

GR 11:02

**Geislaálag vegna röntgenrannsókna
við læknisfræðilega myndgreiningu á
Íslandi 2008**

Guðlaugur Einarsson, eftirlitsstjóri

Maí 2011 (leiðrétt útgáfa nóvember 2011)

Geislavarnir ríkisins

Rauðarástíg 10

150 Reykjavík

sími: 4408200 fax: 5528202

www.geislavarnir.is

gr@gr.is

ISBN 978-9979-9977-4-0



GEISLAVARNIR RÍKISINS
ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

Efnisyfirlit

Samantekt.....	3
Summary	3
Inngangur	4
Tilgangur.....	5
Framkvæmd	6
Almennar röntgenrannsóknir.....	6
Tölvusneiðmyndarannsóknir.....	8
Brjóstarrannsóknir	9
Tanrröntgenrannsóknir	10
Beinþéttirannsóknir	10
Vísindarrannsóknir	11
Röntgenrannsóknir hjá hnykkjum	11
Hópgeislaálag.....	12
Niðurstöður	13
Almennar röntgenannsóknir.....	13
Tölvusneiðmyndarannsóknir.....	13
Brjóstarrannsóknir	18
Tanrröntgenrannsóknir	19
Beinþéttirannsóknir	20
Vísindarrannsóknir	20
Rannsóknir hjá hnykkjum	21
Hópgeislaálag.....	22
Umræða.....	23
Samanburður við niðurstöður 1996.....	24
Tíðni rannsókna og hópgeislaálag 1996 og 2008.....	28
Samanburður við önnur lönd.....	29
Lokaorð.....	32
Heimildir.....	33
Viðauki 1. Mat á geislaálagi röntgenrannsókna.....	35
Viðauki 2. Mat á óvissu í tíðni rannsókna og hópgeislaálagi	41

Samantekt

Kynnt er samantek upplýsinga um geislaskammta og mat á geislaálagi röntgenrannsókna á Íslandi og miðað við fjölda þessara rannsókna árið 2008. Til grundvallar mati á geislaálagi eru mælingar um flatargeislun almennra rannsókna á tímabilinu 2004 - 2007, upplýsingar um lengdargeislun tölvusneiðmyndarannsókna (TS) á tímabilinu 2007-2009, upplýsingar um meðalgeislaskammt kirtilvefs brjóstá við brjóstarrannsóknir árið 2009 og eftirlitsmælingar tannröntgenrannsókna á tímabilinu 2004-2008.

Fjöldi allra röntgenrannsókna : 704.839 - 2207 rannsóknir per 1000 íbúa
254.839 (án tannröntgenrannsókna)
798 rannsóknir per 1000 íbúa

Hópgeislaálag: 475,1 manSv
473,2 manSv (án tannröntgenrannsókna)

Hlutdeild TS-rannsókna: 73%

Meðalgeislaálag: 1,49 mSv per íbúa
0,7 mSv per rannsókn

Frá 1996 hefur hópgeislaálag hækkað um 157% og þá fyrst og fremst vegna aukinnar tíðni TS-rannsókna. Meðalgeislaálag á hvern íbúa landsins vegna notkunar röntgengeislunar í læknisfræði hefur hækkað um 118% á þessu tímabili.

Summary

Presented is an overview on patient radiation doses and estimated effective doses in diagnostic radiology, with respect to frequency information for 2008. The evaluation of effective doses is based on information about DAP (Dose Area Product) measurements done during 2004-2007, information on used DLP (Dose Length Product) for CT examinations for the period 2007-2009, information about MGD (Mean Glandular Dose) of Mammography examinations in 2009 and inspection gathered information about cone-end-dose for dental examinations for the period 2004-2008.

Number of x-ray examinations: 704.839 - 2207 per 1000 inhabitants
254.839 (excluding dental x-rays)
798 per 1000 inhabitants

Collective Effective Dose (CED): 475,1 manSv
473,2 manSv (excluding dental examinations)

Contribution of CT to CED: 73%

Average Effective Dose (ED) : 1,49 mSv per inhabitant
0,7 mSv per examination

From a similar survey in 1996 the CED has increased by 157%, mostly because of increased frequency of CT examinations. The Average ED to each inhabitant because of the use of X-rays in diagnostic radiology has increased by 118% in this period.

Inngangur

Geislavarnir ríkisins (GR) starfa samkvæmt lögum nr. 44/2002 um geislavarnir með síðari breytingum og reglugerðum sem settar hafa verið með stoð í þeim. Eitt af meginverkefnum stofnunarinnar (sbr. 5. gr. laganna) er að leggja mat á geislaálag sjúklinga vegna læknisfræðilegrar geislunar. Stofnunin hefur síðan 1993 aflað upplýsinga á fimm ára fresti frá öllum myndgreiningadeildum landsins um fjölda og tegundir myndgreiningarannsóknna sem þar eru framkvæmdar. Einnig hafa verið framkvæmar mælingar á geislaskömmtum sjúklinga og safnað upplýsingum um framkvæmd röntgenrannsókna.

Til þess að leggja mat á geislaálag sjúklinga vegna notkunar jónandi geislunar í læknisfræðinni þarf tvennt, annars vegar góða sundurliðun á fjölda einstakra röntgenrannsókna, frá einstökum myndgreiningadeildum og hins vegar mælingar eða mat á geislaskömmtum sjúklinga fyrir hverja rannsókn á hverjum stað.

Stofnunin hefur á árunum 2004 – 2009 framkvæmt og látið framkvæma mælingar á geislaskömmtum sjúklinga við röntgenrannsóknir á öllum stærri myndgreiningadeildum landsins. Einnig hefur stofnunin safnað upplýsingum um fjölda almennra röntgenrannsókna, brjóstarrannsókna, tölvusneiðmyndarannsókn og kjarnrannsókna . Út frá þessum gögnum var síðan meðalgeislaálag vegna einstakra rannsókna metið. Þá er hópgeislaálag þjóðarinnar vegna röntgengeislunar til sjúkdómsgreiningar reiknað út frá þessum gögnum.

Notkun jónandi geislunar til sjúkdómsgreiningar vegur mjög þungt í geislaálagi íslensku þjóðarinnar. Þar veга röntgenrannsóknir þyngst og því er mikilvægt að sem bestar upplýsingar um notkun röntgentækja séu fyrir hendi. Upplýsingarnar eru einnig nauðsynlegar til þess að unnt sé að skipuleggja markvisst og árangursríkt starf að geislavörnum.

Ekki er lagt mat á geislaálag vegna kjarnrannsókna eða hlutdeild þeirra í hópgeislaálagi myndgreiningarannsóknna í þessari skýrslu.

Tilgangur

Notkun jónandi geislunar við læknisfræðilega myndgreiningu hefur verið stærsta uppspretta manngerðrar geislunar í marga áratugi í flestum þróuðum ríkjum. Þróun myndgerðartækni-
innar hefur einnig verið ör á þessum tíma og með tilkomu tölvusneiðmyndarannsóknna, hefur
hlutfall röntgenrannsókna með tiltölulega hátt geislaálag farið vaxandi. Þetta hefur haft þau
áhrif að bæði geislaálag sjúklinga og hópgeislaálag þjóða hefur hækkað verulega (1). Það er
því mikilvægt verkefni geislavarnastofnana að meta geislaálag vegna notkunar jónandi
geislunar í læknisfræðinni.

Meginmarkmið og tilgangur þessa verkefnis er m.a.;

- að fylgjast með langtíma þróun hópgeislaálags þjóðarinnar vegna notkunar
röntgengeislunar við læknisfræðilega myndgreiningu.
- að kanna og fylgjast með hlutdeild mismunandi myndgerðartækni og mismunandi
rannsókna í hópgeislaálagi.
- að kanna samhengi á milli tíðni einstakra tegunda röntgenrannsókna, dæmigerðs
geislaskammts sjúklinga og hlutdeild þeirra í hópgeislaálaginu.
- að kanna tíðni rannsókna og meðalgeislaálag vegna röntgenrannsókna á Íslandi og
bera saman við upplýsingar frá öðrum löndum.
- að bera geislaálag frá röntgenrannsóknum saman við geislaálag frá náttúrulegum og
öðrum manngerðum uppsprettum geislunar.

Niðurstöður þessa verkefnis gera Geislavörnum kleift að forgangsraða verkefnum þannig
að áherslan beinist að þeim þáttum sem helst geta dregið úr geislaálagi sjúklinga, með
sérstakri áherslu á þá hópa sjúklinga sem eru með hæst geislaálag.

Framkvæmd

Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir þeirri gagnasöfnun og mælingum á geislaskömmtum sem liggja til grundvallar mati á geislaálagi einstakra röntgenrannsóknna fyrir árið 2008.

Umfjölluninni er skipt niður eftir rannsóknaraðferðum, þannig að byrjað er á almennum röntgenrannsóknum, síðan fjallað um tölvusneiðmyndarannsóknir, brjóstarrannsóknir, tannröntgenrannsóknir, beinþéttirannsóknir, rannsóknir vegna vísindastarfa og að lokum rannsóknir hjá hnykkjum. Gerð er nánari grein fyrir mati á geislaálagi vegna þessara rannsókna í viðauka 1. Þá er í viðauka 2 gerð grein fyrir mati á óvissu í tíðni rannsókna, geislaálagi og hópgeislaálagi.

Almennar röntgenrannsóknir

Vorið 2004 hófu GR að nýju mælingar á geislaskömmtum sjúklinga vegna almennra röntgenrannsókna á röntgendeildum landsins, en niðurstöður eldri mælinga eru í skýrslu stofnunarinnar; GR99:02 Sjúkdómsgreining með röntgengeislun - Hópgeislaálag 1996 (2). Gerðar voru mælingar og safnað upplýsingum um framkvæmd röntgenrannsókna á öllum stærri sjúkrahúsum landsins ásamt mörgum smærri stöðum. Alls voru skráðar rúmlega 3900 mælingar á 12 myndgreiningadeildum, samtals 26 röntgenstofum, til ársloka 2007.

Mælingarnar byggðust á notkun Diamentor mæla sem mæla flatargeislun (e. Dose Area Product, DAP) (3,4,5) við framkvæmd rannsókna, en til viðbótar við upplýsingar um framkvæmdina (s.s. kV, fjöldi mynda, skyggnitíma), voru skráðar upplýsingar um aldur, kyn, þyngd og hæð sjúklinga.

Sem fyrr voru það starfsmenn myndgreiningadeildanna sem framkvæmdu mælingarnar og nauðsynlegar skráningar. Starfsmenn GR aðstoðuðu við skráningu á flóknari rannsóknum (t.d. við skyggirannsóknir, æðaþræðingar og/eða inngrípsrannsóknir) og færðu allar skráningar og mælingar í gagnagrunn GR.

Þá voru einnig notaðar upplýsingar um mælingar á flatargeislun röntgenrannsókna í nokkrum lokaverkefnum nemenda frá Heilbrigðisdeild Tækniháskóla Íslands og Tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík (6,7,8,9).

Í töflu 1 eru upplýsingar um mælingarnar, hvenær og hversu margar mælingar voru gerðar á einstökum deildum svo og á hvaða stofum mælt var (þar sem það á við).

Tafla 1. Yfirlit um skráðar mælingar á flatargeislun vegna röntgenrannsókna. Overview of DAP measurements in different x-ray departments and number of measurements.

Röntgendeildir	Stofur	Tímabil mælinga	Fjöldi mælinga
Institutes, Hospitals, Clinics	X-ray rooms	Measurement Period	Numbers
Landspítali – Hringbraut	1,3,4	7,8,9 – 2004	355
Landspítali – Fossvogi	4,5,6,7,8	6,7 – 2004	285
Landspítali – Fossvogi	14	7 – 2004	69
Landspítali – Hringbraut	12, 14	8 – 2004	102
Landspítali – Hringbraut	38	8 – 2004	57
Sjúkrahúsið Akureyri	1,2,3	7,8 – 2004	281
Íslensk Myndgreining, Orkuhúsið	1,2	11,12 -2004	268
Læknisfræðileg Myndgreining, DM	1,2	1,2,3 – 2005	616
Heilbrigðisstofnunin Akranesi	1	3,4 – 2005	148
Heilbr.st. Suðurlands Selfossi	1	3,4 – 2005	146
Heilbrigðisstofnunin Ísafirði	1	7,8,9 – 2006	258
Heilbr.st. Vestmannaeyjum	1	8,9 – 2006	339
Heilbr.st. Þingeyinga, Húsavík	1	1,2,3 – 2007	149
Heilbrigðisstofnunin Sauðárkróki	1	1,2,3 – 2007	130
Sjúkrahúsið Akureyri	1,2,3	6,7,8 – 2007	599
Heilbr.st. Austurlands, Neskaupstað	1	11,12 – 2007	158
Samtals (Total) :			3960

Þegar mælingum var lokið á hverjum stað var gerð skýrsla þar sem meðalgeislaskammtar og áætlað meðalgeislaálag fyrir einstakar rannsóknir komu fram. Ásamt upplýsingum um hvernig geislaskammtar einstakra rannsókna höfðu breyst frá því að samskonar mælingar voru gerðar á tímabilinu 1994 -1998.

Vorið 2004 þegar mælingarnar hófust höfðu flestar stóru myndgreiningadeildirnar og flestir minni staðirnir þegar skipt yfir í stafræna myndgerð. Í lok mælinganna höfðu allir stærri

staðirnir skipt yfir í stafræna myndgerð og búið að endurtaka mælingar hjá nokkrum þeirra, þannig að samanburður fékkst á geislaskömmtum og áætluðu geislaálagi fyrir og eftir að skipt var yfir í stafrænan myndmiðil.

Mati á geislaálagi röntgenrannsóknna út frá flatargeislun eru gerð nánari skil í viðauka 1.

Tölvusneiðmyndarannsóknir

Við röntgenrannsóknir í tölvusneiðmyndataekjum (TS-tækjum) er ekki hægt að mæla geislaskammt sjúklunga með sama hætti og við almennar röntgenrannsóknir, heldur er stuðst við upplýsingar sem viðkomandi TS-tæki gefur um geislaskammt við hverja rannsókn. Hér er um að ræða lengdargeislun (e. dose length product, DLP) (4) sem segir til um geislaskammt sjúklings.

