

Geislaálag sjúklinga við röntgenrannsóknir og stafræn myndkerfi

Stafræn myndkerfi

Stafrænir myndmiðlar í læknisfræðilegri myndgreiningu hafa verið í örri þróun síðustu 20 ár og hafa smám saman tekið við af filmum, mögnunarþynnum og framköllun. Í dag eru röntgendeildir að verða filmu- og pappírslausar, þar sem öll vinnsla rannsóknagagna er starfræn. Þessi þróun gefur möguleika á hraðari og öruggari þjónustu við sjúklinga og tilvísandi lækna. Rannsóknagögn eru aðgengileg utan deildanna allan sólarhringinn, með viðeigandi gagnaöryggi. Tengingar eru töluverðar á milli einstakra myndgreiningardeilda og sjúkrahúsa en þar er þó enn svigrúm fyrir umbætur.

Tilkoma stafrænna miðla (computed radiography (CR) og direct digital radiography (DDR eða DR)) á röntgendeildum hefur valdið miklum breytingum á flestum þáttum læknisfræðilegrar myndgreiningar. Einn helsti kostur þessara kerfa er sá að þau hafa mun víðara lýsingarsvið (e. dynamic range) heldur en filmur og mögnunarþynnur og gefa því nothæfar myndir hvort sem notuð er meiri eða minni geislun en verið hefði með gamla laginu. Með filmum var auðvelt að sjá þegar notuð var of mikil eða of lítil geislun, því þá urðu þær of svartar eða of ljósar og ónothæfar til greiningar. Víðara lýsingarsvið hefur einnig þann kost að endurteknum geislunum fækkar, en einnig eru þessi kerfi mun næmari en flest þau filmu- og mögnunarþynnukerfi sem notuð hafa verið. Þetta gefur möguleika á að lækka almennt geislaskammta (e. absorbed dose) við flestar röntgenrannsóknir. Þessi möguleiki til lækkunar skilar sér þó ekki alltaf af ýmsum ástæðum. Magn geislunar hefur mikil áhrif á myndsuð (e. image noise) í stafrænum myndmiðlum og því er hætta á að notuð sé hærri geislun en nauðsynlegt er til þess að fá myndir sem líta betur út, þ.e. með minna myndsuði.

Þróun CR og DR kerfa heldur áfram og nú eru í boði myndnemar með breyttu myndlagi, sem eiga að gera þá næmari fyrir geislun og auka þannig enn möguleikana á að lækka geislaskammta.

Þróun á Íslandi

Upphaf stafrænnar myndgerðar á röntgendeildum hófst á sínum tíma með tilkomu fyrsta tölvusneiðmyndataækisins, árið 1972. Þróun myndgerðar með tölvusneiðmyndataekjum (e. computed tomography (CT)), ómtækjum (e. ultrasound (US)) og segulómtækjum (e. magnetic resonance imaging (MRI)) hefur ekki síður verið hröð og áhrifarík fyrir læknisfræðina. Að auki hefur verið mikil þróun í skyggibúnaði, s.s. með DSA og öðrum myndvinnslumöguleikum.

Röntgendeildir á Íslandi byrjuðu að færa sig yfir í CR og DR árið 2003 og voru það Læknisfræðileg Myndgreining Dómus Medica og Landspítali Háskólasjúkrahús (LSH) sem riðu á vaðið, en síðan hafa fleiri staðir fylgt á eftir. Geislavarnir ríkisins (GR) áætla að um 90% af öllum röntgenrannsóknum sem framkvæmdar eru á landinu séu starfrænar og verða 97% þegar röntgendeild Krabbameinsfélags Íslands (KÍ) verður starfræn á þessu eða næsta ári.

ICRP rit 93 og hugtakið "Dose Creep"

Alþjóðageislavarnaráðið ([ICRP](#)) gaf út árið 2004 ritið "ICRP Publication 93, **Managing Patient Dose in Digital Radiology**", þar sem lýst er þeirri þróun sem átt hafði sér stað á röntgendeildum víðsvegar um heim í kjölfar þess að innleiddur var CR og DR búnaður. Ástæða þótti til að vara við því sem í dag er kallað "Dose Creep" eða stigvaxandi hækkun á geislaskömmtum röntgenrannsókna þar sem notaðir eru stafrænir miðlar. Í ritinu eru gefnar ýmsar ráðleggingar um hvernig skuli skipuleggja og stjórna innleiðingunni og fylgjast með þróun notkunar.

