

# Meðganga og geislun

## Inngangur

Ásmundur Brekkan<sup>1</sup>,

Sigurður M. Magnússon<sup>2</sup>

Alþjóðageislavarnaráðið (International Commission on Radiological Protection, ICRP) hefur nýlega gefið út samantekt og leiðbeiningar sem varða læknisfræðilega röntgengeislun og þungun (1). Útkoma leiðbeininganna er tilefni þessarar upprifjunar og samantektar um efnið í samræmi við ríkjandi viðhorf.

Ætla má, að læknar og annað heilbrigðisstarfsfólk séu almennt vel upplýst um líffræðilegar áhættur tengdar jónandi geislun, en með síaukinni fræðslu til almennings um heilsutengd efni, í skólum og fjölmiðlum, er hætt við að upp geti komið misskilningur, mistúlkun og ótti vegna myndgreiningarrannsókna og hugsanlegra afleiðinga þeirra. Niðurstöður Alþjóðageislavarnaráðsins eru, að fræðsla til almennings, og einkum kvenna er málið snertir, um stöðu og áhættur sé brýn. Þá er lokaniðurstaða sú, að sennilega hafi áhættur vegna „óhófllegra“ geislaskammta verið ofmetnar í fyrri leiðbeiningum og vinnureglum. Því mælir stofnunin nú með verulegri hækkun þeirra geislaskammta sem miða beri við vegna hugsanlegra ákvarðana um fóstureyðingu

Það er réttur barnshafandi konu, hvort heldur hún þarf myndgreiningu með röntgengeislum eða verður fyrir jónandi geislun í starfi, að fá upplýsingar um magn og umfang geislunarinnar, svo og um eðli mögulegra geislunaráhrifa, sem fóstur geti orðið fyrir.

Geislaskammtar þeir, sem tíðkast við flestar röntgenrannsóknir, fela ekki í sér mælanlega eða marktækt aukna áhættu á fósturdaða, vansköpun eða truflun á greindarþroska, umfram hættu á öðrum tilfallandi truflunum. Stærri skammtur, til dæmis í geislameðferð vegna illkynja sjúkdóms, getur hins vegar valdið meiriháttar fósturskemmdum. Notkun geislavirkra efna í myndgreiningu og meðferð fylgja yfirleitt lítil og ómarktæk fósturáhrif. Undantekning frá því getur þó verið meðferð eða greining með geislavirku jöði, sem er sýnu þrávirkara í líkamanum en teknetín, mest notaða samsætan.

Almennt viðhorf, einkum til myndgreiningar, er að takmarka geislun í öllum tegundum röntgenrannsókna, annars vegar með því að beita annarri tækni (segulómun, ómskoðun) þar sem því verður við komið, hins vegar með fræðslu til allra þeirra aðila, sem hlut eiga að máli, um aðferðir til að draga úr óæskilegri geislun (2,3). Bestu vísindalegar

rannsóknir benda til þess, að undir ákveðnum, vel skilgreindum mörkum, sé hættu af geislun svo lítil, að ásætlanlegt sé. Samt koma af og til upp tilvik, í myndgreiningu, þar sem nokkur vafi getur verið á því að geislaskammtar séu á mörkum þess, sem telja megi ásætlanlegt. Reiknuð hafa verið viðmið fyrir geislaskammta á fóstur og þeir metnir til jafns við aðrar áhættur í fósturlífi (töflur I og II).

Erfitt hefur reynt að skilgreina nægilega vel svonefnd uppsöfnunaráhrif endurtekinna, lítila geislaskammta og spurningin hvort geislunaráhrif á fóstur og ört vaxandi vefi séu tengd við ákveðin gen eða genahluta hefur enn fært umræðuna um lágmarksgeislun í brennidepil (5).

Í nánast öllum tilvikum, þar sem rétt hefur verið staðið að röntgenrannsókn, er ávinningur móður mun meiri en möguleg hættu á fósturáverka.

## Jónandi geislun og geislaskammtar

Meðal grundvallandi eiginleika jónandi geislunar er, að með henni yfirferist orka sem getur haft margvísleg yfirfærsluáhrif á lifandi vefi, einkum vefi á vaxtarskeiði og/eða í örri endurnýjun.

Mælieiningar líffræðilegra orkuáhrifa jónandi geislunar byggja á útreikningum á yfirfærðri orku í einingunni joule (J/kg). Mælieiningin gray lýsir orku sem svarar 1 J/kg. Þetta er mikil orka eða 100 R (röntgen) og vegna myndgreiningar er mælieiningin milligray (mGy) við hæfi.

