

GR 96:07

Geislavarnir ríkisins

Icelandic Radiation Protection Institute

Geislaálag vegna notkunar röntgengeislunar við sjúkdómsgreiningu

Guðlaugur Einarsson, yfirröntgentæknir

Tord Walderhaug, eðlisfræðingur

Reykjavík, Desember 1996

Efnisyfirlit

| | |
|--|----|
| 1. Inngangur | 1 |
| 2. Framkvæmd | 2 |
| 2.1 Fjöldi röntgenrannsókna á Íslandi | 2 |
| 2.2 Diamentor verkefnið | 3 |
| 3. Niðurstöður | 5 |
| 4. Umræða | 15 |
| 5. Lokaorð | 17 |
| Tilvísanir og heimildir | 18 |
| Viðauki A Um mælingar á flatargeislun | 19 |
| Viðauki B Stýriforrit fyrir Diamentor M2 | 28 |
| Viðauki C Yfirlit yfir mælingar á flatargeislun | 31 |

1. Inngangur

Notkun röntgengeislun vegna sjúkdómsgreiningar hefur í áratugi verið einn mikilvægasti og stærsti þáttur í læknisfræðilegri myndgreiningu. Þessi þáttur hefur einnig verið talinn sá stærsti í geislaálagi þjóðarinnar vegna notkunnar jónandi geislunar. Ein grundvallarleiðbeining Alþjóðageislavarnaráðsins (ICRP) er að halda skuli allri geislun eins lágrí og frekast er unnt, með tilliti til aðstæðan.⁽¹⁾ Mikilvægt er að koma í veg fyrir ónauðsynlegar geislanir og að geislunarbúnaður sé ávallt í fullkomnu lagi. Við framkvæmd röntgenrannsókna þarf að hafa í huga að rannsóknin sé framkvæmd á þann hátt að sem mestar greiningarupplýsingar fáiast og til þess notuð sem minnst geislun. ICRP ráðleggur að á a.m.k. fimm ára fresti fari fram úttekt á umfangi notkun jónandi geislunar í læknisfræði og að hópgeislaálag þjóðarinnar (collective effective dose) sé metið.⁽¹⁾ Með samanburði við aðrar þjóðir má meta stöðu landsins í þessum efnum og stuðla að úrbótum á þeim stöðum þar sem þörfin er mest og auðveldast er að ná marktækum árangri.

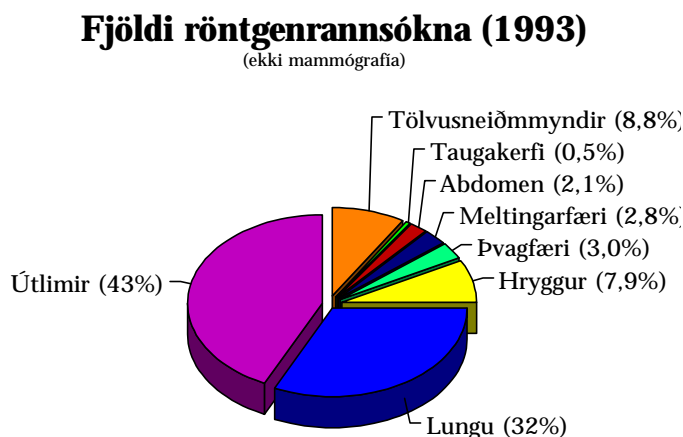
Með þessari skýrslu er að ljúka þriðja áfanga í rannsóknaráætlun Geislavarna ríkisins, sem hefur það markmið að kortleggja hópgeislaálag íslensku þjóðarinnar vegna notkunar röntgengeislunar við sjúkdómsgreiningu. Geislaálag vegna brjóstamyndatöku var metið árið 1993⁽²⁾. Árið 1994 var birt skýrsla um hópgeislaálag vegna notkunar röntgengeislunar við almennar tannlækningar⁽³⁾ og í ár (1996) var birt skýrsla um geislaálag vegna notkunar sérhæfðra tannröntgentækja⁽⁴⁾. Á næsta ári verður haldið áfram með mælingar á flatargeislun vegna almennra röntgentækja, ásamt því að metið verður hópgeislaálag vegna notkunar tölvusneiðmyndataekja. Í lok næsta árs verður síðan gefin út samantekt þar sem niðurstöður þessara þátta verður dregin saman og heildarmynd fæst á hópgeislaálag þjóðarinnar vegna notkunnar röntgengeislunar við sjúkdómsgreiningu.

2. Framkvæmd

2.1 Fjöldi röntgenrannsókna á Íslandi

Til þess að hægt sé að meta hópgeislaálag vegna notkunar röntgengeislunar verða að liggja fyrir upplýsingar um þann fjölda af röntgenrannsóknum sem framkvæmdar eru á landinu.