Í eftirfarandi upptalningu eru nokkrir punktar sem ICRP leggur til að skoðaðir verði sérstaklega þegar myndgreiningardeildir breyta yfir í stafræna myndgerð.

Skoða þarf við uppsetningu eftirfarandi þætti:

1. Næmni CR/DR kerfana.

2. Bera skal næmnina saman við næmni þeirra filmu-/mögnumarþynnukerfa sem voru til staðar.
3. Útbúa þarf umbreytingartöflur fyrir þær tókutöflur sem eru til staðar á stofum og í stjórnborðum röntgentækja.
4. Skoða þarf sérstaklega hvernig breyta á stillingum á svertustýringum (e. automatic exposure control), þar sem CR og DR kerfi hafa aðra orkunæmni en filmukerfin. Hér gæti þurft að gera töliverðar breytingar.
5. Skoða þarf geislaskammta rannsókna með t.d. húðgeislaskammti (e. entrance surface dose (ESD)) eða flatargeislun (e. dose area product (DAP)) fyrir helstu rannsóknir áður en breytingin á sér stað og síðan aftur á sömu rannsóknum þegar breytingin er um garð gengin. Þessar mælingar verða þá að viðmiðunargildum (e. reference level) fyrir þessar rannsóknir sem ætti að skoða aftur að ári liðnu til að meta hvort þau séu stöðug, hækkandi eða lækkandi. Hér ætti einnig að skoða myndgæði sem viðmiðun, s.s. myndsuð, upplausn (e. resolution) og kontrast við staðlaðar aðstæður.
6. Mælt er með því að skoða úrkast (e. repeat rate) og þá sérstaklega hvort myndvinnslukerfi leyfi að myndum sé eytt í kerfinu, þ.e. í PACS og RIS kerfum
7. Mælt er með því að skoða hvort ný myndvinnslukerfi geti gefið upplýsingar um tegundir rannsókna, tókugildi, fjölda mynda og geislaskammta.
8. Uppfæra þarf gæðaeftirlitskerfi deilda vegna þessara breytinga og til þess að fylgjast með ofangreindum þáttum.

Ritið má nálgast í heild sinni á þessari [slóð](#)

Á vefsíðu Minnu frænku (AuntMinnie.com) hafa reglulega birst greinar þar sem sagt er frá niðurstöðum rannsókna er snúa að þessum þáttum. [Hér](#) er hægt að nálgast nýjustu umfjöllunina. Þar kemur meðal annars fram að reglubundin endurskoðun (e. audit) á geislaskömmtum svo og menntun og fræðsla starfsmanna sé lykillinn að því að stemma stigu við "Dose Creep" eða skammtaskriði. Í grein Dr. Eliseo Vano ofl. sem birtist í [Radiology](#) 13. mars 2007 er sagt frá því að geislaskammtar við röntgenrannsóknir hafi aukist um 40 – 103% við innleiðingu á CR kerfi á sjúkrahúsi hans. Brugðist var við því, meðal annars með fræðslu fyrir starfsmenn og vöktun geislaskammta og eru geislaskammtar algengra rannsókna núna mun lægri en viðmiðunargildi þessara rannsókna í [Evrópu](#) og hjá [AAPM](#) í Bandaríkjunum.

Mælingar GR 1994 - 1999 og síðan 2004 – 2007

Geislavarnir ríkisins hafa m.a. það hlutverk samkvæmt lögum um geislavarnir ([44/2002](#)) að meta geislaálag sjúklinga vegna notkunar geislunar í læknisfræði. Stofnunin hefur í gegnum árin stundað mælingar á flatargeislun einstakra rannsókna á fjölda röntgendeilda, með dyggri aðstoð starfsmanna á viðkomandi deildum. Á tímabilinu 1994 – 1999 voru framkvæmdar um 5000 mælingar, á flestum röntgendeildum landsins. Niðurstöður þeirra mælinga má sjá í ritum stofnunarinnar á vefsíðu hennar (www.geislavarnir.is).