Gögnum um DLP rannsóknna hefur verið safnað fyrir allar algengustu TS rannsóknir hjá stærstu myndgreiningadeildunum. Söfnun þessara gagna stóð yfir á tímabilinu 2007-2009. Stórum hluta þessara gagna var safnað sem hluta af rannsóknarverkefni geislafræðinema við Geislafræðiskor, Læknadeildar Háskóla Íslands og er henni þökkuð aðstoðin (10).

Þó að upplýsingar fyrir TS rannsóknirnar, séu vegna mun færri rannsókna en fyrir almennar röntgenrannsóknir, kemur á mótí að þær eru frá öllum stærstu myndgreiningadeildunum þar sem yfir 90% TS rannsóknana eru gerðar. Fyrir hverja rannsóknartegund var notað meðaltals DLP frá hverjum stað og meðaltal af þeim þegar fjöldi rannsókna var meiri en 10 fyrir hverja tegund á fleiri en einum stað. Í þeim tilfellum þar sem ekki lágu fyrir nákvæmar upplýsingar um geislaskammta tiltekinna TS rannsókna eða að fjöldi skráðra rannsókna var minni en 10, var geislaskammtur áætlaður út frá upplýsingum um geislaskammta og geislaálag í birtum erlendum niðurstöðum (1). Þetta var gert fyrir um 16,7% TS rannsókna (sjá töflu 7), sem vega um 6% í hópgeislaálagi vegna TS rannsókna.

Í töflu 2 eru upplýsingar um söfnun mæligagna fyrir TS-rannsóknir, hvar gögnunum var safnað, hvenær og fjöldi rannsókna á hverjum stað.

Tafla 2. Yfirlit um söfnun gagna fyrir TS rannsóknir. Overview on CT Data Collection (number of examination from different departments)

Röntgendeildir Institutes, Hospitals, Clinics	Ár Year	Fjöldi rannsókna Numbers
Sjúkrahúsið Akureyri	2007	313
Íslensk Myndgreining, Orkuhúsinu	2007	80
Læknisfræðileg Myndgreining, Dómus Medica	2008	13
Landspítali, Hringbraut	2008	33
Læknisfræðileg Myndgreining, Dómus Medica	2009	95
Læknisfræðileg Myndgreining, Mjódd	2009	114
Landspítali, Hringbraut	2009	76
Landspítali, Fossvogi	2009	88
Íslensk Myndgreining, Orkuhúsinu	2009	59
Samtals (Total) :		871

Gerð er grein fyrir mati á geislaálagi tölvusneiðmyndarannsókna í viðauka 1.

Brjóstarrannsóknir

Brjóstarrannsóknir (e. Mammography) eru eingöngu framkvæmdar á vegum Krabbameinsfélags Íslands (KÍ) á röntgendeild félagsins í Skógarhlíð í Reykjavík, á röntgendeild Sjúkrahúsins á Akureyri eða með færanlegu röntgentæki félagsins. KÍ framkvæmir hópskoðun vegna brjóstakrabbameins í samræmi við samning við heilbrigðisyfirvöld, þar sem m.a. er farið reglulega um landið og framkvæmdar rannsóknir á fjölda staða. Úrlestur og greining þessara rannsókna er undir stjórn röntgenlækna hjá KÍ.

Á árinu 2008 voru framkvæmdar 21.811 rannsóknir á brjóstum hjá KÍ og voru um 19.666 af þeim gerðar við hópskoðun, en 2.145 voru klínískar rannsóknir (11).

Við rannsóknir á brjóstum er notaður sérhæfður röntgenbúnaður sem eingöngu er ætlaður til slíkra rannsókna. Fyrir þau röntgentæki sem KÍ notar til brjóstamyndatöku, fylgja upplýsingar um geislaskammt á húð brjóstisins (e. Entrance Surface Dose, ESD) og meðalgeislaskammtur kirtilvefs (e. mean glandular dose, MGD) fyrir hverja mynd með

rannsókninni í myndgeymslakerfi (PACS) deildarinnar (4). MGD er síðan notað til þess að meta geislaálag, sjá nánari umfjöllun í viðauka 1.

Tannröntgenrannsóknir

Vitað er að geislaálag vegna einstakra tannröntgenrannsókna er lítið, en þar sem fjöldi þeirra er mjög mikill þykir rétt að meta þátt þeirra í hópgeislaálagi þjóða (1,12).

Fjöldi tannröntgenrannsókna hér á landi var síðast áætlaður út frá upplýsingum sem fengust í sérstöku pósteftirliti sem framkvæmt var á árunum 1992 – 1993 (13). Slík könnun hefur ekki verið gerð síðan og gögn GR úr reglubundnu eftirliti eru ekki nægileg til þess að gefa fullnægjandi mynd af tíðni þeirra. Ef miðað er við að hlutfall tannröntgenrannsókna hér á landi sé svipað og í nágrannalöndum okkar, þá má áætla (1,12,14) að þær séu um 450.000 á ári eða 1409 rannsóknir á hverja 1000 íbúa. Það passar vel við það að árið 1996 var þessi fjöldi áætlaður 345.000 á ári (1278 per. 1000 íbúa) (13). Með sama hætti má einnig áætla að af þessum rannsóknum séu tæplega 8% vegna kjálkasneiðmyndarannsókna (e. orthopantomography) og rúmlega 3% vegna andlitsbeinamynda (e. chephalostat).

Við reglubundið eftirlit GR undanfarin ár hefur geislaskammtur við kónenda (e. Cone End Dose) verið mældur á öllum tannröntgentækjum. Það gefur góða mynd af meðal geislaskömmtum. Ekki hafa verið gerðar sambærilega mælingar fyrir kjálkasneiðmyndataeki eða andlitsbeinataeki hjá tannlæknum. Fjöldi slíkra rannsókna og geislaskammtar þeirra er áætlaður út frá erlendum gögnum (1,12,14). Gerð er grein fyrir mati á geislaálagi tannröntgenrannsókna í viðauka 1.

Beinþéttirannsóknir

Á árinu 2008 voru framkvæmdar beinþéttirannsóknir á tveimur stöðum hérlendis, þ.e. á Lyflækningadeild Landspítalans í Fossvogi (er núna flutt á Myndgreiningadeildina) og á Myndgreiningadeild Hjartaverndar. Í dag eru 3 tæki í notkun hérlendis, tvö ofangreind tæki á Reykjavíkursvæðinu og eitt á Akureyri. Í viðauka 1 er gerð grein fyrir mati á geislaálagi þessara rannsókna.

Vísindarannsóknir

Vísindarannsóknir þar sem notuð er jónandi geislun eru leyfisskyldar samkvæmt lögum nr. 44/2002 um geislavarnir og reglugerðar nr. 640/2003. Rannsóknirnar byggjast á þátttöku sjálfboðaliða úr markhópum og á grundvelli upplýsts samþykkis þeirra.

Á árinu 2008 voru 6 slíkar vísindarannsóknir framkvæmdar og voru 12 – 300 þátttakendur í hverri þeirra. Flestar þessara rannsókna voru beinþéttirannsóknir þar sem geislaálag var áætlað á bilinu 6-9 μ Sv fyrir hvern þátttakanda. En einnig var um að ræða bæði almennar röntgenrannsóknir (hryggjarrannsóknir og lungnarannsóknir) og tölvusneiðmyndarannsóknir.

Röntgenrannsóknir vegna vísindarannsókna eru flestar framkvæmdar á stærri myndgreiningadeildum landsins, eins og um venjulegar rannsóknir væri að ræða, með rannsóknarbeiðnum og rannsóknarsvörum. Þær eru því ekki aðgreinanlegar í gögnum myndgreiningadeildanna, frá öðrum röntgenrannsóknum.

Röntgenrannsóknir vegna Öldrunarrannsóknar Hjartaverndar og tengdar rannsóknir eru framkvæmdar á Myndgreiningadeild Hjartaverndar og er geislaálag þeirra metið sérstaklega. Um var að ræða tilteknar TS-rannsóknir og beinþéttirannsóknir, samkvæmt leyfi Hjartaverndar frá GR. Á hverju ári skilar Hjartavernd til GR upplýsingum um fjölda þessarar rannsókna og áætlað geislaálag. Mati á geislaálagi TS-rannsókna og beinþéttirannsókna er lýst í viðauka 1.

Röntgenrannsóknir hjá hnykkjum

Samkvæmt skýrslu GR um fjölda myndgreiningarannsókna (GR10:03) (11) eru fáar rannsóknir framkvæmdar hjá hnykkjum (kírópróktum). Starfrækt eru 3 röntgentæki hér á landi þar sem slíkar rannsóknir eru gerðar og eru filmur notaðar við myndgerðina hjá öllum.

Á árunum 2008 og 2009 voru framkvæmdar mælingar á flatargeislun hjá þessum aðilum samhliða reglubundnu eftirlit. Skráðar voru mælingar fyrir rúmlega 350 rannsóknir sem gefa góða mynd af geislaskömmtum þessara rannsókna.

Rannsóknirnar eru allar af hryggjarsúlu sjúklinga, þannig að fyrir flesta sjúklinga eru teknar

þrjár myndir, framanfrá af hálsliðum, brjósthrygg og lendarhrygg á sömu mynd, síðan hliðarmynd af hálsliðum og brjósthrygg og loks hliðarmynd af lendar- og spjaldhrygg.

Við mat á geislaálagi er stuðst við breytistuðla sem unnir voru úr niðurstöðum norsku geislavarnastofnunarinnar á geislaskömmtum hjá hnykkjum (15), sjá viðauka 1.

Hópgeislaálag

Hópgeislaálag er skilgreint sem meðalgeislaálag einstaklinga í tilteknum hópi, margfaldað með heildarfjölda einstaklinga. Hópgeislaálag vegna notkunar röntgengeislunar við sjúkdómsgreiningu er reiknað í samræmi við eftirfarandi jöfnu ICRP(3):

$$S = \sum E_i \cdot N_i$$

þar sem E_i er meðalgeislaálag vegna ákveðinna rannsókna eða rannsóknaflokka og N_i er fjöldi þeirra rannsókna sem framkvæmdar eru. Eining fyrir hópgeislaálag er mannsívert (manSv) (3).

Hópgeislaálag er mikilvægt við bestun geislavarna þ.e. þegar verið er að skipuleggja geislavarnir vegna nýrrar eða breyttrar notkunar geislunar. Það er einnig mikilvægt þegar verið er að leggja mat á breytingar á geislaálagi ákveðinna hópa t.d. starfsmanna eða sjúklinga.

Alþjóðageislavarnaráðið ([ICRP](#)) leggst gegn því að hópgeislaálag sé notað við faraldsfræðilegar rannsóknir og til að leggja mat á hugsanlegan fjölda krabbameinstilfella eða erfðaskaða í hópi fólks sem verður fyrir lítilli geislun yfir langan tíma, t.d. margar kynslóðir, eins og oft getur verið þegar um er að ræða geymslu á geislavirkum úrgangi eða sjúklinga sem fara í röntgenrannsóknir.

Í skýrslu stofnunarinnar um fjölda myndgreiningarannsókna 2008 (11), eru birtar ítarlegar upplýsingar um allar myndgreiningarannsóknir sem framkvæmdar voru á Íslandi árið 2008. Þessar upplýsingar verða í þessari skýrslu notaðar við mat á hópgeislaálagi þar sem áætlað meðalgeislaálag fyrir tilteknar rannsóknir er margfaldað með fjölda þeirra sbr. þau gögn sem þar koma fram.

Niðurstöður

Hér verða birtar niðurstöður mats á geislaálagi og hópgeislaálagi röntgenrannsókna, þar sem fjöldi rannsókna miðast við árið 2008, mælingar á flatargeislun voru framkvæmdar á tímabilinu 2004 – 2008, gögnum um framkvæmd TS rannsókna var safnað á tímabilinu 2007 - 2009 og upplýsingar um geislaskammta brjóstarrannsókna miðast við gögn frá árinu 2009.

Almennar röntgenannsóknir

Birtar eru niðurstöður á geislaskömmtum rannsókna út frá mati á tæplega 4000 flatargeislunarmælingum. Í töflu 4 eru birtar niðurstöður fyrir almennar röntgenannsóknir, í töflu 5 eru niðurstöður fyrir rannsóknir þar sem notuð er skygging og í töflu 6 eru niðurstöður fyrir æðaþræðingar og inngrípsrannsóknir. Birtar eru niðurstöður um geislaskammta og mat á geislaálagi röntgenrannsókna, miðað við einstaka rannsóknarflokka, ásamt upplýsingum um tíðni rannsókna miðað við heildarfjölda röntgenrannsókna, geislaálag og hópgeislaálag hvers flokks og hlutdeild þeirra í hópgeislaálagi allra röntgenrannsókna. Í viðauka 2 er fjallað um mat á óvissu á tíðni rannsókna geislaálagi og hópgeislaálagi með aðferð sem notuð hefur verið í hliðstæðum rannsóknum á vegum Evrópusambandsins (1).

Tölvusneiðmyndarannsóknir

Birtar eru niðurstöður á geislaskömmtum rannsókna út frá mati á söfnuðum upplýsingum um lengdargeislun (DLP) fyrir rúmlega 870 rannsóknir. Í töflu 7 eru birtar niðurstöður um geislaskammta og mat á geislaálagi rannsókna, miðað við einstaka rannsóknarflokka, ásamt upplýsingum um tíðni rannsókna miðað við heildarfjölda röntgenrannsókna, geislaálag og hópgeislaálag hvers flokks og hlutdeild þeirra í hópgeislaálagi allra röntgenrannsókna.

Í viðauka 2 er fjallað um mat á óvissu á tíðni rannsókna geislaálagi og hópgeislaálagi með aðferð sem notuð hefur verið í hliðstæðum rannsóknum á vegum Evrópusambandsins (1).

Tafla 4. Almennar röntgenrannsóknir, fjöldi og tíðni rannsókna, geislaskammtar, geislaálag og hópgeislaálag. Conventional x-ray examinations, number and frequency of examinations, Dose Area Product (DAP), Effective Dose (ED) and Collective Effective Dose (CED).