Árið 1994 var safnað upplýsingum frá öllum stöðum á landinu þar sem röntgentæki eru notuð vegna sjúkdómsgreiningar, um fjölda og flokkun framkvæmdra rannsókna árið 1993. Verkefnið var unnið í samvinnu við Ásmund Brekkan prófessor á röntgen- og myndgreiningardeild Landspítalans og voru niðurstöður birtar í Læknablaðinu 1995⁽⁵⁾. Í ljós kom að algengustu rannsóknir eru af útlimum og lungum, sbr. mynd 1.



Mynd 1. Fjöldi röntgenrannsókna samkvæmt könnun 1993.

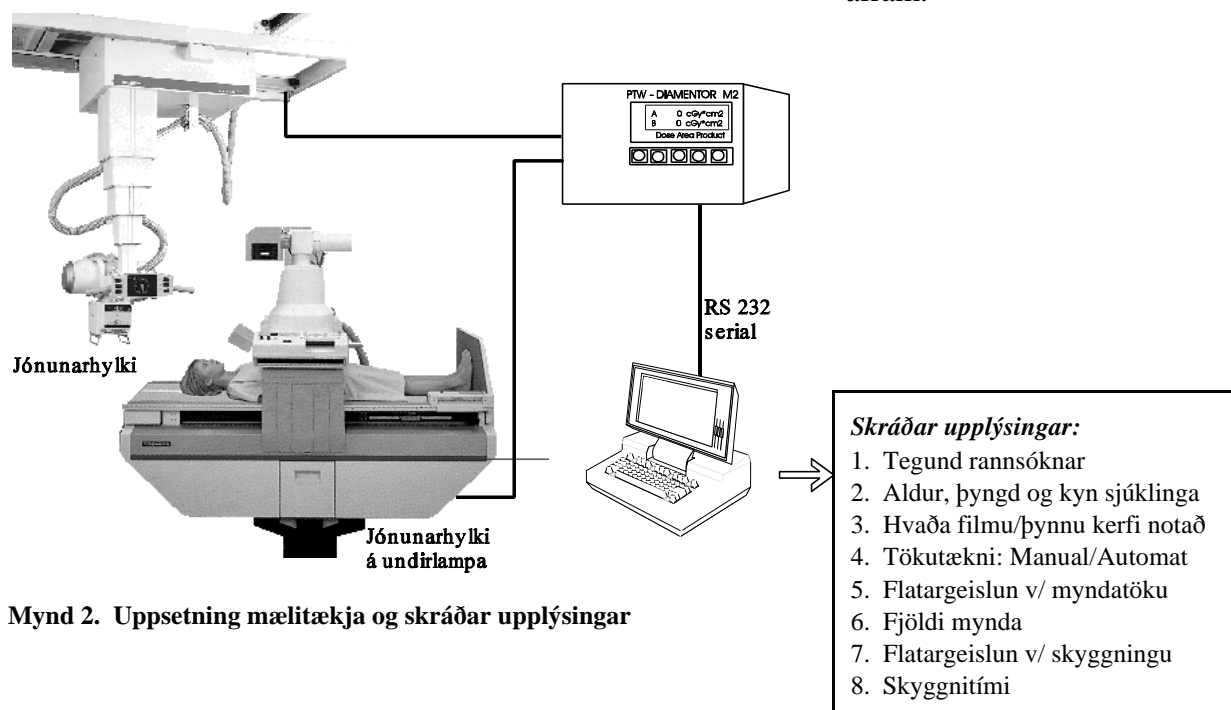
röntgenrannsóknir af brjóstum (mammógráfía). Árleg meðalaukning rannsókna þar sem notuð er jónandi geislun hefur verið um 1,7% síðustu 10 ár, á meðan meðalaukning allra myndgreiningarrannsókna hefur verið um 3,7%.

Gert er ráð fyrir því að safna upplýsingum um fjölda rannsókna á a.m.k. 5 ára fresti í framtíðinni, þannig að næst verður safnað upplýsingum fyrir árið 1998.

Með talsverðum eftirgangsmunum tókst að afla góðra gagna, en fram koma að skráning röntgenrannsókna er víða mjög bágborin og því verðugt verkefni að stuðla að úrbótum á því sviði. Heildarfjöldimyndgreiningar-rannsókna var 155.030, en þar af voru tölvusneiðmyndarannsóknir 11.042. Ekki eru taldar með ómunar- eða segulómunarrannsóknir og ekki

2.2 Diamentor verkefnið

Haustið 1993 hófst “Diamentor” verkefnið svokallaða, eftir þeim mælibúnaði sem notaður er. Framkvæmdar hafa verið mælingar á flatargeislun við framkvæmd röntgenrannsókna á öllum stærri sjúkrahúsum landsins ásamt mörgum smærri röntgendeildum. Alls hafa verið framkvæmdar um 3400 mælingar á 10 sjúkrahúsum (22 röntgenstofum) til nóvemberloka 1996. Markmiðið með mælingunum var að fá sem heilstæðasta mynd af geislaskömmtum sjúklinga á hverjum stað svo og á landsvísu. Einnig var markmiðið að finna þær röntgenrannsóknir sem valda mestu geislaálagi og áhugavert er að rannsaka áfram.