Árið 2004 var hafist handa við þessar mælingar að nýju og í dag hefur gögnum um tæplega 3000 rannsóknir verið safnað. Á þessu tímabili hafa flestar deildirnar orðið stafrænar, en þó ekki allar. Í nokkrum tilfellum hafa verið gerðar mælingar bæði rétt áður en CR var innleitt og síðan skömmu síðar. Stofnunin hefur í kjölfar mælinganna sent ábyrgðarmönnum viðkomandi deilda yfirlit um niðurstöður þeirra þar sem gerður er samanburður við eldri mælingar. Þar hefur yfirlit komið fram að geislaskammtar hafa lækkað fyrir sumar rannsóknir en hækkað fyrir aðrar.

Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður mælinga á flatargeislun (DAP) algengra rannsókna frá tímabilinu 1994 - 1999 og frá tímabilinu 2004 - 2006. Um er að ræða meðalflatargeislun og spönn mælinga fyrir bæði tímabilin og reiknuð breyting á milli tímabila. Á milli dálkana eru [norrænir viðmiðunargeislaskammtar](#) nokkurra af þessum rannsóknum sem gefnar voru út árið 1996.

Tafla 1. Þróun flatargeislunar röntgenrannsókna fyrir tvö tímabil og norræn viðmiðunargildi

Examinations	1994 - 1999			Nordic Guid. Level Gycm2	2004 - 2006			Changes %
	DAP Gycm2	Range min max			DAP Gycm2	Range min max		
Myeolography Lumbal	29,8	7,1	91,7		15,5	5,0	32,2	- 48,0
Pelvis	3,4	0,1	24,6	4	2,4	0,4	14,2	- 29,4
Lumbar spine	12,9	0,2	97,6	10	9,6	0,5	36,1	- 25,6
Thoracal spine	5,2	0,3	18,5		4,2	0,6	23,2	- 19,2
Hip	2,5	0,04	12,4		2,1	0,2	16,2	- 16,8
Sinuses	1,4	0,1	7,3		1,2	0,3	3,9	- 14,3
Chest /Thorax	0,6	0,01	5,4	1	0,57	0,1	6,5	- 5,0
IVU	18,2	0,8	64,8	20	19,4	1,7	71,5	6,4
Barium meal	28,9	6,1	105,9	25	31,9	5,5	204,2	10,4
Hips (both)	3,7	0,4	8,5		4,2	0,7	23,1	12,2
Abdomen	6,1	0,2	40,0		7,8	0,4	42,5	27,9
Esophagus	7,9	0,9	21,1		12,2	2,0	69,1	54,4
Barium enema	56,6	1,5	204,7	50	89,0	17,2	158,9	57,2

Í töflu 1 kemur fram að orðið hefur umtalsverð hækkun á geislaskömmtum við rannsóknir þar sem notuð eru barium skuggaefni (Barium enema (ristilrannsókn), Barium meal (magarannsókn), Esophagus (vélinrarannsókn)), en einnig fyrir nýrnarannsókn (IVU), mjaðmir (Hip) og kviðarholtsyfirlit (Abdomen). Þá eru ristilrannsóknir komnar langt yfir norrænan viðmiðunargeislaskammt, sem er áhyggjuefni. Á hinn bóginn hafa geislaskammtar margra rannsókna lækkað verulega.

Það er ekki síður athyglisvert við niðurstöðurnar í töflu 1 að spönn mælinganna er mikil, þannig að allt að hundraðfaldur munur er á milli hæsta og lægsta geislaskammts fyrir tiltekna rannsóknir og hefur það ekki breyst á milli tímabila.

Í töflu 2 eru sýndar samskonar niðurstöður og í töflu 1, en þar hefur mælingum fyrir seinna tímabilið verið skipt þannig að niðurstöðurnar sýna annars vegar meðalflatargeislun hjá deildum með filmur og mögnunarþyngur og hins vegar deildir með stafrænan búnað.