Lengi hefur verið vitað, að auk sýnilegra áhrifa í formi hitaskemmda, bruna eða vefjadreps (vísir geislunarskaðar (deterministic effects)), geta komið til bein eða óbein áhrif á innri gerð frumunnar, sem geta haft í för með sér vaxtartruflanir, stökkbreytingar er kunna að valda krabbameini, hömlun eða jafnvel drepi í einstökum frumum eða frumuhópum (tilviljunarkennd geislunaráhrif (stochastic effect)) (6).

Rannsóknir beinast mjög að þessum og öðrum sameindalíffræðilegum spurningum, einkum varðandi bein og óbein áhrif geislunar á kjarnsýrur. Vegna þess flókna ferlis hefur ekki tekist að ákveða, hvort til sé svo lítil skammtur jónandi geislunar að talist geti hættulaus. Því er full ástæða til aðgátar og vitundar um mögulegar geislunarhættur. Áratuga umfangsmiklar rannsóknir benda hins vegar til þess, að ógnun við heilsu, heilbrigði og erfðir vegna þeirra geislaskammta, sem menn verða fyrir á lífsleiðinni, sé

<sup>1</sup>Prófessor emeritus,

<sup>2</sup>Geislavarnir ríkisins.

Fyrirspurnir, bréfaskipti:  
Ásmundur Brekkan prófessor  
emeritus, Þorragötu 7, 101  
Reykjavík. Netfang:  
asbrek@mmedia.is

**Lykilord:** þungun, jónandi geislun.

**Key words:** pregnancy, ionizing radiation.

**Correspondence:** Ásmundur Brekkan. E-mail: asbrek@mmedia.is

**Tafla I. Geislun á fóstur við algengar myndgreiningarrannsóknir (8).**

	Fósturgeislun		Geislun í rannsókn Meðaltal mGy
	Meðaltal mGy	Hámark mGy	
<b>Algengustu röntgenmyndir</b>			
Kviðarhol	1,4	4,20	1*
Lungu	< 0,01	< 0,01	0,02*
Þvagfæri (urografia)	1,7	10	2,5
Lendahryggur	1,7	10	1,3
Grindarhol	1,1	4	0,7*
Höfuð	< 0,01	< 0,01	0,07
Brjósthyggur	< 0,01	< 0,01	0,7
<b>Skyggnirannsóknir</b>			
Magi og vélinda	1,1	5,8	3
Ristill	6,8	24	7
<b>Tölvusneiðmyndir</b>			
Kviðarhol	8	49	10
Brjósthol	0,06	0,9	8
Lendahryggur	< 0,005	< 0,005	2,3
Grindarhol**	2,4	8,6	8
<b>Ísótópa-rannsóknir</b>			
	<b>Á 2.-4. mánuði meðgöngu</b>	<b>Í lok meðgöngu</b>	
Beinaskann	4,6-4,7	1,8	4
Lungnaskann	0,4-0,6	0,8	1
Lifrarskann	0,5-0,6	1,1	1
Nýrarit (renogram)	5,9-9,0	3,5	1
Ígerðaleit	14-18	25	
Skjaldkirtilsupptaka (I 131)	0,03-0,04	15	1
Meinvarpaleit (I 131)	2-2,9	2	2

\* Ein yfirlitsmynd.

\*\* Fylgir oft kviðarholrannsókn.

**Tafla II. Líkur á eðlilegum burði nýbura sem fall af geislaskammti fósturs (8).**

Geislaskammtur umfram eðlilega bakgrunnsgeislun; mGy	Hlutfallslegar (%) líkur á alheilbrigðu barni	Hlutfallslegar (%) líkur á að krabbamein finnist ekki í barni
0	97*	99,7
0,5	97	99,7
1	97	99,7
2,5	97	99,7
5	97	99,7
10	97	99,6
50	97	99,4
100	≥97**	99,1

\* Að meðtalinni eðlilegri bakgrunnsgeislun í Evrópu og Ameríku. Athuga ber að bakgrunnsgeislun á Íslandi er helmingi lægri.

\*\* Nákvæmar áhættutölur fyrir menn eru ekki til, en dýratilraunir benda til þess, að líkur á vanskapaði séu hverfandi með geislaskömmum undir 100-200 mGy. Vanskapaðir myndu aðeins sjást vegna hærri skammta á 3.-20. meðgönguviku. 100-500 mGy fósturskömmum á 8.-25. viku gæti fylgt truflun á greindarþroska.

svo lítil að hún vegi að öllu jöfnu hvergi upp þann ávinning sem sjúklingur hefur af rétt ígrundaðri geislarannsókn.