Mynd 2. Uppsetning mælitækja og skráðar upplýsingar

Mælingar á flatargeislun voru framkvæmdar með búnaði sem samanstendur af flötum jónunaryljkjum sem tengd eru við Diamentor M2 mælitæki frá PTW í Þýskalandi. Jónunarylkin voru fest við útgang hvers röntgenlampa, en nánari lýsing á mælibúnaði, mæliaðferðum og útreikningum koma fram í viðauka A með skýrslunni. Einmennings-tölva var notuð til að stjórna tækinu og skrá allar upplýsingar um hverja rannsókn, ásamt niðurstöðum. Notaður var sérstakur hugbúnaður sem þróaður hefur verið hjá stofnuninni⁽⁶⁾. Mælibúnaðurinn var kvarðaður eins og lýst er í viðauka A.

Framkvæmd mælinganna grundvallast á góðu samstarfi við starfsfólk á hverjum stað og áhugi starfsmanna á þessu verkefni var mikill. Þegar röntgenrannsókn hefst þarf að slá inn í tölvuna nokkrar upplýsingar, bæði um rannsóknina og sjúklinginn, sjá lýsingu í viðauka B. Eftir að starfsmaður hefur vanist þessum innslætti, tekur hann ekki meira en 1- 2 mínútur fyrir hvern sjúkling. Venjulega standa mælingar yfir í 1-2 mánuði við hvert röntgentæki og á þeim tíma er hægt að skrá nægilega margar rannsóknir til þess að geta metið geislaálag fyrir helstu og geislaþyngstu rannsóknirnar sem þar eru framkvæmdar. Á nokkrum stöðum þar sem umfang starfseminnar er í minna lagi hafa mælingar staðið í allt að 3 mánuði. Forritið sem safnar gögnum um einstakar rannsóknir, greinir á milli geislunar frá tveimur röntgenlömpum, hvort um sé að ræða skyggingu eða myndatöku og hvað skyggnitími er langur. Þegar safnast hafa um 300-350 rannsóknir er mælibúnaðurinn tekinn niður og gögn afrituð af einmenningstölvu yfir í tölvukerfi Geislavarna ríkisins. Þar er öllum gögnum safnað saman og unnið frekar úr þeim. Farið er yfir allar mælingarnar, hverja og eina, og gengið úr skugga um að sundurliðun á milli myndatöku og skyggingar sé rétt, svo og að talning á fjölda röntgenmynda sé rétt.

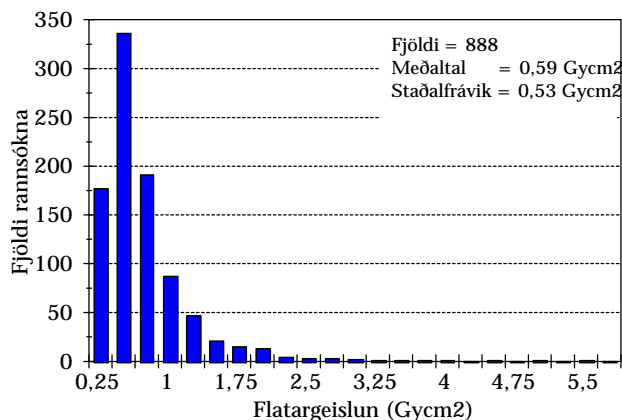
Gerð er skýrsla fyrir hvern stað með niðurstöðum mælinganna, þar sem sýnd er meðalflatargeislun fyrir allar mælingar sem gerðar voru, svo og reiknaðan meðalgeislaskammt fyrir einstaka rannsóknarflokka. Gerður er samanburður á meðalflatargeislun valinna rannsókna við norræn viðmiðunargildi fyrir þessar rannsóknir⁽⁷⁾, sjá einnig viðauka A. Með því að bera saman meðalflatargeislun þessara rannsókna sem framkvæmdar eru á staðnum, geta starfsmenn séð hvaða geislaskammt sjúklingar fá að meðaltali og hvernig framkvæmd rannsóknar, notkun tækjabúnaðar og vinnubrögð fyrir viðkomandi rannsóknir hafa þar áhrif. Ef meðalflatargeislun fyrir ákveðna rannsókn er hærri en viðmiðunargildið, er mælt með því að skoðaðar verði leiðir til þess að draga úr geislun fyrir þann rannsóknarflokk. Til frekari glöggvunar er einnig sýndur samanburður fyrir einstakar rannsóknir á milli sjúkrahúsa (nafnlaust). Þar sem það á við eru gefnar leiðbeiningar um það hvernig staðir geta lækkað geislaskammta sjúklinga og hafa þær leiðbeiningar bæði beinst að vinnubrögðum og búnaði.

3. Niðurstöður

Eins og fyrr segir hafa nú verið mældar um 3400 rannsóknir á 10 sjúkrahúsum, en mælingarnar eru ennþá í gangi og verður haldið áfram allt næsta ár.

