään sädehoidon jälkeen ylipaino on yleistä aikuisiässä, ja normaalipainoistenkin glukoosi- ja rasva-aineenvaihdunta saattaa muistuttaa ylipainoisten aineenvaihduntaa (22). Kantasolusiirtojen jälkeen kehon sädehoito selittää osittain glukoosi-aineenvaihdunnan häiriöitä vähentämällä lihasmassaa ja muuttamalla elimistön rasvajakaumaa (23). Vatsan alueelle osunut sädehoito saattaa myös heikentää haiman insuliinintuotantoa.

Keuhkoihin kohdistunut sädehoito etenkin yhdessä solunsalpaajahoitojen kanssa voi altistaa sädepnemoniitille, ja fibroosi sekä interstiaalinen pneumonia ovat mahdollisia. Useimmiten keuhko-ongelmat ovat kuitenkin lieviä ja pääasiassa restriktiivisiä.

Munuaiset, maksa ja suoli. Munuaisten saama sädeannos etenkin solunsalpaajahoitoon yhdistettynä voi aiheuttaa munuaisten glomerulusten ja tubulusten vaurioita, mutta hoitojen jälkeen vaurio ei yleensä enää etene (24). Munuaisten alueelle osunut sädehoito voi myöhemmin altistaa verenpaineen nousulle (25). Verenpaineen säännöllinen seuranta ja hoidon aloittaminen herkästi on tärkeää.

Maksan alueelle kohdistuneen yli 30 Gy:n sädeannoksen jälkeen maksan vajaatoiminnan esiintyvyys on noin 13 % (16). Suoleen kohdistuneen yli 40–50 Gy:n sädeannoksen jälkeen enteriitin ja suolen fibroosin tai kaventumisen riski on suurentunut (26).

Luusto. Selkärankaan ja nikamien kasvulevyihin kohdistunut sädehoito johtaa lyhyempään aikuispituuteen. Luun sädevaurio altistaa myös osteoporoosille (27). Luuntiheyteen vaikuttavat myöhemmin myös pään sädehoidon myöhäisvaikutuksina ilmenevät aikuisiän hormonipuutokset (28). Luuston kliininen tila ja mahdollinen skolioosi tulee tarkistaa vuosittain potilailta, jotka ovat saaneet sädehoitoa selkärangan alueelle.

Sekundaarinen syöpä. Lapsuuden syövästä parantuneilla on yli kaksinkertainen riski sairastua uuteen syöpäkasvaimen 40 vuoden ikään mennessä. Sädehoito lisää syöpäriskiä annosvasteisesti. Sädehoidon saaneiden potilaiden rintasyövän, pahanlaatuisen aivokasvaimen, kilpirauhassyövän ja luusyövän riski on jopa viisinkertainen muuhun väestöön verrat-

Ydinasiat

- ▶ Alle neljävuotiaiden ja ehdottomasti alle yksivuotiaiden keskushermoston sädehoitoa pyritään välttämään haitallisten myöhäisvaikutusten vuoksi.
- ▶ Protonihoitoa fotonihoidon sijaan tulee harkita lasten sädehoitoa ja erityisesti alle kymmenvuotiaiden kraniospinaalihoitoa suunniteltaessa.
- ▶ Yli 30 Gy:n kumulatiivinen sädehoito hypofyysin alueelle johtaa todennäköisesti hypofyysihormonien vajaukseen.

tuna (29). Riskiä lisäävät nuori ikä sädetuksen aikaan ja geneettinen herkkyys.

Sekundaarikasvaimet ilmaantuvat yleensä yli kymmenen vuotta syöpähoitojen jälkeen, ja ilmaantuminen jatkuu vielä 30 vuotta hoidon päättymisestä. Leukemiapotilaiden meningeoomien lisääntyminen on havaittu vuosikymmenten kuluttua profylaktisen koko aivojen sädehoidon saamisesta (30,31). Sekundaariset leukemiat ilmaantuvat sekundaarisia kiinteitä kasvaimia aiemmin, vain muutaman vuoden kuluttua syöpähoitosta.