				(Conversion f.)				
(RS-Code)	(Examination Categories)	(Number)	(Frequency)	(DAP)	Um-	(ED)	(CED)	
RS-Kóði ¹	Rannsóknarflokkur ²	Fjöldi	Tíðni ³	Flatargeislun (Gycm ²)	breytistuðull (mSv/Gycm ²)	Geislaálag (mSv)	Hópgeislaálag (mannSv)	Hlutfall (%)
46000	Abdomen	5004	2,0%	11,3	0,26	2,9	14,65	3,1%
62300	Lumbal spine	6206	2,5%	9,4	0,21	2,0	12,26	2,6%
50100	Urinary Tract	699	0,3%	6,9	0,18	1,2	0,87	0,2%
62600	Pelvis	4500	1,8%	2,8	0,29	0,8	3,62	0,8%
62200	Col. Thoracalis	2562	1,0%	4,1	0,19	0,8	1,97	0,4%
63900	Hips (one or both)	9934	4,0%	2,5	0,29	0,7	7,17	1,5%
62100	Col. Cervicalis	2845	1,1%	0,9	0,16	0,14	0,40	0,1%
32000	Thorax / Lungs	55995	22,4%	0,7	0,18	0,13	7,54	1,6%
60700	Sinuses	6297	2,5%	1,4	0,03	0,04	0,261	0,05%
64100	Femur ⁴	1316	0,5%	1,1	0,03	0,03	0,044	0,01%
63200	Shoulder joint	13194	5,3%	0,9	0,035	0,03	0,44	0,09%
60100	Cranium and facial bones	566	0,2%	1,2	0,028	0,03	0,018	0,004%
63300	Humerus	1101	0,4%	0,5	0,04	0,02	0,023	0,005%
64200	Knee (one or both)	10681	4,3%	0,3	0,02	0,01	0,073	0,015%
63400	Olnbogaliður	2947	1,2%	0,1	0,02	0,003	0,008	0,002%
64500	Leg and foot	23317	9,3%	0,2	0,01	0,002	0,047	0,010%
63600	Arm and hand	24807	9,9%	0,1	0,01	0,001	0,027	0,006%
	Other examinations ⁴	1629	0,7%				0,439	0,09%
Heildarfjöldi rannsókna :		173.600				Samtals hópgeislaálag :	49,87	10,5%
(Number of examinations :)						(Total CED :)		(Percent of total CED)
Hlutfall af heildarfjölda röntgenrannsókna :			69,5%					
(Percent of total number of x-ray examinations :)				Meðalgeislaálag (mSv) ⁵ :		0,5	(Mean ED)	
				Vegið meðalgeislaálag (mSv) ⁶ :		0,29	(Weighted Mean ED)	
1 RS-kóði er sameinaður úr mörgum undirflokkum og segir m.a. til um það líkamssvæði sem verið er að geisla								
2 Í hverjum rannsóknarflokki eru fleiri rannsóknartegundir sem tengjast þessum rannsóknarflokki og rannsóknarkóða								
3 Tíðni rannsóknarflokka miðast við alla rannsóknarflokka röntgenrannsókna								
4 Aukinn óvissa í geislaskammti og geislaálagi vegna takmarkaðra mælinga								
5 Meðaltal geislaálags allra rannsóknarflokka í tölfunni								
6 Vegið meðaltal er fengið með því að taka tillit til fjölda rannsókna í hverjum rannsóknarflokki.								

Tafla 5. Skyggirannsóknir, fjöldi og tíðni rannsókna, geislaskammtar, geislaálag og hópgeislaálag. Flouroscope examinations, number and frequency of examinations, Dose Area Product (DAP), Effective Dose (ED) and Collective Effective Dose (CED).

(RS-Code)	(Examination Categories)	(Number)	(Frequency)	(DAP) Flatargeislun (Gycm ²)	(Conversion f.) Um- breytistuðull (mSv/Gycm ²)	(ED) Geislaálag (mSv)	(CED) Hópgeislaálag (mannSv)	Hlutfall %
RS-Kóði ¹	Rannsóknarflokkur ²	Fjöldi	Tíðni ³					
44000	Barium Enema	179	0,07%	91,9	0,28	25,72	4,60	1,0%
44100	Barium En. Double Contrast ⁴	68	0,03%	85,1	0,28	23,83	1,62	0,3%
44200	Defecography ⁴	116	0,05%	85,0	0,21	17,85	2,07	0,4%
53100	Mictionsurethrocytography	581	0,23%	26,7	0,31	8,29	4,81	1,0%
45300	Biliary Tract / ERCP ⁴	522	0,21%	38,4	0,20	7,67	4,01	0,8%
43000	Barium Follow ⁴	560	0,22%	32,8	0,20	6,57	3,68	0,8%
42000	Barium Meal	335	0,13%	26,0	0,20	5,21	1,74	0,4%
51200	Antegrad pyelography ⁴	50	0,02%	15,0	0,30	4,50	0,23	0,05%
53000	Urethrocytography ⁴	38	0,02%	15,0	0,30	4,50	0,17	0,04%
51000	Urinary Tract, IVP	702	0,28%	18,9	0,18	3,39	2,38	0,5%
13100	Lumbal myelography	25	0,01%	14,5	0,21	3,04	0,08	0,02%
41000	Barium Swallow	716	0,29%	13,0	0,20	2,59	1,86	0,4%
62300	Spinal anesthesia (Flouroscope)	426	0,17%	9,1	0,21	1,91	0,81	0,2%
56000	Hysterosalpingography	114	0,05%	9,1	0,18	1,63	0,19	0,04%
54000	Pelvimetry	51	0,02%	6,1	0,18	1,09	0,06	0,01%
	Other ⁴	71	0,03%				0,3	0,06%
Heildarfjöldi rannsókna :		4.554				Samtals hópgeislaálag :	28,6	6,0%
(Number of examinations :)						(Total CED :)		(Percent of total CED)
Hlutfall af heildarfjölda röntgenrannsókna :		1,8%						
(Percent of total number of x-ray examinations :)								
				Meðalgeislaálag (mSv) ⁵ :		6,5	(Mean ED)	
				Vegið meðalgeislaálag (mSv) ⁶ :		6,3	(Weighted Mean ED)	
<p>1 RS kóði er sameinaður úr mörgum undirflokkum og segir m.a. til um það líkamssvæði sem verið er að geisla</p> <p>2 Í hverjum rannsóknarflokki eru fleiri rannsóknartegundir sem tengjast þessum rannsóknarflokki og rannsóknarkóða</p> <p>3 Tíðni rannsóknarflokka miðast við alla rannsóknarflokka röntgenrannsókna</p> <p>4 Aukinn óvissa í geislaskammti og geislaálagi vegna takmarkaðra mælinga</p> <p>5 Meðaltal geislaálags allra rannsóknarflokka í töflunni</p> <p>6 Vegið meðaltal er fengið með því að taka tillit til fjölda rannsókna í hverjum rannsóknarflokki.</p>								

Tafla 6. Æðapræðinga- og inngripsrannsóknir, fjöldi og tíðni rannsókna, geislaskammtar, geislaálag og hópgeislaálag æðapræðinga- og inngripsrannsókna. Angiographic- and Interventional examinations, number and frequency of examinations, Dose Area Product (DAP), Effective Dose (ED) and Collective Effective Dose (CED).

(RS-Code)	(Examination Categories)	(Number)	(Frequency)	(DAP) Flatargeislun (Gycm ²)	(Conversion f.) Umbreyti- stuðull (mSv/Gycm ²)	(ED) Geislaálag (mSv)	(CED) Hópgeislaálag (mannSv)	Hlutfall %
RS-Kóði ¹	Rannsóknarflokkur ²	Fjöldi	Tíðni ³	(Gycm ²)	(mSv/Gycm ²)	(mSv)	(mannSv)	%
37300	Cardiac angiography	1.227	0,5%	23,0	0,20	4,6	5,64	1,2%
67700	Peripheral angiography	443	0,2%	227,8	0,05	11,4	5,05	1,1%
17000	Cerebral angiography	102	0,04%	90,9	0,05	4,5	0,46	0,1%
47000	Abdominal angiography ⁴	65	0,03%	30,0	0,20	6,0	0,39	0,1%
	Aðrar æðapræðingar ⁴	12	0,005%				0,07	0,02%
39200	PTCA	769	0,31%	59,4	0,20	11,90	9,15	1,9%
39000	Other thoracic interventions ⁴	444	0,18%	40,0	0,20	8,0	3,55	0,7%
69100	Limb interventions ⁴	165	0,07%	250,0	0,05	12,5	2,06	0,4%
49000	Biliary & urinary system ⁴	162	0,06%	90,0	0,20	18,0	2,92	0,6%
69000	Pelvic interventions ⁴	89	0,04%	30,0	0,20	6,0	0,53	0,11%
	Aðrar inngripsrannsóknir ⁴	8	0,003%			25	0,20	0,04%
	Heildarfjöldi rannsókna :	3.486				Samtals hópgeislaálag :	30,0	6,3%
	(Number of examinations :)					(Total CED :)		(Percent of total CED)
	Hlutfall af heildarfjölda röntgenrannsókna :	1,4%						
	(Percent of total number of x-ray examinations :)					Æðapræðingar	Inngripsrannsóknir	
				Meðalgeislaálag (mSv)⁵ :	6,6	13,6	(Mean ED)	
				Vegið meðalgeislaálag (mSv)⁶ :	6,3	10,0	(Weighted Mean ED)	
1	RS kóði er sameinaður úr mörgum undirflokkum og segir m.a. til um það líkamssvæði sem verið er að geisla							
2	Í hverjum rannsóknarflokki eru fleiri rannsóknartegundir sem tengjast þessum rannsóknarflokki og rannsóknarkóða							
3	Tíðni rannsóknarflokka miðast við alla rannsóknarflokka röntgenrannsókna							
4	Aukinn óvissa í geislaskammti og geislaálagi vegna takmarkaðra mælinga							
5	Meðaltal geislaálags allra rannsóknarflokka í töflunni							
6	Vegið meðaltal er fengið með því að taka tillit til fjölda rannsókna í hverjum rannsóknarflokki.							

Tafla 7. Tölvusneiðmyndarannsóknir, fjöldi og tíðni rannsókna, geislaskammtar, geislaálag og hópgeislaálag. Computed Tomography examinations, number and frequency of examinations, Dose Length Product (DLP), Effective Dose (ED) and Collective Effective Dose (CED).

(RS-Code)	(Examination Categories)	(Number)	(Frequency)	(DLP) Lengdargeislun (Gy cm)	(Conversion f.) Um- breytistuðull (mSv/Gycm)	(ED) Geislaálag (mSv)	(CED) Hópgeislaálag (mannSv)	Hlutfall %
RS-Kóði ¹	Rannsóknarflokkur ²	Fjöldi	Tíðni ³					
84000	Abdomen	12.798	5,1%	939	0,02	14,1	180,3	37,9%
81000	Head (Brain)	11.361	4,6%	1450	0,00	3,0	34,6	7,3%
83200	Chest/Thorax	8.876	3,6%	452	0,01	6,3	56,2	11,8%
82400	Lumbar spine	4.218	1,7%	787	0,02	11,8	49,8	10,5%
81500	Head (soft tissue)	3.646	1,5%	511	0,00	1,1	3,9	0,8%
86000	Limbs	1.334	0,5%	368	0,00	0,8	1,1	0,2%
81800	Neck ⁴	1.231	0,5%	631	0,01	3,7	4,6	1,0%
82000	Cervical spine ⁴	997	0,4%	1259	0,01	7,4	7,4	1,6%
81200	Skull and facial bones	852	0,3%	766	0,00	1,6	1,4	0,3%
82600	Pelvic bones ⁴	555	0,2%	568	0,02	8,5	4,7	1,0%
85101	Pelvis (soft tissue/vascular) ⁴	170	0,07%	791	0,02	11,9	2,0	0,4%
82200	Thoracic spine ⁴	143	0,06%	559	0,01	7,8	1,1	0,2%
Heildarfjöldi rannsókna :		46.181				Samtals hópgeislaálag :	347,1	73,1%
(Number of examinations :)						(Total CED :)		(Percent of total CED)
Hlutfall af heildarfjölda röntgenrannsókna :		18,5%						
(Percent of total number of x-ray examinations :)						Meðalgeislaálag (mSv) ⁵ :	6,5	(Mean ED)
						Vegið meðalgeislaálag (mSv) ⁶ :	7,5	(Weighted Mean ED)
1 RS kóði er sameinaður úr mörgum undirflokkum og segir m.a. til um það líkamssvæði sem verið er að geisla								
2 Í hverjum rannsóknarflokki eru fleiri rannsóknartegundir sem tengjast þessum rannsóknarflokki og rannsóknarkóða								
3 Tíðni rannsóknaflokka miðast við alla rannsóknarflokka röntgenrannsókna								
4 Aukinn óvissa í geislaskammti og geislaálagi vegna takmarkaðra upplýsinga um framkvæmd								
5 Meðaltal geislaálags allra rannsóknarflokka í töflunni								
6 Vegið meðaltal er fengið með því að taka tillit til fjölda rannsókna í hverjum rannsóknarflokki.								

Brjóstarrannsóknir (Mammography)

Upplýsingar um meðalgeislaskammt kirtilvefs (MGD) og húðgeislaskammt (ESD) hjá 20.078 sjúklingum fengust á rafrænu formi úr upplýsingarkerfi KÍ. Um var að ræða 17.565 rannsóknir vegna hópskoðunar (87,5%), 2480 vegna klínískrarannsóknna (12,3%) og 33 vegna mjólkurgangarannsóknna (0,2%). Í töflu 8 koma fram upplýsingar um meðalfjölda mynda í þessum rannsóknarflokkum, meðalgeislaskammtur á húð (ESD) og, meðalgeislaskammtur á kirtilvef (MGD).