### Geislunaráhrif á fóstur

Auk óhóflegrar geislunar, vegna slysi eða þekkingarleysis, beinast geislavarnir einkum að áhættuþáttum sem tengjast tilviljanakenndum geislaáhrifum, einkum á fjórum fyrstu mánuðum þungunar (4,6). Áður var talið, að á fyrstu tveimur til fjórum vikum væru vaxtar- og þróunarskilyrði fósturs þannig, að ekki væru mjög miklar líkur á frumu-

skemmdum sem gætu leitt til vanskapnaðar, en nú telja sameindalíffræðingar líkur á því að svo sé (1,5,8). Upp úr fjórðu viku er sérhæfing frumna og skipan þeirra í vefi (organisation) örúst. Þá er mest hættu á að jónandi geislun geti truflað ferlið og valdið ýmsum vanskapaði, einkum í heila, taugakerfi hjarta og hryggssúlu. Frá 10. og fram undir 20. viku meðgöngu er talið að óhófleg geislun geti valdið heilaskemmdum sem lýsi sér í vanþroska (microcephaly) (1,4,6).

### Ráðstafanir til að verja þungaðar konur óæskilegri geislun

Grunnur geislavarna vegna læknisfræðilegrar geislunar er sá, að hver rannsókn skuli vera vel ígrunduð og metið sé, hvort upplýsingar þær sem leitað er eftir geti fengist með myndgreiningaraðferð án jónandi geislunar eða hugsanlega eftir öðrum leiðum, klínískri eða lífefnafræðilegri skoðun. Tækjabúnaður, tækni og þekking skulu vera þannig, að besta árangri verði náð með sem lægstri geislun (2,3). Í myndgreiningu verður geislaskammtur þó að vera nægilegur til þess að ná greiningarárangri og við ákvörðun geislaskammta, til dæmis í krabbameinslækningum, að meðferðarárangur verði eins og ætlast er til. Sama gildir um notkun geislavirkra efna, hvort heldur til greiningar eða meðferðar.

Fóstur eru, sem fyrr segir, einkar viðkvæm fyrir áhrifum jónandi geislunar á fyrstu 20 vikum meðgöngu og ber því að gæta sérstakrar varúðar. Þegar ákvörðun er tekin um röntgenrannsókn á konu á barneignaldri, verður fyrst að ganga úr skugga um hvort hún kunni að vera þunguð. Læknir sem ákveður rannsóknina á að kanna hvort svo sé. Þetta er áréttað af þeim starfsmanni, röntgentækni eða lækni, sem framkvæma skal rannsóknina. Auk þess tíðkast það víða á myndgreiningardeildum, að uppi hangi veggspjöld með áletrunum, sem minni konur á að gera viðvart áður en rannsókn hefst, ef þær telja ástæðu til að ætla að þær séu þungaðar (1).

Sömu almennu grundvallarreglur og um getur að ofan gilda um sjúkdómsgreiningu eða meðferð hjá barnshafandi konum. Þó ber að beita ennþá meiri varfærni og helst að fresta rannsóknum með jónandi geislun þar til eftir fæðingu. Rannsóknir, þar sem geislunin er fyrirsjáanlega mjög lítil og snertir á engan hátt leg eða fóstur, ber að framkvæma, en með fyllstu aðgát og að viðhöfðum fyrrgreindum varúðarreglum og mati á, hvort líklegt gagn af rannsókninni sé meira en áhætta fyrir fóstrið. Í töflu I eru sýnd meðaltöl og hámark mældra geislaskammta á fóstur við flestar algengar röntgen- og ísótóparannsóknir. Hæstu skammtar verða vegna röntgenrannsókna á hrygg og ristli og við tölvusneiðmyndarrannsóknir af kviðarholi og mjaðmagrind. Allir skammtar, sem sýndir eru í þessari töflu, eru þó vel innan þeirra marka sem telja verða ásættanleg með tilliti til

samanburðar við aðra utanaðkomandi fósturskaða, svo sem náttúruleg litningaafbrigði, eitranir, reykningar og fleira (1).

Hjá konum, sem starfa í umhverfi þar sem fengist er við jónandi geislun, er mælt með því að endurteknar mælingar tryggi, að geislun á barnshafandi starfsmann, umreiknuð í jafngildi geislunar á fóstrið, fari ekki fram úr 1 mGy á meðgöngutíma (1).

Þetta krefst talsverðrar nákvæmni í mælingum, þar sem tilraunir hafa sýnt, að raunverulegur geislaskammtur á fóstur er oft aðeins brot af þeim skömmtum sem kunna að finnast við hefðbundnar mælingar hjá hlutaðeigandi konu.

### Viðbrögð við óhóflegri geislun

Líkur á hættuástandi eða tvísýnu vegna jónandi geislunar í röntgenmyndgerð eða við notkun ísótópa til greiningar eða meðferðar eru mjög litlar.