Säännöllistä rintasyöpäseulontaa suositellaan kaikille niille, joiden rinta on altistunut yli 20 Gy:n sädehoidolle alle 30 vuoden iässä (32). Säännöllinen vuosittainen rintasyöpäseulonta aloitetaan 25 vuoden iässä tai kun sädehoidosta on kulunut vähintään kahdeksan vuotta. Seuranta järjestetään nuorten aikuisten myöhäisseurantapoliklinikoiden kautta.

Psykososiaaliset tekijät. Lapsena syövän sairastaneiden elämänlaadun on todettu olevan huonompi kuin terveiden verrokkien niin fyysisen ja psyykkisen hyvinvoinnin kuin sosiaalisten suhteidenkin osalta (33,34). Avioituminen ja lasten hankkiminen on harvinaisempaa sisaruksiin verrattuna (35). Lapsena aivokasvaimen sairastaneilla on todettu enemmän oppimisvaikeuksia ikäisiinsä verrattuna, ja heillä on enemmän vaikeuksia työllistymisessä verrattuna muiden elinryhmien syövän sairastaneisiin (36,37). Työikäisistä lapsena aivokasvaimen sairastaneista on eläkkeellä noin 20 %, kun nor-

maaliväestössä samanikäisten eläkkeellä olevien osuus on alle 3 % (37).

Lopuksi

Sädehoito kuuluu useisiin kiinteiden kasvainten hoito-ohjelmiin. Etenkin nuorimpien lasten keskushermoston sädehoitoa pyritään välttämään. Erityisesti alle vuoden ikäisten keskushermoston sädehoitoa pyritään välttämään täysin, ja tehtäessä hoitosuunnitelmaa alle viisivuotiaille harkitaan mahdollisia muita vaihtoehtoja. Hoidot suunnitellaan aina mahdollisimman yksilöllisesti. Lasten sädehoidon suunnittelussa tulee muistaa huomioida lapsen

ikä ja kehitystaso, joiden perusteella arvioidaan myös anestesian tarve.

Kaikille syöpähoitoja saaneille lapsille kuuluu säännöllinen myöhäisvaikutusten seuranta murrosiän yli, jonka jälkeen heidät siirretään aikuispuolen myöhäisseurantapoliklinikkaan. Heille ohjelmoidaan yksilölliset seurantasuositukset annettujen syöpähoitojen mukaisesti ja tehdään tarvittavat lähetteet erikoissairanhoidon seurantaan. Nuoret aikuiset ohjataan lisäksi työterveyshuoltoon, opiskelijaterveydenhuoltoon tai perusterveydenhuoltoon, missä jatkoseuranta tulisi toteuttaa potilaalle laaditun seurantaohjeen mukaisesti. ■

ANU SUOMINEN, LT, lastentautien sekä lastenhematologian ja -onkologian erikoislääkäri
HUS, Uusi lastensairaala, lasten veri- ja syöpätaudit ja kantasolusiirrot

SUVI LARJAVAARA, LT, syöpätautien erikoislääkäri
HUS, Syöpäkeskus, sädehoito-osasto

ANNA-STINA JÄÄSKELÄINEN, syöpätautien ja sädehoidon erikoislääkäri
HUS, Syöpäkeskus, sädehoito-osasto

VIRVE PENTIKÄINEN, LT, lastentautien sekä lastenhematologian ja -onkologian erikoislääkäri
HUS, Uusi lastensairaala, lasten veri- ja syöpätaudit ja kantasolusiirrot

TEEMAN TOIMITTAJAT

Anu Anttonen, Liisa Porra ja Riikka Nevala

SIDONNAISUUDET

Anu Suominen: Ei sidonnaisuuksia

Suvi Larjavaara: Ei sidonnaisuuksia

Anna-Stina Jääskeläinen: Ei sidonnaisuuksia

Virve Pentikäinen: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Bayer Oy, AstraZeneca), luottamustoimet (Nordic Society of Paediatric Haematology and Oncology (NOPHO)), muut sidonnaisuudet (Bayer Oy, kliininen tutkimus)