Það sem er mest áberandi í samantekt á þessum mælingum er sá mikli munur sem er á geislaskömmtum sjúklinga innan hvers rannsóknarflokks og einnig munur í meðalgeislaskömmtum á milli sjúkrahúsa. Mestur er munurinn í mjaðmagrindarrannsóknnum, um 250 faldur munur á hæsta og lágsta gildi. Í lungnarannsóknnum er þessi munur um 200 faldur. Dreifing geislaskammta fyrir lungu hefur einnig mjög langan “hala” upp á við, sbr. mynd 3.

Lungnarannsókn
Allt landið - Flatargeislun



Mynd 3. Dreifing geislaskammta fyrir lungnarannsóknir

Niðurstöður flatargeislunar fyrir valdar rannsóknir eru sýndar í töflum 1 - 5. Um er að ræða niðurstöður frá öllum sjúkrahúsunum á lungnarannsóknnum, lumbalhyggjarrannsóknnum (col. Lumbalis), ristilrannsóknnum (Colon (tvíkontrast)), nýrnarannsóknnum (IVP) og mjaðmagrindarrannsóknnum (Pelvis). Í töflunum koma fram svipaðar upplýsingar og eru í niðurstöðuskýrslum fyrir hvern stað. Dreifing flatargeislunar á milli sjúkrahúsa eru gefnar í myndum 4 til 8. Norræn viðmiðunargildi um flatargeislun fyrir þessar rannsóknir sjást einnig á þessum myndum.

Í ljós kemur að meðalflatargeislun fyrir alla staðina eru hærri en norrænu viðmiðunargildin, nema fyrir lungnarannsóknir og nýrnarannsóknir þar sem meðalflatargeislunin er örlítið lægri. Aðeins einn staður af 10 er með meðalflatargeislun fyrir ofan norrænt viðmiðunargildi fyrir lungnarannsóknir, en meðalgildi allra staðanna er 0,59 Gycm², dreifingin var frá 0,29 til 1,09. Fyrir röntgenrannsóknir af lumbalhygg

eru 6 staðir af 10 fyrir ofan norræna viðmiðunargildið og meðtalið er 38% fyrir ofan. Fyrir nýrmarannsóknir eru fjórir staðir af níu, fyrir ofan, sama er að segja um ristilrannsóknir (af 8 mældum) og mjaðmagrindarrannsóknir (af 9 mældum).

Í ristilrannsóknnum er skygging valdur að stórum hluta þess geislaskammts sem sjúklingar fá og er meðalhluftfall skyggingar 59%. Á fjórum stöðum (af 8) er meðalflatargeislun 16 - 40% fyrir ofan norræna viðmiðunargildið. Skygging er ekki notuð við framkvæmd lungna- og mjaðmagrindarrannsókna og eingöngu á tveimur stöðum við lumbalhrygg og nýrmarannsóknir. Hlutfall skyggingar er 12% (B3) og 15% (L1) á tveimur stöðum fyrir lumbalhrygg. Á þeim tveimur stöðum þar sem skygging er notuð við nýrmarannsóknir er hlutfallið 15% (L1) og 19% (L3).

Í töflum 1 til 5 má sjá að mikill munur getur verið í meðalgeislaskammti sjúklinga bæði á milli staða fyrir sömu rannsókn og á milli sjúklinga í sömu rannsókn á einstaka stað. Í töflu 1- 5, sést að munurinn í meðalflatargeislun á milli staða getur verið á bilinu 3 til 30 faldur og á milli lægst og hæsta gildis getur hann verið 18 til 250 faldur. Munurinn á geislaskammti sjúklinga fyrir sömu rannsókn, á sama stað getur verið 4 til 24 faldur.

Á myndum 9 til 14 eru sýndar dreifing meðalflatargeislunar fyrir eftirfarandi rannsóknir, en ekkert viðmiðunargildi hefur verið sett fyrir þær; háls hryggur, brjóst hryggur, báðar mjaðmir, kviðarholysfirlit, Sinusar og hné/fótleggur.