Við mat á geislaálagi notaður vægistuðul ICRP fyrir brjóstvef, sem er 0,05 (mSv/mGy) (3). Meðalgeislaálag er þannig um 0,20 mSv fyrir alla flokka rannsóknna. Hópgeislaálag röntgenrannsóknna kemur fram í töflu 8.

Tafla 8. Fjöldi rannsókna, geislaskammtar, geislaálag og hópgeislaálag vegna brjóstarrannsókna. Average number of images, ESD, MGD, Effective Dose (ED) and Collective Effective Dose (CED) of different mammography examinations.

<i>Rannsóknir</i>	<i>Fjöldi mynda (meðaltal)</i>	<i>Húðgeisla-skammtur (ESD) mGy</i>	<i>Meðal geislaskammtur kirtilvefs (MGD) mGy</i>	<i>Geisla-álag (ED) mSv</i>	<i>Hóp-geislaálag (CED) mannSv</i>
Hópskoðun (Screening)	4,0	19,0	4,3	0,2	3,933
Klínískar rannsóknir (Clinical examinations)	3,9	19,5	4,6	0,2	0,043
Mjólkurgangarannsóknir (Ductograms)	4,0	15,9	3,9	*	*

* Geislaálag og hópgeislaálag v. mjólkurgangarannsóknna er hluti af klínískum rannsóknum

Tannröntgenrannsóknir

Mælingar samhliða eftirliti með tannröntgentækjum á tímabilinu 2005-2009 gefa upplýsingar um áfallandi geislun fyrir 302 almenn röntgentæki á 207 tannlæknastofum. Um er að ræða geislun við kónenda tækjanna og eru þessar niðurstöður notaðar til þess að áætla meðalgeislaskammt fyrir öll tannröntgentæki. Við matið er notaður dreifigeislustuðullinn 1,2 (e. Backscatter factor) (16). Meðalgeislaskammtur var 2,40 mGy. Þessi geislaskammtur við kónenda er margfaldaður með meðalflatarmáli við kónenda (miðað við 5,8 cm þvermál) eða 26,4 cm².

Geislaálagið fæst með því að nota breytistuðulinn $0,06 \mu\text{Sv}/\text{mGycm}^2$, sem breytir reiknaðri flatargeislun við kónenda tækjanna í geislaálag (14,16). Geislaálagið er því um 3,8 μSv per mynd.

Meðalgeislaálag vegna kjálkasneiðmyndarannsókna og andlitsbeinarannsókna er áætlað úr frá niðurstöðum erlendra rannsókna (1), sjá töflu 9 og hópgeislaálag er reiknað sem margfeldi meðalgeislaálags og fjölda rannsókna, sjá einnig töflu 12.

Tafla 9. Áætlað geislaálag, fjöldi rannsókna og hópgeislaálag tannröntgenrannsókna. Estimated Effective Dose (ED) of dental examinations, estimated annual number of examinations and Collective Effective Dose (CED).

<i>Rannsóknartegundir</i>	<i>Áætlað geislaálag ED μSv</i>	<i>Áætlaður fjöldi rannsókna Number of Examinations</i>	<i>Hópgeislaálag CED mann Sv</i>
Almennar tannröntgenrannsóknir (Conventional dental examinations)	3,8	400.000	1,52
Kjálkasneiðmyndarannsóknir (Orthopantomography)	6,8	35.000	0,238
Andlitsbeinarannsóknir (Cephalostatic examinations)	11,0	15.000	0,17
	Samtals (Total):	450.000	1,92

Beinþéttirannsóknir

Miðað er við að meðalgeislaálag þessara rannsókna sé um 9 μ Sv, sbr. viðauka 1 og að fjöldi rannsókna árið 2008 sé 3015, er hópgeislaálagið um 0,03 mannSv (3), sjá einnig töflu 12.

Vísindarannsóknir

Í þessum flokki er eingöngu um að ræða TS - rannsóknir sem framkvæmdar eru á myndgreiningadeild Hjartaverndar, þar sem aðrar vísindarannsóknir eru ekki aðgreinanlegar frá gögnum stóru myndgreiningadeildanna. Mat á geislaálagi byggist á árlegum skýrslum sem Hjartavernd sendir GR um rannsóknir liðins árs og áætlaða geislaskammta og geislaálag. Miðað er við skýrslu fyrir árið 2008 sem barst stofnuninni árið 2009.

Tafla 10. Geislaálag, fjöldi rannsókna og hópgeislaálag vísindarrannsókna. Estimated Effective Dose (ED) for reaserch examination, number of examinations and Collective Effective Dose (CED).

<i>Rannsóknartegundir</i>	<i>Geislaálag ED mSv</i>	<i>Fjöldi Rannsókna Number of Examinations</i>	<i>Hópgeislaálag CED mann Sv</i>
CT – research examinations	12,6	843	10,6
TS-rannsóknir Hjartaverndar			

Rannsóknir hjá hnykkjum (kírópröktum)

Samtals voru framkvæmdar 1349 rannsóknir hjá hnykkjum á árinu 2008 og meðalgeislaskammtur þeirra rannsókna miðast við niðurstöður úr mælingum á flatargeislun 350 rannsókna. Breytistuðlar vegna þessara rannsókna eru unnir úr niðurstöðum norsku geislavarnastofnunarinnar á geislaskömmtum hjá hnykkjum (15), sjá einnig viðauka 1.

Í töflu 11 eru birtir geislaskammtar, geislaálag og hópgeislaálag þessara rannsókna. Farinn er sú leið að reikna hópgeislaálag út frá meðalgeislaskammti heilla rannsókna.

Tafla 11. Fjöldi rannsókna hjá hnykkjum, geislaskammtur, geislaálag og hópgeislaálag. Number of Chiropractic examinations, Dose Area Product (DAP), Effective Dose (ED) and Collective Effective Dose (CED).

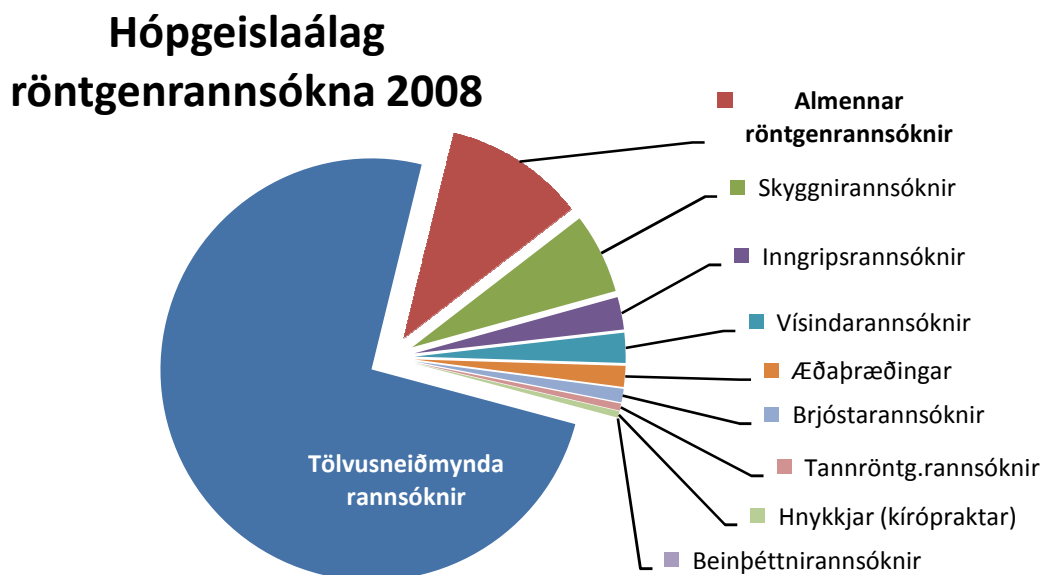
<i>Innstillingar / Views</i>	<i>(Number of Examinations)</i> Fjöldi	<i>(DAP)</i> Geislaskammtur <i>Gycm²</i>	<i>(ED)</i> Geislaálag <i>mSv</i>	<i>(CED)</i> Hópgeislaálag <i>mannSv</i>
Full spine AP		1,57	0,76	
Cervical /Th Lat		1,79	0,32	
Lumbal lat		2,53	0,81	
Compleat examinations	1349	5,84	1,61	2,17

Umræða

Við vinnslu þessarar samantektar var stuðst við leiðbeiningar í skýrslu frá ESB um mat á hópgeislaálagi þjóða vegna notkunar jónandi geislunar til sjúkdómsgreiningar (1).

Á þeim deildum sem framkvæmdar voru mælingar á geislaskömmtum sjúklinga voru framkvæmdar meira en 80% allra röntgenrannsóknna (11). Því má gera ráð fyrir því að þær mælingar á flatargeislun (DAP) og gögn um lengdargeislun (DLP) TS-rannsóknna, sem birtast í þessari skýrslu gefi góða mynd af þessum stærðum.

Samkvæmt niðurstöðum í töflum 4 – 7 eru almennar röntgenrannsóknir um 70% allra röntgenrannsóknna en hafa í för með sér um 11% af hópgeislaálagi röntgenrannsóknna (sjá einnig töflu 12). Skyggjirannsóknir, æðapræðingar og inngrípsrannsóknir eru um 2,2% af öllum röntgenrannsóknnum og hafa í för með sér um 10,3% af hópgeislaálagi röntgenrannsóknna eða nærri því það sama og almennar rannsóknir. Þá eru TS-rannsóknir aðeins 18,5% af öllum röntgenrannsóknnum en hafa í för með sér um 75% af hópgeislaálaginu, sjá myndrit 1.



Myndrit. 1 Hlutdeild rannsóknartegunda í hópgeislaálagi

Samanburður við niðurstöður 1996.

Þegar skoðaðar eru niðurstöður fyrir einstakar rannsóknir með samanburði við niðurstöðurnar fyrir 1996 (2), þá kemur í ljós að geislaálag margra rannsókna hefur breyst verulega, sumar rannsóknir hafa nú í för með sér meira geislaálag en 1996, en fyrir aðrar hefur geislaálag lækkað verulega.

Í töflu 14 er sýnt geislaálag röntgenrannsókna með sömu heiti á milli tímabila og er þeim raðað eftir því hvað geislaálagið hefur breyst.

Tafla 14. Breytingar á geislaálagi röntgenrannsókna á milli tímabila.			
Changes in effective dose for different x-ray examinations			
	1996	2008	Change in dose
X-ray examinations	mSv	mSv	%
Abdomen	1.35	2.9	117
Barium-Enema DC	11.88	23.8	100
ERCP	4.41	7.7	75
Osophagus swallow	1.58	2.6	65
Chest/Thorax/Lungs	0.10	0.13	30
Pelvis	0.72	0.81	13
Hips (both)	0.65	0.72	11
Col. Thoracalis	0.71	0.77	8
Barium Meal	4.8	5.2	8
Sinuses	0.04	0.04	0
Shoulder	0.033	0.033	0
Elbow	0.003	0.003	0
Urography (IVP)	3.5	3.4	-3
Col. Lumbal Sacral	2.04	1.98	-3
Angiographies	4.2	4.0	-4
Abdomend (kidneys)	1.33	1.25	-6
Knee	0.012	0.01	-17
Col. Cervicalis	0.17	0.14	-18
MUCG	10.7	8.3	-22
Lumbal Myelography	4.72	3	-36
Cranium	0.05	0.03	-40
Total Columna	2.23	1.1	-51
Femur	0.08	0.034	-58
Pelvimetry	2.59	1.1	-58

Í töflu 15. eru sýndar TS-rannsóknir með sama heiti á milli tímabila og geislaálag þeirra.

Tafla 15. Breytingar á geislaálagi TS-rannsókna á milli tímabila.			
Changes in effective dose for different CT examinations.			
	1996	2008	Change in dose
CT X-ray examinations	mSv	mSv	%
Lumbar spine	3,25	11,8	263
Head (Brain)	1,34	3,0	127
Skull and facial bones	1	1,6	61
Pelvic bones	6,1	8,5	40
Head (soft tissue)	1	1,1	7
Abdomen	13,2	14,1	7
Neck	4	3,7	-7
Chest/Thorax	8,47	6,3	-25

Á milli þessara tímabila hafa orðið miklar breytingar í myndgerðartækni, þar sem hún er nú orðin stafræn fyrir almennar röntgenrannsóknir og tölvusneiðmyndataeknin hefur einnig tekið miklum breytingum hvað varðar tækni, tæki og aðferðir. Það er því ekki óeðlilegt að geislaálag rannsókn breytist talsvert. Upp úr 2000 byrjuðu myndgreiningadeildir landsins að taka í notkun stafræna miðla í stað filma og er þeirri þróun lokið að mestu um 2008, þegar yfir 95% rannsókna eru stafrænar. Sú breyting hefur það í för með sér að mögulegt er að lækka geislaskammta einstakra rannsókna verulega, en um leið er sá möguleiki einnig fyrir hendi að fram komi geislaskrið (e. Dosecreep) sbr. töflu 14 (17,18).

Þróun tölvusneiðmyndataekninnar hefur verið hröð á þessum tímabili, bæði hvað varðar tækni og notkun, sem hefur leitt til nýrra möguleika í rannsóknum og/eða breytinga á eldri rannsóknaraðferðum. Þessi þróun hefur bæði leitt til rannsókna með lægri geislaskömmtum og rannsókna með hærri geislaskammta, en um leið hefur komið fram ýmis búnaður og tækni til þess að halda aftur af hækkun geislaálags, s.s. straummótunarbúnaður (e. Automatic Current Modulation) (19,20).

Brjóstarrannsóknnum hefur fjölgað frá 1996 en þá voru þær 14.158 en eru núna 21.811 eða 54% aukning. Geislaálag hefur þó lækkað að meðaltali fyrir hverja rannsókn, var 0,36 mSv en er núna 0,2 mSv eða 44% lækkun (sjá töflu 8) og hefur þar tilkoma stafrænna tækja árið 2008 mikið að segja.