Það geta þó komið upp vafatilfelli, einkum hjá konum sem hafa gengist undir meira en eina röntgenrannsókn á kviðarhol- eða grindarsvæði og reynast svo hafa verið þungaðar. Í slíkum tilvikum skal farið nákvæmlega yfir hvað hefur gerst og samanlagður geislaskammtur á fóstur skal reiknaður eða áætlaður eftir bestu forsendum. Þess ber að geta, varðandi slíkar áætlanir og útreikninga, að geislaskammtur á fóstur eða leg getur verið lítill hluti þeirrar geislunar sem konan hefur fengið í rannsóknunum. Geislaskammtar vegna skygginga, í hefðbundnum röntgenrannsóknum, en ekki síst í tengslum við rannsóknaraðgerðir eða stýringu skurðaðgerða, geta orðið umtalsverðir. Stundum er vandkvæðum bundið að mæla þá með nákvæmni. Í töflu I eru, auk geislaskammta á fóstur í algengustu rannsóknum, sýndir til samanburðar tilsvareandi geislaskammtar í sjálfri rannsókninni. Hlutföll eru lík, en geislaskammtar fósturs víðast mun lægri. Enda þótt ekki séu til nákvæmar tölur fyrir menn, benda dýratilraunir til þess, að líkur á vanskapnaði séu hverfandi við geislaskammta undir 100-200 mGy. Vanskapnaðir myndu aðeins sjást eftir hærri skammta á 3.-20. meðgönguviku. Truflun á greindarþroska gæti fylgt 100-500 mGy geislaskömmtum á fóstur á 8.-25. viku (1,5,6). Af töflu II má sjá að líkur á vanskapnaði vegna jónandi geislunar eru mjög litlar.

### Lokaorð

Líkur á fósturskemmdum vegna hefðbundinna, rétt framkvæmdra röntgenrannsókna og annarrar læknisfræðilegrar notkunar jónandi geislunar eru hverfandi litlar og innan þekktra áhættumarka eðlislægra vanskapnaða og annarra þroskatruflana. Tengsl geislunaráhrifa á fóstur við þróun krabbameina eru óljós og því full ástæða til að virða í öllu hefðbundnar varúðarreglur vegna kvenna, sem eru eða kunna að vera þungaðar. Þurfi að hugleiða eða taka ákvörðun

um að binda enda á meðgöngu vegna meintra, óhóflegra geislaskammta verður að taka tillit til allra þátta, bæði líffræðilegra og félagslegra. Þá skiptir tími geislunar í meðgöngu miklu máli.

Um þetta segir Alþjóðageislavarnaráðið ordrétt:

„Ákvörðun um að binda enda á meðgöngu er einstaklingsbundin og háð mörgum þáttum. Geislaskammtar á fóstur, sem eru lægri en 100 mGy ættu ekki að vera ábending fyrir fóstureyðingu. Séu geislaskammtar á fóstur hærri, geta komið fram áverkar sem að umfangi og gerð tengjast stærð geislaskammta og tímamarki meðgöngu.“

Samkvæmt þessu hefur Alþjóðageislavarnaráðið nú í ráðgjöf sinni aukið lágmark geislaskammts á fóstur úr 50 í 100 mGy. Það ber loks að áréttu, að enda þótt geislaskammtur á fóstur nái ofangreindu magni og sé jafnvel talsvert hærri en þau lágmark, sem Alþjóðageislavarnaráðið hefur nú ráðlagt, þá er endanlega ákvörðunin móðurinnar. Því er mjög mikilvægt, að konum sem hlut eiga að máli séu veittar sem gleggstar upplýsingar og ráðgjöf.

Þau skilaboð þurfa að komast skýrt til almennings, að þótt fóstur geti hugsanlega verið búin hætta af óhóflegri jónandi geislun, til dæmis við röntgenmyndatöku, þá eru líkurnar á fósturskemmdum samt hverfandi litlar.

### Heimildir

1. ICRP, International Committee on Radiation Protection: Pregnancy and Radiation. Annals of the ICRP. Vol 30. Publication no 84. Washington: Pergamon Press; 2000.
2. Making the best use of a department of clinical radiology. 4th ed. London: The Royal College of Radiologists; 1998.
3. Landlæknisembættið. Leiðbeiningar um myndgreiningar-rannsóknir. <http://www.landlaeknir.is> (sjá leiðbeiningar)
4. Nordic recommendations on protection of embryo and foetus in X-ray diagnosis. Stockholm: The Nordic Radiation Protection Institutes; 1989.
5. Fry MRJ. New Risk Estimates at Low Doses. Proceedings of the 28th Annual Meeting of NCRP; 1992. London; 1992: 15-22.
6. Dowd SB, ed. Practical radiation protection and applied radiobiology. London: WB Saunders; 1994: 196-9.
7. Damilakis J, Perisnakis K, Grammatikakis J, Panayiotakis G, Gourtsoyannis N. Accidental embryo irradiation during barium enema examination. An estimation of absorbed dose. Invest Radiol 1996; 31: 242-5.
8. Bury B, Hutton A, Adams J. Radiation and women of child-bearing potential [editorial]. Br Med J 1995; 310: 1022-3.