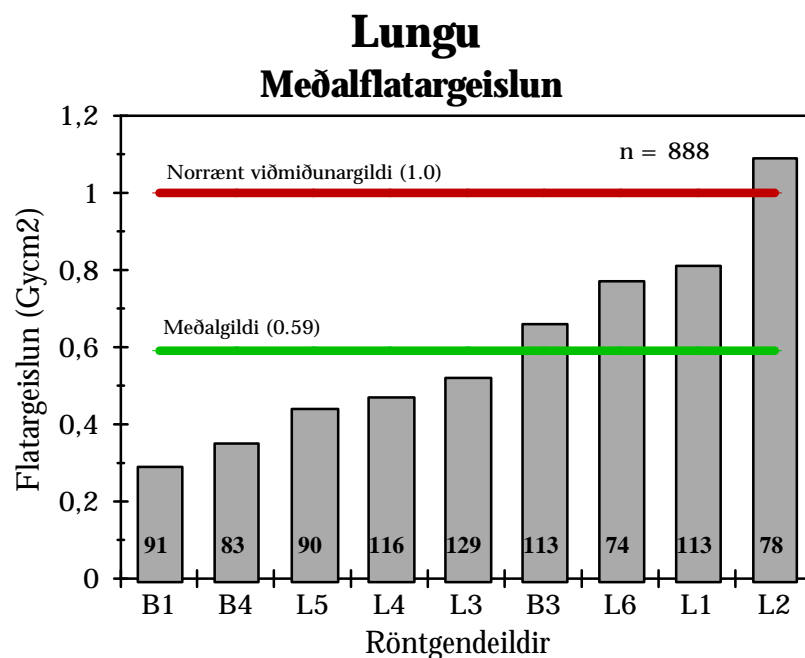
Í viðauka C eru niðurstöður fyrir allar mælingar. Þar hefur mælingum frá mismunandi stöðum verið skellt saman og reiknuð út meðaltalsgildi fyrir einstakar rannsóknir og meðalgeislaskammtur.

Mælingar á röntgenrannsóknnum hjá börnum (yngri en 10 ára) voru 180 og dreifðust á 23 rannsóknarflokka. Þær mælingar eru ekki notaðar við mat á hópgeislaálagi í þessum niðurstöðum en verða skoðaðar sérstaklega þegar hópgeislaálag allra röntgenrannsókna verður metið á næsta ári.

Tafla 1. Lungnarannsóknir. Niðurstöður mælinga á flatargeislun

| Staður* | Fjöldi mæling | Meðal fæðingar ár | Meðal þyngd kg | Meðal háspenn a kV | Meðal fjöldi mynda | Hæsta gildi (Gycm ²) | Lægsta gildi (Gycm ²) | Meðalflatargeislun (Gycm ²) |
|-----------|---------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| B1 | 91 | 67 (16) | 73 (15) | 131 (12) | 2 (1) | 0,66 | 0,05 | 0,29 (0,15) |
| B2 | | | | | | | | |
| B3 | 113 | 65 (16) | 68 (16) | 120 (8) | 2 (1) | 4,8 | 0,1 | 0,66 (0,69) |
| B4 | 83 | 62 (21) | 72 (18) | 124 (8) | 2 (1) | 1,9 | 0,1 | 0,35 (0,27) |
| L1 | 113 | 65 (20) | 74 (14) | 125 (1) | 2 (0) | 5,4 | 0,17 | 0,81 (0,67) |
| L2 | 78 | 50 (18) | 76 (19) | 117 (2) | 2 (1) | 4,5 | 0,2 | 1,09 (0,77) |
| L3 | 129 | 63 (23) | 70 (16) | 105 (7) | 2 (0) | 1,7 | 0,1 | 0,52 (0,25) |
| L4 | 116 | 63 (17) | 75 (14) | 125 (1) | 2 (1) | 1,17 | 0,06 | 0,47 (0,3) |
| L5 | 90 | 62 (22) | 74 (17) | 116 (3) | 2 (1) | 1,5 | 0,1 | 0,44 (0,27) |
| L6 | 74 | 64 (20) | 76 (14) | 124 (5) | 2 (1) | 3,5 | 0,15 | 0,77 (0,51) |
| Meðaltal: | | 63 (20) | 73 (16) | 121 (10) | 2 (1) | 5,44 | 0,05 | 0,59 (0,53) |

* Sjúkrahúsir eru merkt, þannig að sjúkrahús í höfuðborgarsvæðinu byrja á B, en sjúkrahús á landsbyggðinni byrja á L.