Aðrir rannsóknarflokkar eins og tannröntgenrannsóknir (sjá töflu 9) og beinþéttirannsóknir, vísindarannsóknir (sjá töflu 10) og rannsóknir hjá hykkjum (sjá töflu 11) vega ekki þungt í hópgeislaálaginu (sjá töflu 12). Áætlað meðalgeislaálag við tannröntgenrannsóknir reynist 3,8 μ Sv fyrir hverja rannsókn (bls. 19) sem er töluverð lækkun (37%) frá fyrri niðurstöðum árið 1994 en þá var meðalgeislaálagið metið um 6 μ Sv (13). Í þessari samantekt er í fyrsta skipti lagt mat á geislaálag rannsókna hjá hykkjum, beinþéttmælingar og vegna vísindarannsókna.

Í töflu 16 kemur fram samanburður á hópgeislaálagi rannsókna 2008 og 1996, ásamt upplýsingum um meðalgeislaálag pr. íbúa og pr. rannsókn. Þessar niðurstöður eru einnig sýndar án þess að tannröntgenrannsóknir séu taldar með.

Tafla 16. Breytingar í niðurstöðum á hópgeislaálagi og meðalgeislaálagi á milli 1996 og 2008. Changes in results concerning Collective Effective Dose (CED) and mean Effective Doses (ED) pr. population and pr. examinations in 1996 and 2008.			
			Change
Niðurstöður (Results)	2008	1996	%
Hópgeislaálag allra röntgenrannsókna (mannSv) (CED for all x-ray examinations (manSv))	475,1	185,2	157
Meðalgeislaálag pr. íbúa (mSv) (Mean ED per. population (mSv))	1,49	0,7	113
Meðalgeislaálag pr. rannsókn (mSv) (Mean ED per. examination (mSv))	0,67	0,36	87
Hópgeislaálag röntgenrannsókna (án tannröntgen) (mannSv) (CED for all x-ray examination (excluding dental) (manSv))	473,2	182,7	159
Meðalgeislaálag pr. íbúa (án tannröntgen) (mSv) (Mean ED per. population (excluding dental) (mSv))	1,48	0,68	118
Meðalgeislaálag pr. rannsókn (án tannröntgen) (mSv) (Mean ED per. examination (excluding dental) (mSv))	1,86	1,08	72
Fjöldi íbúa á Íslandi 2008 (31.12.2008) (Population of Iceland at 31.12.2008)	319.368		
Heildarfjöldi allra röntgenrannsókna 2008 (Total number of all x-ray examinations in 2008)	704.839	2207 rannsóknir per 1000 íbúa (2207 ex. per 1000 population)	
Heildarfjöldi allra röntgenrannsókna (án tannröntgen) (Total number of all x-ray ex. (excluding dental) in 2008)	254.839	798 rannsóknir per 1000 íbúa (798 ex. per 1000 population)	

Samkvæmt töflu 16, hefur orðið veruleg aukning í hópgeislaálagi og þar af leiðandi einnig í meðalgeislaálagi á þessu tímabili. Samkvæmt töflu 17 eru hæst meðalgeislaálag vegna TS-rannsókna, hvort sem litið er til meðalgeislaálags rannsókna eða pr. íbúa í landinu.

Tafla 17. Tíðni rannsóknarflokka, meðalgeislaálag rannsókna og meðalgeislaálag íbúa. Mean Effective Doses (ED) pr. examinations and pr. population for different catagories of examinations.

(Examination Catagories)	(Freq. of examinatonos per. 1000 population)	(Mean ED)	(Mean ED pr. population)
Rannsóknarflokkar	Tíðni rannsókna per. 1000 íbúa	Meðalgeislaálag mSv	Meðalgeislaálag per íbúa mSv
TS rannsóknir (CT examinations)	145	7,5	1,1
Æðapræðingarannsóknir (Angiography examinations)	6	4,0	0,04
Inngripsrannsóknir (Interventional examinations)	5	10,0	0,06
Allar aðrar röntgenrannsóknir (All other x-ray examintions)	642	0,4	0,3

Nánari sundurliðun á meðalgeislaálagi röntgenrannsókna, pr. rannsókn og pr. íbúa landsins eru að finna í töflu 18, ásamt upplýsingum um tíðni viðkomandi rannsóknarflokka.

Tafla 18. Tíðni rannsóknarflokka, meðalgeislaálag rannsókn og meðalgeislaálag rannsókna per. íbúa. Frequency of examination catagories, Mean Effective Dose (ED) pr. examinations and pr. population.

(Imaging Modalities)	(Examination Catagories)	(Freq. of exam. per. 1000 population)	(Mean ED)	(Mean ED pr. population)
Rannsóknaraðferð	Rannsóknarflokkar	Tíðni rannsókna per. 1000 íbúa	Meðalgeislaálag mSv	Meðalgeislaálag per íbúa µSv
Radiography	Dental examinations	1409	0,004	6,0
	Chest/Thorax	175,3	0,13	23,6
	Extrimities	275,2	0,09	25,0
	Spine	51,2	1,13	58,0
Mammography	Screening	61,6	0,22	11,1
	Clinical	6,7	0,23	1,2
Radiography/Flouroscopy	Gastro-Intestinal Tract	6,2	7,89	48,8
	Urinary Tract	6,5	4,08	26,7
	Angiographic procedures	5,8	4,03	36,0
	Intervention procedures	5,1	6,20	58,0
	Other procedures	43,4	1,5	61,0
Other	Computed Tomography	144,6	7,50	1087,0
	Bonedensitometry	9,4	0,009	0,8
	Chiropractors	4,2	1,6	0,007
	Medical Research	2,6	12,6	0,03
Samtals (Total):		2207		1443

Tíðni rannsókna og hópgeislaálag 1996 og 2008

Ef skoðuð er tíðni í einstökum rannsóknarflokkum á milli 1996 og 2008, þá kemur í ljós að hlutdeild röntgenrannsókna (almennar röntgenrannsóknir, skyggirannsóknir, æðarannsóknir og inngrípsrannsóknir, ásamt rannsóknum hjá hnykkjum, beinþéttirannsóknir og vísindarannsóknir) hefur nánast staðið í stað á milli tímabilanna, á meðan heildarfjöldinn hefur vaxið um rúm 38% (sjá töflu 19). TS-rannsóknir hafa á sama tíma aukið hlutdeild sína úr 4% í 6,6% og aukist um 122%. Brjóstarannsóknir hafa aukið hlutdeild sína úr 2,8% í 3,1%. Hvað varðar tannröntgenrannsóknir þá hefur hlutdeild þeirra lækkað á milli tímabíla þó að fjöldi þeirra hafi aukist um 30%.

Tafla 19. Samanburður á tíðni rannsókna 1996 og 2008. Changes in frequency of examination categories between 1996 and 2008.

<i>(Categories of examinations)</i>	<i>(Frequency in 1996)</i>		<i>(Frequency in 2008)</i>		<i>(Change in freq.)</i>
Rannsóknaflokkar	Fjöldi 1996	%	Fjöldi 2008	%	Breyting á tíðni (%)
X-ray examinations (exl. CT)	134.738	26.2	186.847	26.5	38.7
CT examinations	20.747	4.0	46.181	6.6	122.6
Mammography examinations	14.154	2.8	21.811	3.1	54.1
Dental examinations	345.000	67.0	450.000	63.8	30.4
Heildarfjöldi rannsókna : <i>Total number of examinations:)</i>	514.639	100	704.839	100	37.0

Í töflu 20 er sýndur samanburður á hlutdeild þessara rannsóknarflokka í hópgeislaálagi árið 1996 og 2008. Þar kemur skýrt fram stóraukin hlutdeild TS-rannsókna, sem hefur vaxið um 290% á þessu tímabili, frá því að vera tæp 50% í það að vera 75% á árinu 2008.

Hópgeislaálagið fyrir röntgenrannsóknir hefur aukist úr 185 mannSv í 475 mannSv eða um 157%.

Tafla 20. Samanburður á hlutdeild rannsóknarflokka í hópgeislaálagi 1996 og 2008. Changes in examination categories impacting on CED between 1996 and 2008.

<i>(Categories of examinations)</i> Rannsóknaflokkar	1996		2008		<i>(Changes in CED)</i>
	mannSv	%	mannSV	%	Áhrif á Hópgeislaálag (%)
X-ray examinations (exl. CT)	88,5	47,8	110,3	23,8	-24,6
CT examinations	89,0	48,1	347,1	74,8	290,0
Mammography examinations	5,1	2,8	4,8	1,0	-5,9
Dental examinations	2,5	1,4	1,9	0,4	-23,2
Samtals : (Total :)	185		464		150,7

Samanburður við önnur lönd

Eins og fram kom í skýrslu stofnunarinnar um fjölda myndgreiningarannsóknna 2008 (11) er ekki auðvelt að bera niðurstöður þeirrar samantektar við sambærilegar rannsóknir frá öðrum löndum. Sama á við um þessar niðurstöður. Það er að hluta til vegna þess að rannsóknirnar eru ekki framkvæmdar á sama tíma og og rannsóknarheiti einstakra rannsóknaflokka eða rannsókna, geta verið misjöfn á milli landa. Helst er hægt að bera saman þróun hópgeislaálags í einstökum löndum og meðalgeislaálag einstakra rannsókna. Þetta hefur þó lagast mikið með svokölluðu TOP20 rannsóknarverkefninu á vegum ESB en niðurstöður þess birtust í skýrslu sem lögð var til grundvallar við gerð þessarar skýrslu (1).

Fyrstu niðurstöður þess verkefnis sýndu upplýsingar um rannsóknir í 12 Evrópulöndum á tímabilinu 1996-2002. Á alþjóðlegri ráðstefnu í Helsinki í júní 2010 ([IRPA 13](#)) voru birtar niðurstöður sem miðast við tímabilið 2006-2008. Þessar niðurstöður verða notaðar hér til þess að bera saman bæði hópgeislaálag vegna röntgenrannsókna á Íslandi og meðalgeislaálag (21).

Í töflu 21 er samanburður við hópgeislaálag nokkurra þjóða í Evrópu og hlutfall TS-rannsókna í hópgeislaálaginu .

Table 21. Breyting á hópgeislaálagi nokkurra Evrópulanda og hlutfall TS rannsókna. Changes in CED pr. population in some European Countries and in the level of contribution from CT

<i>Country</i>	<i>Older Surveys 1996 - 2002</i>			<i>Newer Surveys 2006 - 2008</i>			<i>Changes in</i>	
	<i>CED mSv / year per 1000 population</i>	<i>Survey year</i>	<i>CED from CT %</i>	<i>CED mSv / year per 1000 population</i>	<i>Survey year</i>	<i>CED from CT %</i>	<i>CED %</i>	<i>contribution from CT %</i>
Germany	1421	2000-2005	43	1522	2006	64	7	48
Iceland	691	1996	48	1488	2008	73	115	52
Belgium		1996-2002	50	1476	2008	79		57
Switzerland	831	1998	28	1366	2008	46	64	65
France	597	2000	42	1110	2007	64	86	52
Norway	942	2002	59	943	2008	79	0	34
Sweden	550	1995	34	591	2008	72	7	114
Netherland	303	2002	43	477	2008	75	57	73
Denmark	351	1995	37	455	2008	68	30	84
United Kingdom	313	2001	47	331	2008	66	6	41

Samkvæmt töflu 21 hefur hópgeislaálag vegna röntgenrannsókna aukist meira á Íslandi á þessu tímabili frá 1996 til 2008 en í öðrum löndum eða um 111%. Mismunandi ártöl geta þó sýnt þann samanburð að einhverju leyti. Hlutfall TS-rannsókna í hópgeislaálaginu hefur alls staðar hækkað á milli tímabila og er hækkunin 34% til 114%. Hækkunin er 52% á Íslandi sem er svipað og í mörgum öðrum löndum Evrópu. Í töflu 22 er samanburður á meðalgeislaálagi nokkurra rannsókna við meðalgeislaálag sambærilegra rannsókna í 12 Evrópulöndum (21).

Tafla 22. Samanburður á meðalgeislaálagi valinna rannsókna við meðalgeislaálag í 12 Evrópulöndum. Mean effective dose of selected examinations compared with mean dose for 12 different European Countries

<i>X-ray examinations</i>	<i>Iceland 2008</i>	<i>Mean effective dose and range in 12 European Countries</i>		<i>Difference</i>
	<i>mSv</i>	<i>mSv</i>	<i>range</i>	<i>%</i>
Abdomen	2,9	1,19	(0,40 - 2,93)	59
Barium-Enema DC	23,8	9,83	(2,60 - 25,73)	59
Chest/Thorax/Lungs	0,13	0,09	(0,01 - 0,29)	31
Col. Thoracalis	0,77	0,81	(0,30 - 3,50)	-5
Barium Meal	5,2	6,38	(2,00 - 18,50)	-23
Urography (IVP)	3,4	2,91	(2,10 - 4,25)	14
Col. LumbalSacral	1,98	1,32	(0,40 - 4,10)	33
Col. Cervicalis	0,14	0,23	(0,02 - 1,10)	-64
CT-Lumbar spine	11,8	7,04	(3,10 - 11,81)	40
CT-Head (Brain)	3,0	1,95	(1,20 - 3,05)	36
CT-Pelvic bones	8,5	7,65	(0,80 - 14,48)	10
CT-Abdomen	14,1	10,28	(5,30 - 17,90)	27
CT-Neck	3,7	2,7	(1,10 - 5,00)	27
CT-Chest/Thorax	6,3	5,35	(3,50 - 7,37)	15

Í töflu 22 kemur fram að meðalgeislaálag þessara rannsókna á Íslandi er eingöngu í þremur tilfellum lægra en að meðaltal í þessum samanburðarlöndum og allt að 60% hærra í nokkrum tilfellum. Þá er meðalgeislaálag margra rannsókna hérlendis í efri hluta þeirra dreifingar sem sjást í niðurstöðunum. Rétt er að skoða þessar niðurstöður í ljósi niðurstaðna í töflum 14 og 15, en þar kemur fram að geislaálag sumra röntgenrannsókna hafa hækkað um allt að 117% , þ.e. kviðarholsrannsókn (Abdomen) og TS-mjóhryggur (Lumbar spine) um 263%. Þessar hækkningar verða að teljast verulegar fyrir báðar rannsóknartegundir. Því skal þó haldið til haga að síðan gagnasöfnun fór fram fyrir TS-rannsóknir, hefur tækni til þess að draga úr geislaálagi sjúklinga, s.s. straummótunarbúnaður (e. automatic tube current modulation) og önnur tækni, leitt til lægra geislaálags fyrir TS rannsóknir, þó það hafi ekki verið staðfest ennþá.