KIRJALLISUUTTA

- Kahalley LS, Douglas Ris M, Mahajan A, ym. Prospective, longitudinal comparison of neurocognitive change in pediatric brain tumor patients treated with proton radiotherapy versus surgery only. *Neuro Oncol* 2019;21:809–18.
- Antonini TN, Ris MD, Grosshans DR, ym. Attention, processing speed, and executive functioning in pediatric brain tumor survivors treated with proton beam radiation therapy. *Radiother Oncol* 2017;124:89–97.
- Greenberger BA, Pulsifer MB, Ebb DH, ym. Clinical outcomes and late endocrine, neurocognitive, and visual profiles of proton radiation for pediatric low-grade gliomas. *Int J Radiat Oncol* 2014;89:1060–8.
- Geenen MM, Cardous-Ubbink MC, Kremer LCM, ym. Medical assessment of adverse health outcomes in long-term survivors of childhood cancer. *JAMA* 2007;297:2705.
- van Kalsbeek RJ, van der Pal HJH, Kremer LCM, ym. European PanCareFollowUp Recommendations for surveillance of late effects of childhood, adolescent, and young adult cancer. *Eur J Cancer* 2021;154:316–28.
- van Iersel L, Mulder RL, Denzer C, ym. Hypothalamic-pituitary and other endocrine surveillance among childhood cancer survivors. *Endocr Rev* 2022;43:794.
- Madanat LMS, Lähteenmäki PM, Hurme S, ym. Hypothyroidism among pediatric cancer patients: A nationwide, registry-based study. *Int J Cancer* 2007;122:1868–72.
- Vatänen A, Wilhelmsson M, Borgstrom B, ym. Ovarian function after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation in childhood and adolescence. *Eur J Endocrinol Eur Fed Endocr Soc* 2013;170:211–8.
- van Dorp W, Mulder RL, Kremer LCM, ym. Recommendations for premature ovarian insufficiency surveillance for female survivors of childhood, adolescent, and young adult cancer: a report from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group in collaboration with the PanCareSurFup Consortium. *J Clin Oncol* 2016;34:3440–50.
- Skinner R, Mulder RL, Kremer LC, ym. Recommendations for gonadotoxicity surveillance in male childhood, adolescent, and young adult cancer survivors: a report from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group in collaboration with the PanCareSurFup Consortium. *Lancet Oncol* 2017. DOI:10.1016/S1470-2045(17)30026-8.
- Aarsen FK, Paquier PF, Arts WF, ym. Cognitive deficits and predictors 3 years after diagnosis of a pilocytic astrocytoma in childhood. *J Clin Oncol* 2009;27:3526–32.
- Pietilä S, Korpela R, Lenko HL, ym. Neurological outcome of childhood brain tumor survivors. *J Neurooncol* 2012;108:153–61.
- Reimers TS, Mortensen EL, Schmiegelow K. Memory deficits in long-term survivors of childhood brain tumors may primarily reflect general cognitive dysfunctions. *Pediatr Blood Cancer* 2007;48:205–12.
- Whelan KF, Stratton K, Kawashima T, ym. Ocular late effects in childhood and adolescent cancer survivors: a report from the childhood cancer survivor study. *Pediatr Blood Cancer* 2010;54:103–9.
- Clemens E, van den Heuvel-Eibrink MM, Mulder RL, ym. Recommendations for ototoxicity surveillance for childhood, adolescent, and young adult cancer survivors: a report from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group in collaboration with the PanCare Consortium. *Lancet Oncol* 2019. DOI:10.1016/S1470-2045(18)30858-1.
- Hudson MM, Ness KK, Gurney JG, ym. Clinical ascertainment of health outcomes among adults treated for childhood cancer. *JAMA* 2013;309:2371.
- Pietilä S, Lenko HL, Oja S, ym. Electroretinography and visual evoked potentials in childhood brain tumor survivors. *J Child Neurol* 2016;31:998–1004.
- Bhandare N, Jackson A, Eisbruch A, ym. Radiation therapy and hearing loss. *Int J Radiat Oncol* 2010;76:50–7.
- Armenian SH, Hudson MM, Mulder RL, ym. Recommendations for cardiomyopathy surveillance for survivors of childhood cancer: a report from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group. *Lancet Oncol* 2015. DOI:10.1016/S1470-2045(14)70409-7.