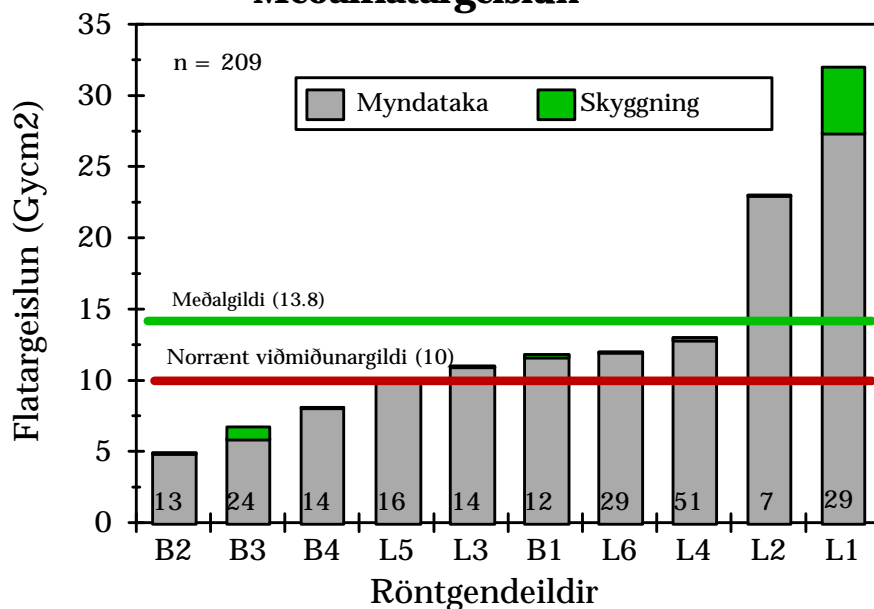


Mynd 4. Dreifing meðalflatargeislunar og norrænt viðmiðunargildi fyrir lungu

Tafla 2. Lumbalhryggur. Niðurstöður mælinga á flatargeislun

| Staður | Fjöldi mæling | Meðal fæðingar ár | Meðal þyngd kg | Meðal háspenn a kV | Meðal fjöldi mynda | Hæsta gildi (Gycm ²) | Lægsta gildi (Gycm ²) | Meðalflatargeislun (Gycm ²) |
|-----------|---------------|-------------------|----------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| B1 | 12 | 53 (21) | 74 (9) | 71 (3) | 5 (2) | 28,5 | 2,2 | 11,8 (2,2) |
| B2 | 13 | 57 (20) | 76 (15) | 75 (3) | 5 (1) | 14 | 2,6 | 4,9 (2,7) |
| B3 | 13 | 59 (18) | 77 (13) | 76 (3) | 5 (1) | 15,1 | 1,1 | 6,7 (3,9) |
| B4 | 14 | 59 (19) | 75 (18) | 79 (4) | 5 (2) | 31,2 | 2,3 | 8,1 (7,1) |
| L1 | 29 | 54 (22) | 77 (14) | 70 (1) | 4 (1) | 97,6 | 6,6 | 32 (21) |
| L2 | 7 | 55 (10) | 82 (10) | 72 (2) | 6 (1) | 30,5 | 15,6 | 23 (5) |
| L3 | 14 | 60 (18) | 79 (9) | 70 (0) | 4 (1) | 21 | 5,0 | 11 (5) |
| L4 | 51 | 51 (19) | 78 (19) | 72 (4) | 5 (1) | 41 | 1,5 | 13 (9) |
| L5 | 16 | 52 (16) | 74 (13) | 75 (2) | 5 (1) | 25,1 | 1,6 | 10 (7) |
| L6 | 29 | 54 (23) | 80 (13) | 71 (2) | 4 (1) | 37,1 | 3,9 | 12 (6) |
| Meðaltal: | | 54 (20) | 77 (15) | 73 (4) | 5 (2) | 97,6 | 1,1 | 13,8 (12,7) |

Lumbalhryggur Meðalflatargeislun

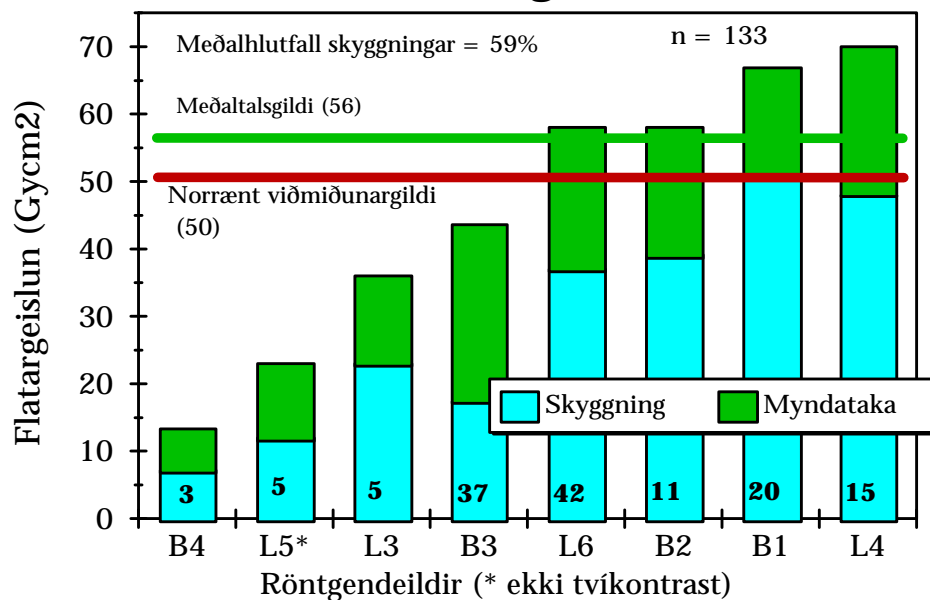


Mynd 5. Dreifing meðalflatargeislunar og norrænt viðmiðunargildi fyrir lumbalhrygg