Lokaorð

Það hafa orðið miklar breytingar í læknisfræðilegri röntgenmyndgerða á fyrsta áratug 21. aldarinnar á Íslandi, bæði tæknilega og með tilliti til fjölda rannsókna og geislaálags rannsókna. Myndgerðin varð að mestu stafræn í byrjun áratugarins og við þá breytingu hefur geislaálag flestra almennra röntgenrannsókna lækkað, þó eitthvað sé um það að geislaálag hefur hækkað. Það sem hefur breyst mest er notkun tölvusneiðmyndataekja, þar sem fjöldi rannsókna hefur aukist mikið og einnig geislaálag. Nú er svo komið að um 73% af hópgeislaálagi þjóðarinnar er vegna tölvusneiðmyndarannsókna. Meðalgeislaálag hvers íbúa landsins vegna notkunar röntgengeislunar í læknisfræði er núna um 1,49 mSv sem er meira en náttúrulegt geislaálag á ári hérlendis (1,1 mSv/ári) (22). Meðalgeislaálagið hefur hækkað um 118% frá 1996.

Samanburður við geislaálag í öðrum löndum sýnir að geislaálag hér á landi er hærra í mörgum tilfellum og er það vísbending um að verulega megi draga úr geislaálagi rannsókna hér á landi. Þannig þurfa þeir sem starfa í myndgreiningunni að beina athygli sinni meira að bestun rannsókna og þá helst TS-rannsókna, en þar er hægt að ná mestum árangri í því að draga úr geislaálagi sjúklinga.

Í ljósi þeirra niðurstaðna sem hér birtast munu Geislavarnir ríkisins leggja aukna áherslu á mat á geislaálagi við röntgenrannsóknir og þá sérstaklega þær sem valda miklu geislaálagi sjúklinga og þar sem mestir möguleikar eru til lækkunar.

Stofnunin mun beita sér fyrir því að sett verði viðmiðunarmörk geislunar (sjá 72. gr. reglugerðar nr. 640/2003) fyrir þær röntgenrannsóknir sem vega þyngst í geislaálagi þjóðarinnar. Upplýsingum um geislaálag sjúklinga fyrir þessar rannsóknir verður síðan safnað með samræmdum hætti og þær notaðar við gæðaeftirlit og til lækkunar geislaálags. Setning slíkra viðmiðunarmarka (DRL – diagnostic reference levels) hefur stuðlað að lækkun meðalgeislaálags röntgenrannsókna í þeim löndum sem það hefur verið gert (23, 24, 25).

Heimildir

1. European Commission, *European guidance on estimating population doses from medical x-ray procedures*. Radiation protection no. 154 [and annexes]. Brussels: European Commission, Directorate General for Energy and Transport, 2008.
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/154_en.zip
2. Guðlaugur Einarsson og Tord Walderhaug, *Sjúkdómsgreining með röntgengeislun. Heildargeislaálag 1996*. [GR 99:02](#), Geislavarnir ríkisins 1999.
3. International Commission on Radiological Protection. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. [ICRP Publication 103](#), ICRP 2008.
4. International Commission on Radiation Units and Measurements, *Patient Dosimetry for X-Rays Used in Medical Imaging (Report 74)*, Journal of the ICRU, vol 5, No. 2, 2005.
5. International Atomic Energy Agency, *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*. [Technical Report Series No. 457](#), IAEA, Vienna, 2007
6. Óli Þór Barðdal. *Geislaskammtar sjúklinga eftir innleiðingu stafrænnar myndgreiningatækni*. Lokaritgerð (BSc) við heilbrigðisdeild Tækniháskóla Íslands. Tækniháskóli Íslands, 2004.
7. Guðlaug Sigríksdóttir. *Bestun lungnarannsóknna á LSH*. Lokaritgerð (BSc) við tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík. Háskólinn í Reykjavík, 2007.
8. Eyrún Ósk Sigurðardóttir. *Samanburður á geislaskömmtum við mismunandi röntgenrannsóknir á þvaggfærum*. Lokaritgerð (BSc) við tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík. Háskólinn í Reykjavík, 2008.
9. Ólöf Rún Valdimardóttir. *Lækkun geislaálags við lungnarannsóknir á FSA*. Lokaritgerð (BSc) við tækni- og verkfræðideild Háskólans í Reykjavík. Háskólinn í Reykjavík, 2008.
10. Sara Katrín Stefánsdóttir. *Geislaálag í tölvusneiðmyndarannsóknnum á Íslandi. Könnun á breytileika og grunnur að viðmiðunarmörkun fyrir Ísland*. Lokaverkefni (MSc) í geislafræði. Læknadeild – Geislafræði. Háskóli Íslands 2009.
11. Guðlaugur Einarsson. *Fjöldi myndgreiningaannsóknna á Íslandi árið 2008*. [GR 10:03](#), Geislavarnir ríkisins 2010.
12. European Commission, *Radiation Protection 136, European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice*. [RP136](#), Directorate-General for Energy and Transport Directorate H, Nuclear Safety and Safeguards, Unit H.4, Radiation Protection, 2004

13. Dána Óskarsdóttir, Guðlaugur Einarsson og Tord Walderhaug. *Pósteftirlit með tannröntgentækjum 1991 – 1993*. [GR 94:04](#), Geislavarnir ríkisins 1994.
14. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and effects of ionizing radiation*. [UNSCEAR 2008 Report](#), UN 2010.
15. Bruk av røntgendiagnostikk i norske kiropraktorvirksomheter. Ståleverns Rapport [2005:21](#). Statens Strålevern 2005.
16. Ebba Helmut and Anne Thilander-Klang, *Methods for Monitoring Patient Dose in Dental Radiology*, Radiation Protection Dosimetry (2010), [Vol. 139, No. 1–3](#).
17. Alþjóðageislavarnaráðið, ICRP Publication 93. *Managing Patient Dose in Digital Radiology*, Volume 34, Issue 1, Mars 2004. Elsevier B.V.
18. Cornelia Schaefer-Prokop, et al. *Digital chest radiography: an update on modern technology, dose containment and control of image quality*. [Eur Radiol \(2008\) 18](#).
19. McCollough, CH. *CT dose: How to measure, how to reduce*. [Health Physics, 2008, vol 95, issue 5](#). Health Physics 2008.
20. Söderberg M, Gunnarsson M. *Automatic control of computed tomography – an evaluation of systems from different manufacturers*. Acta Radiologica, [vol 51 \(6\) 2010](#).
21. Olerud HM, et al, Collective doses from medical exposures: an intercomparison of the „TOP 202 radiological examinations based on the EC Guidelines RP 154. Proceedings of Third European IRPA congress 2010, June 14-16, Helsinki, Finland. (last accessed on 13.05.2011 at <http://www.irpa2010europe.com/proceedings/S02/S02-03.pdf>)
22. Geislun á Íslandi. Fræðsluefni Geislavarna (<http://www.gr.is/fraedsluefni/>)
23. Leitz W. and Almén A.. *Patientssrãldoser vid röntgendiagnostik i Sverige – 1999 och 2006*, [SSI Rapport 2008:02](#). Strålsäkerhetsmyndigheten 2008.
24. Olerud HM, et al. *Radiologiske undersøkelser i Norge per 2008. Trender i undersøkelsesfrekvens og stråledoser til befolkningen*. [Strålevern Rapport 2010:12](#). Statens Strålevern 2010.
25. Hart D., et al.. *National reference doses for common radiographic, flouroscoipix and dental X-ray esaminations in the UK*. The British Journal of Radiology, [82 \(2009\), 1-12](#).

Viðauki 1. Mat á geislaálagi röntgenrannsóknna

Almennar röntgenrannsóknir

Geislaálag sjúklinga vegna röntgenrannsóknna byggir á mælingum á húðgeislaskammti (e. entrance surface air kerma, ESK) við framkvæmd röntgenrannsóknna, á mældum geislaskammti í lofti (e. incident dose) út frá þeim tókugildum sem notuð eru við rannsóknina, á mældum geislaskammti á yfirborði á mannlíkani eða húð sjúklinga (e. entrance surface dose, ESD) eða á mælingum á flatargeislun (2,3,4,5).

Mælingar GR á geislaskömmtum sjúklinga við almennar röntgenrannsóknir hafa fyrst og fremst verið mælingar á flatargeislun, en stofnunin hefur einnig safnað mælingum eða upplýsingum um mælingar á húðgeislaskammti, t.d. við brjóstarrannsóknir og lungnarannsóknir fyrirbura og ungbarna á vökudeild.

Geislaálag sjúklinga byggist oft á á mælingum á flatargeislun (1). Flatargeislun (F) er skilgreind með eftirfarandi hætti :

$$F = \int_A K_A \cdot dA$$

þar sem A er stærð geislasviðsins sem notað er hverju sinni og K_A er geislaskammtur í lofti (e. kerma in air). Ef K_A er fasti, þ.e. geislunin er einsleit í plani hornrétt á geislastefnuna, má einfalda jöfnuna í eftirfarandi:

$$F = K_A \cdot dA$$

Flatargeislun er því margfeldi geislaskammts í lofti og stærðar geislasviðsins og hefur eininguna $Gycm^2$. Einn helsti kosturinn við notkun á flatargeislun er sú að hún er óháð fjarlægð frá röntgenlampa.

Geislaálag sjúklinga er metið með því að tengja flatargeislun við þá orku sem geislunin skilur eftir sig í líkamanum með notkun breytistuðla sem birtir hafa verið fyrir einstakar rannsóknir og rannsóknarflokka :

$$E = F (Gycm^2) \cdot \text{Breytistuðull (mSv / Gycm}^2)$$

Í riti stofnunarinnar frá 1999 um heildargeislaálag vegna röntgenrannsóknna (2) er miðað við

breytistuðla frá National Radiation Protection Board (NRPB) í Bretlandi. NRPB hefur birt stuðla fyrir 68 mismunandi innstillingar einstakra röntgenmynda og fyrir 9 samfelldar röntgenrannsóknir (3). Í þessu riti verður hins vegar miðað við breytistuðla sem birtust í nýlegu riti frá ESB (4), en þar hafa 10 Evrópuríki komið sér saman um sameiginlega notkun á breytistuðlum fyrir flatargeislun röntgenrannsókna. Þeir byggja stuðlunum frá NRPB, en hafa verið aðlagðir að breytingum í rannsóknum frá þeim tíma sem NRPB stuðlarnir voru birtir. Breytistuðlar fyrir flatargeislun hafa eininguna: $mSv/Gy \cdot cm^2$ og þar af leiðandi hefur geislaálag eininguna **mSv**.

Tölvusneiðmyndarannsóknir

Í dag gefa flest tölvusneiðmyndataeki hérlandis upplýsingar um geislaskammta rannsókna, bæði $CTDI_{vol}$ og DLP eða eingöngu DLP. Þannig að hægt er að skrá eftir hverja TS-rannsókn hvaða DLP gildi var notað við rannsóknina. Í framtíðinni má búast við því að auðvelt verði að nálgast bæði $CTDI_{vol}$ og DLP gildi TS rannsókna í PACS kerfum myndgreiningadeildanna og mun það auðvelda mjög allt mat á geislaskömmum og geislaálagi vegna TS rannsókna.

Lengdargeislun (e. dose length product, DLP) (1), segir til um geislaskammt viðkomandi rannsóknar, sem tekur mið af tókugildum tækisins og lengd rannsóknarsvæðis á líkama sjúklings og sem byggist á geislaskammti í sneiðum á lengdarás sjúklingsins í einum áfanga rannsóknarinnar:

$$DLP = CTDI_{vol} \cdot L \quad (mGy \cdot cm)$$

Þar sem L stendur fyrir lengd þess svæðis sem geislað er í hverjum áfanga rannsóknar, í sentimetrum (sm) og $CTDI_{vol}$ stendur fyrir geislaskammt í einstökum sneiðum, þar sem tekið er tillit til sátar (e. pitch), þ.e. stærð geislasviðs og færsluhraða sjúklingsborðs (5).

$CTDI_{vol}$ gildið miðast við það líkamssvæði sem verið er að rannsaka, þannig að fyrir rannsóknir af höfuð- og hálssvæði, þá er $CTDI_{vol}$ reiknað út frá mælingum með höfuðlíkani (PMMA líkani) sem er 16 cm í þvermál og fyrir búksvæði líkamans er miðað við mælingar á $CTDI_{vol}$ í búklíkani (PMMA líkan) sem er 32 cm í þvermál.

Greinarmun þarf að gera á því hvort fram fari sneiðmyndataka með axial skönnun (e. serial, axial), þar sem tekin er ein sneið í einu og myndefnið fært til og þá tekin önnur eða hvort

fram fer spíralskönnun (e. helical scanning), þar sem sjúklingaborð færast stöðugt í gegnum tækið á meðan geislað er. Þannig er DLP fyrir axial-skönnun reiknað á eftirfarandi hátt:

$$DLP_{Axial} = P_{KL,CT} = \sum_j n C_{K,PMMA,w_j} \cdot T_j \cdot N_j \cdot P_{It_j} \quad (mGycm)$$

þar sem $P_{KL,CT}$ er lengdargeislun (DLP). Þar sem $n C_{K,PMMA,w_j}$ er summan af meðalgeislustuðli (C) í einstökum sneiðum í PMMA líkani og þar sem deilt er með því mAs gildi sem notað var (n=deilt með mAs (e. normalized), K=kerma, w_j =vegið meðaltal geislustuðuls í sneiðinni). Þá er T_j sneiðþykkt, N_j er fjöldi sneiða og P_{It_j} er mAs gildið sem notað er fyrir einstakar sneiðar j.

