

## Säteilyn vaikutukset sikiöön

*Ylilääkäri Wendla Paile, STUK*

---

Kehittyvä sikiö on altis säteilyn haittavaikutuksille, koska vilkkaasti jakautuvassa solukossa säteily voi herkästi aiheuttaa solutuhhoa tai perimämuutoksia. Säteilyn vaikutus riippuu säteilyannoksesta, annosnopeudesta sekä raskauden vaiheesta.

Korkea, äkillinen säteilyannos herkässä raskauden vaiheessa voi aiheuttaa sikiön kuoleman, kehityshäiriöitä, henkistä jälkeenjääneisyyttä tai yleistä kasvun hidastumista. Näille suorille vaikutuksille on olemassa säteilyannoksen kynnsarvo, jonka alapuolella vaikutus ei tule esille. Säteily voi myös lisätä sikiön syöpäriskiä tai aiheuttaa perinnöllistä haittaa syntyvän lapsen jälkeläisille. Nämä vaikutukset saavat alkunsa yhdestä muuttuneesta solusta eikä niille ole kynnsarvoa, vaan jokainen pienikin ylimääräinen säteilyannos aiheuttaa pienen lisäriskin.

Altistus on voinut tapahtua jo ennen kuin raskaus on ollut tiedossa. Pari päivää hedelmöityksen jälkeen kehittyvä alkio koostuu vain muutamasta solusta. Yhden solun mutaatio voi silloin periaatteessa johtaa geneettiseen mosaiikkiin ja kehityshäiriöön. Eläinkokeiden perusteella kuitenkin säteilyaltistus näin varhaisessa vaiheessa johtaa ensisijaisesti alkion kuolemaan eikä kehitysvaurioon. Tämä tarkoittaa käytännössä, että raskaus keskeytyy ennen kuin se on kliinisesti alkanutkaan. Hyvin varhaista keskenmenoa ei yleensä edes huomata. Luonto karsii tehokkaasti epäonnistuneet hedelmöitystuotteet, ja arviolta jopa puolet kaikista alkaneista raskauksista keskeytyy jo ennen kuukautisten poisjäämistä, koska kehitys on jostakin syystä menossa vinoon. Jos naiselle on tehty alavatsan röntgentutkimus ja myöhemmin ilmenee, että raskaus olikin alkamassa, ei ole syytä pelkoon. Jos raskaus jatkuu eikä keskenmenoa tule, on lapsi kaiken todennäköisyyden mukaan täysin terve.

Kahden viikon kuluttua hedelmöityksestä (raskausviikolla 4), kun kuukautiset jäävät pois, alkion soluja on jo niin paljon, että satunnainen perimämuutos yhdessä solussa ei pysty johtamaan kehitystä väärään suuntaan. Tästä eteenpäin ainoastaan merkittävä solutuhoo tai muu, moniin soluihin vaikuttava häiriö voi haitata kehitystä. Kehitysvaiheesta riippuu, millainen kehityshäiriö altistuksesta seuraa.

Raskausviikot 5–9 eli *organogeneesi* on vilkkaan kehityksen aikaa, jolloin elimet kehittyvät ja sikiön ulkomuoto muodostuu. Tänä aikana erilaiset ulkoiset tekijät voivat aiheuttaa epämuodostumia ja muita kehityshäiriöitä. Säteily vaurioittaa ensisijaisesti kehittyvää keskushermostoa. Japanin pommituksessa kohdussa altistuneilla epäillään pienipäisyyttä syntyneen joissakin tapauksissa jo 100 mGy:n annoksesta. Vakavampia kehitysvaurioita on kuvattu organogeneesin aikana ainoastaan sädehoidon seurauksena, kun annos on ollut usean grays luokkaa. Tällaisen altistuksen jälkeen syntyvä lapsi on yleensä pienikokoinen ja vakavasti jälkeenjäänyt. Sillä on pieni, pyöreä pää ja usein myös pienet silmät. Joillakin lapsilla on ollut myös muita häiriöitä, kuten harmaakaihia, muita silmämuutoksia, luustomuutoksia tai sukuelinten muutoksia. Kuitenkaan ei ole koskaan kuvattu sellaista säteilyaltistukseen liittyvää kehitysvammaa, johon ei samalla liittyisi myös henkistä jälkeenjääneisyyttä, pienipäisyyttä tai yleistä kasvuhäiriötä. Näitä voidaankin pitää säteilyvamman merkkivaurioina. Jos lapsella ei ole mikään näistä, mahdollista muuta kehityshäiriötä ei tulisi pitää säteilyn aiheuttamana, vaikka raskauden aikana olisi tapahtunut säteilyaltistus.