Tafla 3. Ristilrannsókn. Niðurstöður mælinga á flatargeislun

| Staður | Fjöldi mælinga | Meðal aldur | Meðal þyngd kg | Meðal hásp. kV | Meðal fjöldi mynda | Hæsta gildi (Gycm ²) | Lægsta gildi (Gycm ²) | Meðal flatargeislun (Gycm ²) | Hlutfall skyggningar % |
|-----------|----------------|-------------|----------------|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|
| B1 | 20 | 59 (18) | 74 (16) | 91 (5) | 20 (5) | 165 | 25 | 67 (37) | 76 |
| B2 | 42 | 61 (18) | 67 (12) | 90 (2) | 16 (4) | 117 | 26 | 58 (22) | 68 |
| B3 | 37 | 54 (19) | 71 (14) | 105 (8) | 15 (4) | 205 | 15 | 44 (36) | 40 |
| B4 | 3 | 69 (10) | 65 (17) | 102 (20) | 11 (3) | 16 | 11 | 13 (2) | 54 |
| L1 | | | | | | | | | |
| L2 | | | | | | | | | |
| L3 | 5 | 87 (4) | 70 (10) | 120 (0) | 14 (3) | 51 | 21 | 36 (13) | 64 |
| L4 | 15 | 52 (17) | 77 (17) | 115 (12) | 14 (3) | 131 | 28 | 70 (22) | 69 |
| L5 | 5 | 66 (9) | 67 (17) | 117 (0) | 13 (4) | 36 | 11 | 23 (10) | 52 |
| L6 | 11 | 68 (22) | 74 (16) | 90 (0) | 11 (1) | 96 | 24 | 58 (23) | 64 |
| Meðaltal: | | 60 (18) | 72 (15) | 98 (12) | 17 (7) | 205 | 11 | 56 (32) | 59 |

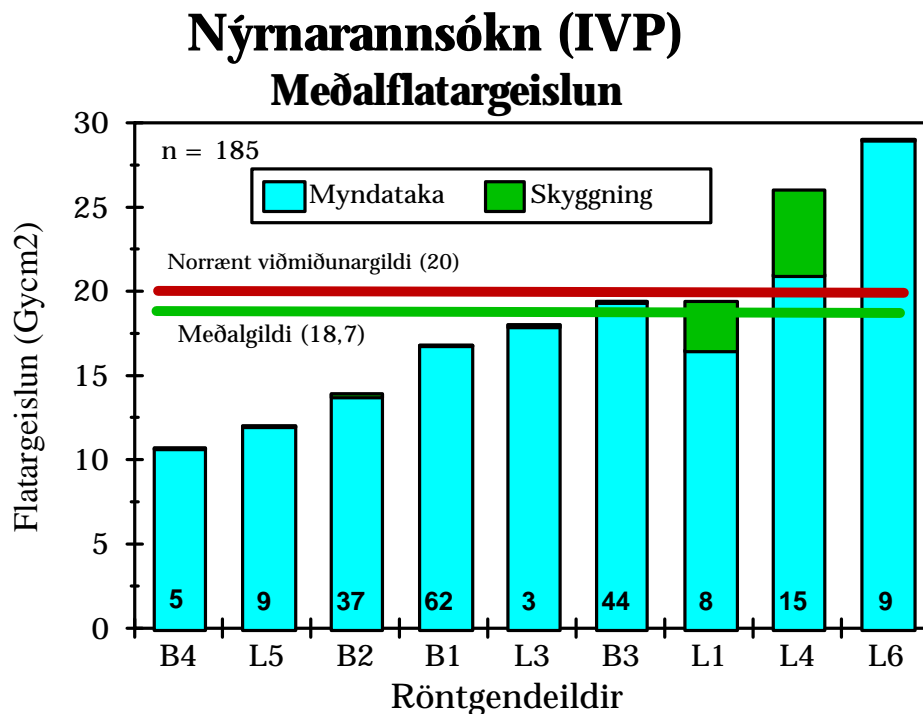
Ristill (tvíkontrast) Meðalflatargeislun



Mynd 6. Dreifing meðalflatargeislunar og norrænt viðmiðunargildi fyrir ristilrannsókn