Fyrir spíralskönnun er DLP reiknað á eftirfarandi hátt:

$$DLP_{Helical} = P_{KL,CT} = \sum_i n C_{K,PMMA,w_i} \cdot T_i \cdot I_i \cdot t_i \quad (mGy cm)$$

Í þessari útfærslu er um sama meðalgeislustuðulinn að ræða og hér að ofan, sinnum sneiðþykkt (T) fyrir eina sneið eða heildar þvermál geislans ef um fjölsneiðatæki er að ræða (T_i =fjöldi sneiða x sneiðþykkt einstakra sneiða). Þá stendur I_i fyrir lampastraum sem notaður er (mA) og t_i stendur fyrir geislunartíma (e. acquisition time) fyrir viðkomandi skönnunaráfanga.

Til þess að umbreyta DLP gildum í geislaálag eru notaðar töflur breytistuðla sem birtust í riti frá ESB the European Guidelines for Multislice Computed Tomography (2004) (5).

Tafla 3. Almennir breytistuðlar fyrir geislaálag vegna TS rannsókna.
Generalised E/DLP coefficients for CT examinations

Region of body Scanned	E/DLP (mSv/mGycm)
Höfuð (Head)	0,0021
Háls (Neck)	0,0059
Brjóstkassi (Chest)	0,014
Kviðarhol og mjaðmagrind (Abdomen & Pelvis)	0,015
Mjaðmagrind (Pelvis)	0,015
Búkur (Trunk)	0,015

Geislaálag sjúklings ræðst af því hvaða svæði líkamans er verið að skoða, hvaða tókugildi eru notuð (kV og mAs) og hve stórt rúmmál er geislað. Eftir að DLP gildið liggur fyrir geta notendur reiknað á einfaldan hátt geislaálag viðkomandi rannsóknar og séð t.d. hvernig það breytist við það að breyta einstökum þáttum eins og stilltum mAs, sneiðþykkt, þéttleika sneiða og fleira.

Brjóstarrannsóknir

Meðalgeislaskammtur kirtilvefs (MGD) er reiknaður út frá húðgeislaskammti, með leiðréttingarstuðlum í samræmi við leiðbeiningar frá ESB (ref Euref), samkvæmt þessari jöfnu:

$$MGD = K \cdot g \cdot c \cdot s$$

Þar sem K er húðgeislaskammtur (ESD) við yfirborð brjóstisins, undir pressu (án dreifigeislunar (e. backscatter)), g er leiðréttingarstuðull sem miðast við að kirtilvefs innihald brjóstisins sé 50%, c er leiðréttingarstuðull fyrir mismunandi kirtilvefsinnihald brjósta við mismunandi aldur og s er leiðréttingarstuðull sem tekur tillit til þess hvaða geislaeigind (e. radiation quality) er notuð við myndatökuna.

Við uppsetningu þessara röntgentækja og við reglulegt gæðaeftirlit þeirra er fylgst með þeim gildum sem skráð eru og þau staðfest með mælingum á líkani. Geislaskammturinn er gefinn upp bæði sem húðgeislaskammtur og sem meðalgeislaskammtur kirtilvefs brjóstisins.

Geislaálag vegna brjóstarrannsókna er reiknað út frá MGD og er þá miðað við meðalgeislaskammt á kirtilvef fyrir bæði brjóstin og síðan margfaldað með vægistuðli ICRP sem er 0,05 mSv/mGy (6). Einnig má nota birta breytistuðla sem breyta t.d. meðal húðgeislaskammti í geislaálag (7). Í þessari samantekt er reiknað heildar-MGD fyrir hverja framkvæmda rannsókn í hverju röntgentæki fyrir sig, meðal-MGD allra rannsókna í hverju tæki og vægistuðull ICRP notaður til þess að fá meðalgeislaálag fyrir hvert röntgentæki. Reiknað er vegið meðalgeislaálag fyrir annars vegar hópskoðun og hins vegar klínískar rannsóknir, út frá þeim meðaltölum og fjölda rannsókna sem framkvæmdar voru í hverju tæki.

Tannröntgenrannsóknir

Við mat á geislaálagi vegna tannröntgenrannsókna er stuðst við nýlegar leiðbeiningar ESB (8) um geislavarnir í myndgreiningu vegna tannlækninga og áðurnefnda skýrslu um mat á hópgeislaálagi (4). Meðalgeislaálag er áætlað út frá meðaltali þeirra eftirlitsmælinga GR sem framkvæmdar hafa verið á árunum 2005 til 2009, en vegna rannsókna í stærri röntgentækjum er stuðst við erlendar niðurstöður (8,9,10).

Beinþéttirannsóknir

Geislaskammtar vegna þessara rannsókna hafa ekki verið mældir sérstaklega en geislaálag þeirra hefur verið metið út frá gögnum frá framleiðendum þeirra tækja sem eru í notkun og út frá niðurstöðum vísindagreina sem birst hafa í ritrýndum tímaritum á seinni árum (11).

Þannig er geislaálag vegna langflestra slíkra rannsókna á bilinu 3 – 9 μSv (10). Í niðurstöðum þessarar samantektar verður miðað við að meðalgeislaálag þessara rannsókna sé að meðaltali 9 μSv .

Heimildir

1. International Commission on Radiation Units and Measurements, *Patient Dosimetry for X-Rays Used in Medical Imaging (Report 74)*, Journal of the ICRU, vol 5, No. 2, 2005.
2. GR 99:02, 1999, Guðlaugur Einarsson og Tord Walderhaug, *Sjúkdómsgreining með röntgengeislun. Heildargeislaálag 1996*. Geislavarnir ríkisins 1999.
3. International Atomic Energy Agency, *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*. Technical Report Series No. 457, IAEA, Vienna, 2007
4. European Commission, *European guidance on estimating population doses from medical x-ray procedures*. Radiation protection no. 154[and annexes]. Brussels: European Commission, Directorate General for Energy and Transport, 2008.
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/154_en.zip
5. Bongartz et al., *European Guidelines for Multislice Computed Tomography*. 2004. Funded by the European Commission, March 2004. Accessed: <http://www.msct.eu>
6. International Commission on Radiological Protection. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103, ICRP 2008.
7. European Commission, *European Guidelines for Quality Assurance in breast Cancer Screening and Diagnosis – Fourth Edition*. Luxembourg: Office for Publications of the European Communities, 2006.
8. European Commission, *Radiation Protection 136, European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice*. Directorate-General for Energy and Transport Directorate H — Nuclear Safety and Safeguards, Unit H.4 — Radiation Protection, 2004
9. Ebba Helmut and Anne Thilander-Klang, *Methods for Monitoring Patient Dose in Dental Radiology*, Radiation Protection Dosimetry (2010), Vol. 139, No. 1–3, pp. 303–305.
10. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. *Sources and effects of ionizing radiation*. UNSCEAR 2008 Report, UN 2010.
11. John Damilakis, et al. *Radiation exposure in X-ray-based imaging techniques used in osteoporosis*. European Radiology, Vol 20, No. 11, pp 2702-2714.

Viðauki 2. Mat á óvissu í tíðni rannsókna og hópgeislaálagi

Við mat á óvissu í mælingum á geislaskömmtum og útreikningum á geislaálagi röntgenrannsókna er stuðst við leiðbeiningar um óvissumat sem fram kemur í riti ESB um mat á hópgeislaálagi þjóða vegna notkunar jónandi geislunar í sjúkdómsgreiningu (RP-154)

(1). Þar eru meginþættir óvissu í niðurstöðum skilgreindir og skipt í fjóra flokka :

- Í fyrsta lagi er um að ræða óvissu vegna nákvæmi þeirra upplýsinga sem liggja fyrir um fjölda rannsókna og skiptingu þeirra í einstaka rannsóknarflokka.
- Í öðru lagi er um að ræða óvissu í mælingum á geislaskömmtum fyrir einstakar rannsóknir.
- Í þriðja lagi er um að ræða óvissu vegna breytileika í geislaskömmtum á milli sjúklinga innan deildar og á milli deilda sem og takmarkaðs fjölda mælinga á hverjum stað .
- Í fjórða lagi er um að ræða óvissa sem breytistuðlum og notkun þeirra við að reikna geislaálag fyrir einstakar rannsóknir og rannsóknarflokka.

Við endanlegt mat á geislaálagi er miðað við fjölda rannsókna í einstökum flokkum rannsóknartegunda og því skiptir miklu máli að þessar upplýsingar séu nákvæmar og réttar. Þekkja þarf þær uppsprettur óvissu sem eru í þessum gögnum og leggja mat á vægi þeirra. Hérlandis hafa yfirleitt fengist mjög ítarleg yfirlit frá yfir 90% þeirra staða sem framkvæma myndgreiningarrannsóknir, um fjölda rannsóknanna á hverjum stað og skiptingu þeirra í flokka. Helsta uppspretta óvissu í þessum gögnum liggja í mismunandi notkun á rannsóknarflokkum (þ.e. rannsóknarkóðum) á milli staða og mögulega tvítalningu á rannsóknnum, s.s. TS-rannsóknir sem gerður er með eða án skuggaefna, svo og vegna rannsókna sem eru tvöfaldar (dæmi: hægri mjöðm (2-3 myndir) eða báðar mjaðmir (4-6 myndir)). Þá getur einnig verið erfitt að greina hvort rannsókn sé æðapræðing eða inngrípsrannsókn.

Óvissa í upplýsingum um fjölda rannsókna og skiptingu þeirra í rannsóknarflokka var metin í ljós þeirra leiðbeininga sem fram koma í ofangreindum leiðbeiningu ES (1) og miðað við ofangreindar forsendur, þannig:

- Hefðbundnar röntgenrannsóknir, A (auðvelt að telja kóða og ekki miklir möguleikar á tvítalningu) – 2,5%
- Hefðbundnar röntgenrannsóknir, B (tvíhliða eða tvöfaldar rannsóknir (e. bilateral), möguleiki á tvítalningu til staðar)) – 5 %
- Æðapræðingar/Inngripsrannsóknir, (aðgreining á milli getur verið erfið og e.t.v. vantar rannsóknir frá stöðum utan röntgendeilda) – 20%
- TS-rannsóknir án skuggaefnis, (auðvelta að telja og ekki miklir möguleikar á tvítalningu) – 2,5%
- TS-rannsóknir með eða án skuggaefnis, (möguleikar á tvítalningu) – 5%

Samkvæmt leiðbeiningum ICRU (2) og IAEA (3) er mögulegt með viðeigandi aðferðarfræði að halda mælióvissu vegna mælinga á geislaskömmtum, t.d. við mælingar á flatargeislun (DAP), áfallandi geislaskammti (ESD) og lengdargeislun (DLP) innan við 7% (miðað við 95% öryggismörk). Hins vegar er talið líklegt að á heildina litið verði þessi óvissa alltaf á bilinu 10-20% vegna m.a. þátta sem snúa að kvörðun. Þessi þáttur óvissunar er þó ekki talinn vigta þungt í heildarmati á óvissu vegna þess hve næstu 2 þættirnir vega þungt og þá sérstaklega sú óvissa sem felst í beitingu breytistuðla.

Við gagnasöfnun vegna geislaskammta (mælingar eða söfnun á reiknuðum gildum röntgen-tækja) er gert ráð fyrir því að safna nægilegum upplýsingum sem gefa sem réttasta mynd af meðalgeislaskammti einstakra rannsókna á hverjum stað og sem síðan gefa sem réttasta mynd af meðalgeislaálagi á landsvísu. Er þá tekið tillit til vægi einstakra staða í meðaltalinu út frá vægi þeirra í heildarfjölda framkvæmdra rannsókna.

Í ofangreindu riti ESB um mat á hópgeislaálagi (1) er lýst aðferð til þess að meta óvissu vegna breytileika í bæði mælingum á geislaskömmtum sjúklinga og vegna beitingu breytistuðla. Aðferðin byggist á dreifingu mæliniðurstaðna í landsgagnagrunni fyrir geislaskammta röntgenrannsókna í Bretlandi (4). Óvissan er þannig hlutfall af staðalóvissu miðað við fjölda mælinga sem gerðar eru eða fjölda gagna um geislaskammta sem safnað er og hve vel breytistuðlar passa við þær rannsóknir sem þeir eru notaðir fyrir.

Hér verður þessari aðferð beitt með því að nota töflu 17 í kafla 4.6. í RP-154 (1), þegar valin er óvissa samkvæmt þessari aðferð fyrir rannsóknarflokka í þessari samantekt. Sjá mynd 1.

Table 17: Overall uncertainties in mean effective dose estimates as a function of sample size and matching of exposure conditions for conversion coefficients

Sample size and matching of conversion coefficients	Uncertainties at 95% confidence level		
	Sample size	Conversion coefficient	Overall
>100 rooms Good CC match	±10%	±10%	±14%
20-100 rooms Good CC match	±25%	±10%	±27%
5-19 rooms Good CC match	±50%	±10%	±51%
>100 rooms Poor CC match	±10%	±25%	±27%
20-100 rooms Poor CC match	±25%	±25%	±35%
5-19 rooms Poor CC match	±50%	±25%	±56%
Foreign data only			+100% -50%

CC = Conversion coefficient

Mynd V2.1. Tafla 17 úr RP – 154 (1)

Upplýsingarnar í töflu 17. er skipt upp miðað við fjölda röntgenstofa þar sem framkvæmdar eru mælingar á geislaskömmtum sjúklinga með viðeigandi fjölda og þar sem framkvæmdin hefur í för með sér að viðeigandi sé að beita þeim umbreytistuðlum sem birtir eru í RP-154. Út frá þessu mati fæst áætlun á samsettri óvissu fyrir þennan þátt. Fjöldi röntgenstofa í töflunni er mat á því hvað þarf að gera mælingar á mörgum stöðum til þess að niðurstöðurnar gefa raunhæfa áætlun fyrir raunverulegan fjölda röntgenstofa í viðkomandi landi. Á Íslandi fóru mælingar á geislaskömmtum fram á mun færri rannsóknarstofum en þó það mörgum gera má ráð fyrir að þar séu framkvæmdar um eða yfir 80% þeirra röntgenrannsókna sem vega þyngst í hópgeislaálagi þjóðarinnar. Einnig var upplýsingum um framkvæmd TS rannsóknir safnað á sambærilega mörgum stöðum.