Organogeneesin jälkeen seuraa *sikiökausi*, joka kestää koko loppuraskauden. Sikiökauden alussa keskushermoston kehitys on vilkasta. Hermosolut jakautuvat ja vaeltavat viimeisen jakautumisen jälkeen lopullisiin paikkoihinsa, joissa ne eivät enää pysty jakautumaan. Jatkossa hermosolut kasvavat kooltaan, niistä kasvaa ulokkeita ja ne muodostavat hermoyhteyksiä naapurisoluihin. Hermosolujen jakautuminen ja vaeltaminen on tarkkaan ohjattu tapahtumasarja, joka on altis säteilyn aiheuttamalle häiriölle. Raskausviikkoina 10–17 keskushermosto vaurioituukin säteilystä kaikkein herkimmin. Suhteellisen alhainen säteilyannos, mahdollisesti jopa alle 100 milligray, voi aiheuttaa pienipäisyyttä ja vähäistä älykkyyden alenemista. Vakavaa henkistä jälkeenjääneisyyttä on todettu Japanin pommituksissa altistuneiden joukossa etenkin niillä, jotka altistuivat yli 0,5 Gy:n annoksille. Raskausviikkoina 18–27 keskushermoston säteilyherkkyys on huomattavasti pienempi; vakavaa jälkeenjääneisyyttä on kuvattu vasta yli 1 grayn annoksen jälkeen. Pienipäisyyttä ei tässä vaiheessa enää ole kuvattu. Loppuraskauden aikana ei ole enää todettu säteilyn aiheuttavan kehityshäiriötä.

Yleinen kasvuhäiriö on mahdollinen seuraus korkeasta säteilyannoksesta kaikissa raskauden vaiheissa. Kynnsarvo on kuitenkin melko korkea.

Sikiö voi saada säteilyaltistuksesta myös satunnaisen haitan. Satunnainen perimämuutos yhdessä solussa missä tahansa sikiökehityksen vaiheessa saattaa luoda solukloonin, jossa syntyy syöpä normaalia helpommin joko lapsuudessa tai myöhemmin sen takia, että ensimmäinen geneettinen askel kohti syöpää on jo otettu. Riski saada syöpä lapsuusiässä raskaudenaikaisen säteilyaltistuksen jälkeen on arvioitu olevan 6 % /Gy. Jos sikiö on saanut 10 mGy, lapsuudenaikaisen syövän riski olisi tämän mukaan 1:1700. Kun ilman säteilyä noin yksi lapsi neljästä sadasta sairastuu syöpään lapsuuden aikana, syöpäriski olisi täten 10 mGy:n annoksen jälkeen neljänneksen korkeampi, ja 40 mGy:n annos raskauden aikana kaksinkertaistaisi lapsuudenaikaisen syövän riskin. Elinikäisen riskin on arvioitu olevan sama kuin lapsuudessa altistuneiden riski eli ylimääräinen syöpäkuolleisuus koko elämän aikana olisi 15 % /Gy. Syöpäriskiin verrattuna perinnöllisten vaikutusten riski on pieni.

Vatsan ja lantion röntgentutkimuksia on vältettävä koko raskauden aikana etenkin lapsen syöpäriskin vuoksi. Useimmiten tutkimus voidaan korvata joko ultraäänitutkimuksella tai magneettikuvauksella. Vähemmän kiireellinen tutkimus voidaan siirtää tehtäväksi synnytyksen jälkeen. Jos tutkimus on kiireellinen eikä sitä voi korvata muulla menetelmällä, se voi kuitenkin olla tärkeä myös sikiön terveyden kannalta. Sen tekemättä jättämisestä saattaa silloin olla sikiölle enemmän haittaa kuin säteilyaltistuksesta.

Raskaana olevan naisen röntgentutkimus, oli se sitten harkittu tai vahingossa, jälkeensä ilmitulleena raskauden aikana tehty, ei koskaan anna aiheutta raskauden keskeytykseen. Sädehoidon kohdalla asia voi olla toisin.

### **Kirjallisuutta:**

- Paile W (toim). Säteilyn terveysvaikutukset, luku 9: Säteily ja raskaus. Säteily- ja ydinturvallisuus 4. Säteilyturvakeskus, Helsinki, 2002.  
[http://www.stuk.fi/julkaisut\\_maaraykset/kirjasarja/fi\\_FI/kirjasarja4/](http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja4/)  
Doll R, Wakeford R. Risk of childhood cancer from fetal irradiation. Br J Radiol 70, 130-139 (1997)