- Vatänen A, Sarkola T, Ojala TH, ym. Radiotherapy-related arterial intima thickening and plaque formation in childhood cancer survivors detected with very-high resolution ultrasound during young adulthood. *Pediatr Blood Cancer* 2015;62:2000–6.
- Haddy N, Mousannif A, Tukenova M, ym. Relationship between the brain radiation dose for the treatment of childhood cancer and the risk of long-term cerebrovascular mortality. *Brain* 2011;134:1362–72.
- Hsu EA, Miller JL, Perez FA, ym. Oxytocin and naltrexone successfully treat hypothalamic obesity in a boy post-craniopharyngioma resection. *J Clin Endocrinol Metab* 2018;103:370–5.
- Vatänen A, Hou M, Huang T, ym. Clinical and biological markers of premature aging after autologous SCT in childhood cancer. *Bone Marrow Transplant* 2017;52:600–5.
- Mulder RL, Knijnenburg SL, Geskus RB, ym. Glomerular function time trends in long-term survivors of childhood cancer: a longitudinal study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2013;22:1736–46.
- Kooijmans ECM, van der Pal HJH, Pluijm SMF, ym. Hypertension in long-term childhood cancer survivors after treatment with potentially nephrotoxic therapy; DCCSS-LATER 2: renal study. *Eur J Cancer* 2022;172:287–99.
- Goldsby R, Chen Y, Raber S, ym. Survivors of childhood cancer have increased risk of gastrointestinal complications later in life. *Gastroenterology, julkaistu verkossa 17.3.2011*. DOI:10.1053/j.gastro.2011.01.049.
- Remes TM, Arikoski PM, Lähteenmäki PM, ym. Bone mineral density is compromised in very long-term survivors of irradiated childhood brain tumor. *Acta Oncol* 2018;57:665–74.
- van Atteveld JE, Mulder RL, van den Heuvel-Eibrink MM, ym. Bone mineral density surveillance for childhood, adolescent, and young adult cancer survivors: evidence-based recommendations from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2021;9:622–37.
- Clement SC, Kremer LCM, Verburg FA, ym. Balancing the benefits and harms of thyroid cancer surveillance in survivors of Childhood, adolescent and young adult cancer: recommendations from the international Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group in collaboration with the PanCareSurFup Consortium. *Cancer Treat Rev* 2018;63:28–39.
- Walter AW, Hancock ML, Pui CH, ym. Secondary brain tumors in children treated for acute lymphoblastic leukemia at St Jude Children's Research Hospital. *J Clin Oncol* 1998;16:3761–7.
- Strojan P, Popović M, Jereb B. Secondary intracranial meningiomas after high-dose cranial irradiation: report of five cases and review of the literature. *Int J Radiat Oncol* 2000;48:65–73.
- Mulder RL, Hudson MM, Bhatia S, ym. Updated breast cancer surveillance recommendations for female survivors of childhood, adolescent, and young adult cancer from the International Guideline Harmonization Group. *J Clin Oncol* 2020;38:4194–207.
- Devine KA, Christen S, Mulder RL, ym. Recommendations for the surveillance of education and employment outcomes in survivors of childhood, adolescent, and young adult cancer: a report from the International Late Effects of Childhood Cancer Guideline Harmonization Group. *Cancer* 2022;128:2405–19.
- Wengenroth L, Gianinazzi ME, Rueegg CS, ym. Health-related quality of life in young survivors of childhood cancer. *Qual Life Res* 2015;24:2151–61.
- Armstrong GT, Liu Q, Yasui Y, ym. Long-term outcomes among adult survivors of childhood central nervous system malignancies in the Childhood Cancer Survivor Study. *J Natl Cancer Inst* 2009;101:946–58.
- Lähteenmäki PM, Harila-Saari A, Pukala EI, ym. Scholastic achievements of children with brain tumors at the end of comprehensive education: a nationwide, register-based study. *Neurology* 2007;69:296–305.
- Ahomäki R, Harila-Saari A, Matomäki J, ym. Non-graduation after comprehensive school, and early retirement but not unemployment are prominent in childhood cancer survivors – a Finnish registry-based study. *J Cancer Surviv* 2017;11:284–94.
- Palmer JD, Hall MD, Mahajan A, ym. Radiotherapy and late effects. *Pediatr Clin North Am* 2020;67:1051–67.