Mat á því hvort beitt var viðeigandi umbreytistuðli byggist á þeim upplýsingum sem til eru um framkvæmd slíkra rannsókna er erlendis (4) og framkvæmd þeirra hérlendis. Fyrir flestar rannsóknir er framkvæmdin sambærileg, en mest óvissa fer oftast í framkvæmd skyggni-rannsókna þar sem erfitt getur verið að meta hvaða svæði líffæri fá mesta geislun. Í töflu V2.1 eru sýnt hvernig metin er heildaróvissa vegna TS rannsókna (sjá töflu 7) og gefnar skýringar um innihald hvers dálks.

Tafla V2.1 Skýringar á óvissumati og heildaróvissu í mati á geislaálagi og hópgeislaálagi									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RS-Kóði ¹	Rannsóknarflokkur ²	Fjöldi	Hóp-Geislaálag		Óvissa v. tíðni rannsókna %	Heildar-óvissa vegna tíðni	Óvissa í mati á geislaálagi %	Óvissa vegna hóp-geislaálags %	Heildar-óvissa hóp-geislaálags mannSv
			(mSv)	(mannSv)					
84000	CT-Abdomen	12.798	14,1	180,3	5	639,9	27	27,5	49,50
81000	CT-Head (Brain)	11.361	3,0	34,6	2,5	284,0	14	14,2	4,92
83200	CT-Chest/Thorax	8.876	6,3	56,2	2,5	221,9	14	14,2	7,99
82400	CT-Lumbar spine	4.218	11,8	49,8	5	210,9	14	14,9	7,40
81500	CT-Head (soft tissue)	3.646	1,1	3,9	5	182,3	14	14,9	0,58
86000	CT-Limbs	1.334	0,8	1,1	5	66,7	35	35,4	0,40
81800	CT-Neck ⁴	1.231	3,7	4,6	5	61,6	35	35,4	1,62
82000	CT-Cervical spine ⁴	997	7,4	7,4	5	49,9	35	35,4	2,62
81200	CT-Skull and facial bones	852	1,6	1,4	5	42,6	25	25,5	0,35
82600	CT-Pelvic bones ⁴	555	8,5	4,7	5	27,8	35	35,4	1,67
85101	CT-Pelvis (soft tissue/vascular) ⁴	170	11,9	2,0	5	8,5	35	35,4	0,71
82200	CT-Thoracic spine ⁴	143	7,8	1,1	5	7,2	35	35,4	0,40
Samtals:		46.181		347		1.803			78
(Total:)		Heildaróvissa í tíðni rannsókna:				3,9%			
(Total relative uncertainty for examination frequency :)						Heildaróvissa í hópgeislaálagi:			22,5%
						(Total relative uncertainty for CED :)			

Skýringar á innihaldi í dálkum og aðgerðum:

- 1 RS-kóði kemur úr PACS kerfum sjúkrahúsanna og aðgreinir rannsóknir.
- 2 Í hverjum rannsóknarflokki eru fleiri rannsóknartegundir (RS-kóðar) sem tengjast hverjum rannsóknarflokki.
- 3 Fjöldi rannsókna í hverjum rannsóknarflokki.
- 4 Metið meðalgeislaálag (vegið meðaltal) fyrir hvern rannsóknarflokk.
- 5 Hópgeislaálag er margfeldi af fjölda (dálkur 3) og meðaltali (dálkur 4).
- 6 Hér er um að ræða mat á óvissu í fjölda rannsókna fyrir hvern rannsóknarflokk, út frá leiðbeiningum í RP-154 (1). Valin var óvissa í samræmi við huglægt mat rannsakanda á gögnum rannsóknarinnar.
- 7 Heildaróvissa er fjöldi rannsókna í hlutfalli við óvissu í dálki 6.
- 8 Hér er um að ræða mat á óvissu í reikningum á geislaálagi út frá leiðbeiningum í RP-154 (1), sem tekur tillit til óvissu í niðurstöðum mælinga á geislaskömmtum, óvissu vegna fjölda mælinga á hverjum stað og óvissu í beitingu breytistuðla sbr.töflu 17 í RP-154 (1). Valin var óvissa í töflunni í samræmi við huglægt mat rannsakanda á gögnum rannsóknarinnar.
- 9 Hér er um að ræða samsetta óvissu fyrir ofangreinda tvo þætti (dálkur 6) og (dálkur 8)
- 10 Heildaróvissa í hópgeislaálagi er hlutfall óvissu (dálkur 9) af hópgeislaálagi rannsóknarflokksins.

Samsett og aukinn óvissa er síðan reiknuð sem kvaðratrótin af summu staðalóvissu í öðru veldi fyrir þessa tvo þætti, óvissa vegna tíðni rannsókna og vegna tíðni mælinga og breytileika í beitingu breytistuðla. Og fæst þá heildaróvissa fyrir bæði tíðni rannsókna og hópgeislaálagið.

Í töflunni eru nokkrir rannsóknarflokkar merktir með tölunni 4, sem merkir að fyrir þessa rannsóknaflokka voru upplýsingar um geislaskammta takmarkaðar það mikið á geislaálag er metið út frá tiltöluleg fáum rannsóknum eða fáum rannsóknum frá mörgum stöðum. Óvissa í mati á geislaálagi (dálkur 8) er hæst fyrir þessa flokka.

Í töflu V2.2 eru birtar niðurstöður fyrir mat á óvissu í hópgeislaálagi í heild og fyrir einstaka rannsóknaflokka.

Tafla V2.2. Fjöldi, geislaálag, hópgeislaálag og mat á óvissu í tíðni og hópgeislaálagi röntgenrannsókna. Uncertainties in collective dose.										
						Mat á óvissu sbr. RP 154				
		Geislaálag		Hóp-geislaálag		Óvissa v. tíðni	Heildar-óvissa vegna tíðni	Óvissa í mati á geislaálagi	Óvissa vegna hóp-geislaálags	Heildar-óvissa hóp-geislaálags
RS-Kóði ¹	Rannsóknarflokkur ²	Fjöldi	E (mSv)	S (mannSv)	% rannsókná	% vegna tíðni	% geislaálags	% hóp-geislaálags	% hóp-geislaálags	
46000	Abdomen	5.004	2.9	14.65	2.5	125.1	14	14.2	2.08	
62300	Col. Lumbal Sacral	6.206	2.0	12.26	2.5	155.2	27	27.1	3.32	
50100	Abdomen (kidneys)	699	1.2	0.87	2.5	17.5	27	27.1	0.24	
62600	Pelvis	4.500	0.8	3.62	5	225.0	35	35.4	1.28	
62200	Col. Thoracalis	2.562	0.8	1.97	2.5	64.1	35	35.1	0.69	
63900	Hips (single or both)	9.934	0.7	7.17	5	496.7	35	35.4	2.54	
62100	Col. Cervicalis	2.845	0.14	0.40	2.5	71.1	35	35.1	0.14	
32000	Chest/Thorax	55.995	0.13	7.54	2.5	1399.9	14	14.2	1.07	
60700	Sinuses	6.297	0.04	0.261	5	314.9	35	35.4	0.09	
64100	Femur ⁴	1.316	0.03	0.044	5	65.8	35	35.4	0.02	
63200	Shoulders	13.194	0.03	0.438	5	659.7	35	35.4	0.15	
60100	Cranium and facial bones	566	0.03	0.018	2.5	14.2	35	35.1	0.01	
63300	Upper arm	1.101	0.02	0.023	5	55.1	35	35.4	0.01	
64200	Knee (single or both)	10.681	0.01	0.073	5	534.1	35	35.4	0.03	
63400	Elbow	2.947	0.003	0.008	5	147.4	35	35.4	0.00	
64500	Lower leg, ankle and foot	23.317	0.002	0.047	5	1165.9	35	35.4	0.02	
63600	Forearm, wrist and hand	24.807	0.001	0.027	5	1240.4	35	35.4	0.01	
	Other (óflokkað) ⁴	1.629		0.439	10	162.9	56	56.9	0.25	
44000	Barium Enema	179	25.72	4.60	5	9.0	56	56.2	2.59	
44100	Barium Enema Double Contrast ⁴	68	23.83	1.62	5	3.4	56	56.2	0.91	
44200	Defekografía ⁴	116	17.85	2.07	5	5.8	56	56.2	1.16	
53100	Mictionsurethrocytografía	581	8.29	4.81	5	29.1	56	56.2	2.71	
45300	Biliary tract / ERCP ⁴	522	7.67	4.01	5	26.1	56	56.2	2.25	
43000	Barium meal - follow through ⁴	560	6.57	3.68	5	28.0	56	56.2	2.07	
42000	Barium meal	335	5.21	1.74	5	16.8	56	56.2	0.98	
51200	Antegrad pyelografía ⁴	50	4.50	0.23	5	2.5	35	35.4	0.08	
53000	Urethrocytografía ⁴	38	4.50	0.17	5	1.9	35	35.4	0.06	
51000	Urography (IVP)	702	3.39	2.38	5	35.1	27	27.5	0.65	
13100	Lumbal myelografía	25	3.04	0.08	5	1.3	35	35.4	0.03	
41000	Osophagus (swallow)	716	2.59	1.86	5	35.8	56	56.2	1.04	
62300	Deyfingar-hryggur	426	1.91	0.81	10	42.6	56	56.9	0.46	
56000	Hysterosalpingografía	114	1.63	0.19	10	11.4	56	56.9	0.11	
54000	Grindarmál	51	1.09	0.06	10	5.1	56	56.9	0.03	
	Annað ⁴	71		0.3	5	3.6	56	56.2	0.16	
37300	Cardiac angiography	1.227	1.2	1.47	10	122.7	27	28.8	0.42	
67700	Peripheral angiography	443	11.4	5.05	10	44.3	27	28.8	1.45	
17000	Cerebral angiography	102	4.5	0.46	20	20.4	56	59.5	0.28	
47000	Abdominal angiography ⁴	65	6.0	0.39	20	13.0	56	59.5	0.23	
	Other angiographies ⁴	12		0.07	20	2.4	56	59.5	0.04	
39200	PTCA	769	2.96	2.27	10	76.9	27	28.8	0.65	
39000	Other thoracic interventions ⁴	444	8.0	3.55	10	44.4	56	56.9	2.02	
69100	Limb interventions ⁴	165	12.5	2.06	20	33.0	27	33.6	0.69	
49000	Biliary & urinary system ⁴	162	18.0	2.92	20	32.4	56	59.5	1.73	
69000	Pelvic interventions ⁴	89	6.0	0.53	20	17.8	56	59.5	0.32	
	Other interventional ⁴	8		0.20	20	1.6	56	59.5	0.12	
84000	CT-Abdomen	12.798	14.1	180.3	5	639.9	14	27.5	49.57	
81000	CT-Head (Brain)	11.361	3.0	34.6	2.5	284.0	14	14.2	4.92	
83200	CT-Chest/Thorax	8.876	6.3	56.2	2.5	221.9	14	14.2	7.99	
82400	CT-Lumbar spine	4.218	11.8	49.8	5	210.9	14	14.9	7.40	
81500	CT-Head (soft tissue)	3.646	1.1	3.9	5	182.3	14	14.9	0.58	
86000	CT-Limbs	1.334	0.8	1.1	5	66.7	35	35.4	0.40	
81800	CT-Neck ⁴	1.231	3.7	4.6	5	61.6	35	35.4	1.62	
82000	CT-Cervical spine ⁴	997	7.4	7.4	5	49.9	35	35.4	2.62	
81200	CT-Skull and facial bones	852	1.6	1.4	5	42.6	25	25.5	0.35	
82600	CT-Pelvic bones ⁴	555	8.5	4.7	5	27.8	35	35.4	1.67	
85101	CT-Pelvis (soft tissue/vascular) ⁴	170	11.9	2.0	5	8.5	35	35.4	0.71	
82200	CT-Thoracic spine ⁴	143	7.8	1.1	5	7.2	35	35.4	0.40	
3001/2	Mammography	21.811	0.22	4.82	2.5	545.3	14	14.2	0.69	
	Other ⁵	5.207		12.86	20	1041.4	35	40.3	5.18	
	Dental radiology	450.000	0.006	2.58	50	225000	56	75.1	1.94	
	Heildarfjöldi rannsókna:	704.839	Samtals	464.78		235970			121.25	
						33.5%		Heildaróvissa í hópgeislaálagi:	26.1%	
								(Total relative uncertainty for CED)		

Samkvæmt þeim upplýsingum sem fram koma í töflum V2.1 og 2, sést að til þess að ná sem bestum upplýsingum um geislaálag og hópgeislaálag rannsókna með lágmarksóvissu þarf að afla sem bestra upplýsinga um þær rannsóknir sem hafa mest áhrif á hópgeislaálagið hverju sinni. Niðurstöður þessarar rannsóknar sýnir að þar vega TS-rannsóknir yfirleitt mjög þungt.

Þó að mat á geislaálagi rannsókna við inngripsrannsóknir sé ekki mjög nákvæmt þar sem óvissa er há vegna fárra mældra rannsókna og takmarkaðra upplýsinga um breytistuðla, hefur það ekki mikil áhrif á heildaróvissu þar sem inngripsrannsóknir vega ekki þungt í hópgeislaálaginu. Ef t.d. væri eingöngu aukinn söfnun upplýsinga um framkvæmd TS rannsókna af kviðarholi (e. abdomen) væri e.t.v. hægt að bæta mat á heildaróvissu um 20%. Sama á við um aðra rannsóknarflokka sem vega þungt í hópgeislaálagi.

Heimildir

1. European Commission, *European guidance on estimating population doses from medical x-ray procedures*. Radiation protection no. 154[and annexes]. Brussels: European Commission, Directorate General for Energy and Transport, 2008.
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/154_en.zip
2. International Commission on Radiological Protection. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103, ICRP 2008.
3. International Atomic Energy Agency, *Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice*. Technical Report Series No. 457, IAEA, Vienna, 2007
4. Hart D., Jones D.G. og Wall B.F., *Estimation of Effective Dose in Diagnostic Radiology from Entrance Surface Dose and Dose-Area Product Measurements*, NRPB-R262, (National Radiological Protection Board), (1994).