Tafla 2. Þróun geislaskammta rannsókna m.v. filmkerfi (film) og m.v. stafræn kerfi (CR/DR)

Examinations	Film (1994-9)		Film (2004-6)			CR - DR (2004 - 6)		
	DAP		DAP			DAP		
	Gy cm2	sd	Gy cm2	sd	+/- %	Gy cm2	sd	+/- %
Myelography Lumbal	29,8	14,9	17,9	6,8	- 39,9	15,0	7,2	- 49,8
Lumbar Spine	12,9	6,9	9,8	5,0	- 24,0	9,3	6,6	- 27,6
HIP	2,5	1,6	2,2	2,2	- 12,0	1,84	1,8	- 26,4
Chest/Thorax	0,6	0,4	0,56	0,7	- 6,7	0,56	0,6	- 6,7
Cerv.Spine	1,0	0,5	0,84	0,8	- 16,0	0,98	0,7	- 2,0
Sinuses	1,4	0,4	0,74	0,3	- 47,1	1,5	0,7	7,9
IVU	18,2	11,8	14,5	11,5	- 20,3	20,5	13,2	12,6

(sd = standard dev.)

Í töflu 2 sést að á deildum með filmur eru geislaskammtar þessara rannsókna alls staðar lægri á seinna tímabilinu. Þetta skýrist fyrst og fremst af því að á þessum tíu árum varð töluverð þróun í filmum og mögnunarþyngnum sem leiddi til lægri geislaskammta. Hins vegar sést einnig að rannsóknir eins og Sinuses (rannsókn á skútum) og IVU (nýrnarannsókn) hafa hækkað vegna tilkomu CR og DR.

Umræða

Ofangreindar niðurstöður Geislavarna á geislaskömmtum röntgenrannsókna benda til þess að geislaskammtar fyrir tiltekna rannsóknaflokka hafi hækkað með tilkomu CR og DR kerfa á röntgendeildum. Mikilvægt er að ábyrgðarmenn á röntgendeildum og starfsfólk geri sér grein fyrir þessari þróun og að ekki verði sjálfkrafa lækun á geislaskömmtum við innleiðingu CR eða DR kerfa. Þvert á móti geta geislaskammtar hækkað án þess að þess verði vart nema með mælingum.

Í nýlegu stefnuriti (e. white paper) ACR – [American College of Radiology](#) er fjallað um notkun geislunar í lækisfræði og meðal annars lögð áhersla á mikilvægi þess að fylgst sé reglulega með geislaskömmtum sjúklinga við röntgenrannsóknir og að til staðar sé virk fræðsla um geislun og geislavarnir fyrir alla sem að myndgreiningunni koma.

Nú standa yfir mælingar Geislavarna ríkisins á geislaskömmtum sjúklinga á röntgendeild FSA, með dyggri og mikilvægri aðstoð starfsmanna þar. Síðast voru gerðar mælingar þar sumarið 2004 áður en deildin varð stafræn og ættu niðurstöður þessara mælinga að gefa forsvarsmönnum deildarinnar upplýsingar um hvernig þróunin hefur verið. Til viðbótar stendur til að endurnýja tölvusneiðmyndatæki (TS) deildarinnar og er því einnig safnað upplýsingum um tókugildi við TS rannsóknir til þess að geta metið áhrif nýs tækis á geislaskammta sjúklinga.

Geislavarnir ríkisins hvetja alla ábyrgðarmenn röntgendeilda til þess að koma á reglulegu mati á geislaálagi þar sem því verður við komið. Sérstaklega þarf að meta framkvæmd rannsókna með háa geislaskammta og stuðla að umræðu og rannsóknum á geislaskömmtum og myndgæðum á deildunum. Stofnunin er ætíð reiðubúin til að styðja og styrkja slíkt framtak með fræðslu, upplýsingum, ráðgjöf og mælingum.

Heimildir:

1. Alþjóðageislavarnaráðið, ICRP Publication 93. Managing Patient Dose in Digital Radiology, [Volume 34, Issue 1, Mars 2004. Elsevier B.V.](#)
2. [GR96:07](#), Geislaálag vegna notkunar röntgengeislunar við sjúkdómsgreiningu
3. [GR97:02](#), Geislaálag vegna notkunar tölvusneiðmyndatækja við sjúkdómsgreiningu.
4. [GR99:02](#), Sjúkdómsgreining með röntgengeislun. Heildargeislaálag 1996.
5. [AuntMinnie.com](#) – sótt á vefsíður 19. júní 2007.
6. American College of Radiology [White Paper on Radiation Dose in Medicine](#), 2007. (<http://www.acr.org>), sótt á vefsíðu 19. júní 2007.