Tafla 4. Nýrnarannsókn. Niðurstöður mælinga á flatargeislun

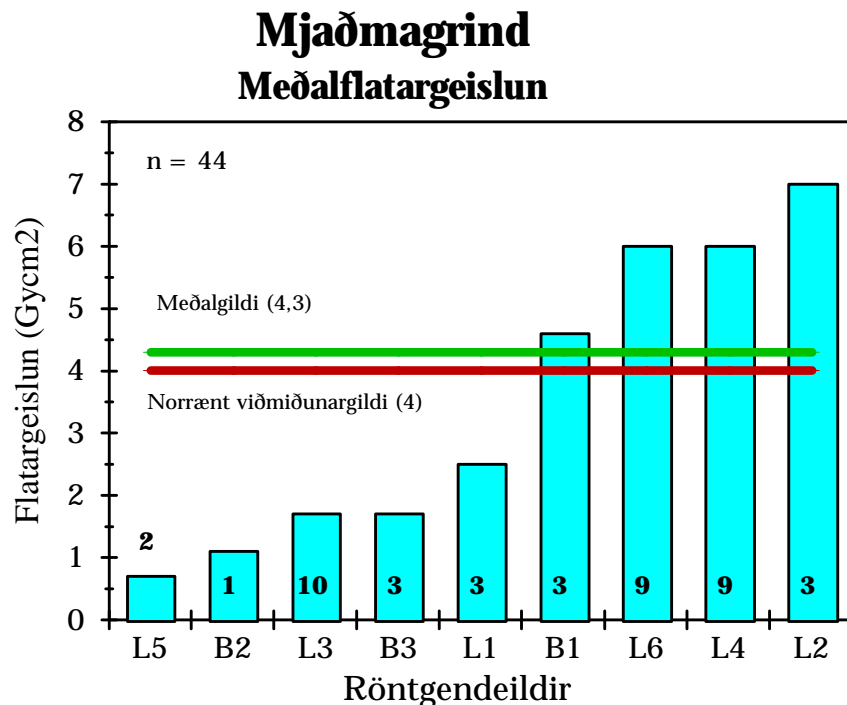
| Staður | Fjöldi mælinga | Meðal fæðing ár | Meðal þyngd kg | Meðal hásp. kV | Meðal fjöldi mynda | Hæsta gildi (Gycm ²) | Lægsta gildi (Gycm ²) | Meðal flatargeislun (Gycm ²) | Hlutfall skyggningar % |
|-----------|----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|
| B1 | 60 | 58 (19) | 80 (15) | 73 (3) | 10 (4) | 65 | 1 | 17 (13) | |
| B2 | 37 | 51 (17) | 81 (14) | 71 (2) | 12 (3) | 37 | 3 | 14 (8) | |
| B3 | 44 | 49 (18) | 80 (14) | 70 (1) | 12 (2) | 62 | 5 | 19 (11) | |
| B4 | 5 | 54 (17) | 68 (15) | 70 (0) | 11 (7) | 21 | 3 | 11 (7) | |
| L1 | 8 | 47 (17) | 71 (16) | 70 (1) | 10 (3) | 43 | 7 | 19 (13) | 15 |
| L2 | | | | | | | | | |
| L3 | 3 | 67 (9) | 72 (14) | 70 (0) | 14 (2) | 25 | 11 | 18 (7) | |
| L4 | 15 | 56 (14) | 74 (12) | 75 (4) | 10 (3) | 56 | 7 | 26 (14) | 19 |
| L5 | 9 | 53 (20) | 63 (17) | 69 (6) | 15 (3) | 37 | 6 | 12 (10) | |
| L6 | 9 | 51 (22) | 75 (15) | 70 (1) | 12 (1) | 64 | 9 | 29 (19) | |
| Meðaltal: | | 52 (18) | 78 (15) | 72 (3) | 12 (3) | 65 | 3 | 19 (13) | |



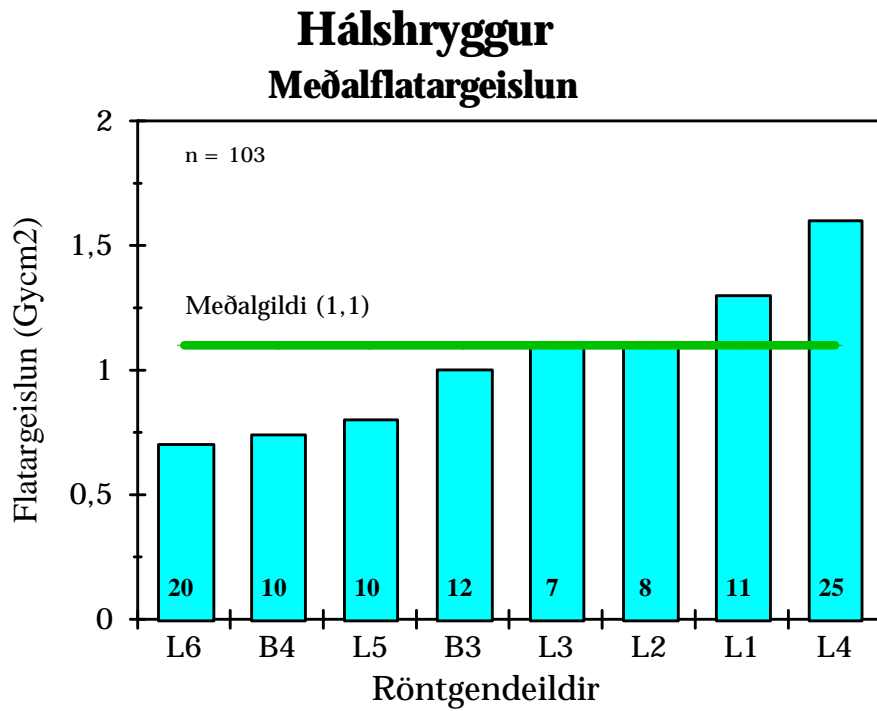
Mynd 7. Dreifing meðalflatargeislunar og norrænt viðmiðunargildi fyrir nýrnarannsókn

Tafla 5. Mjaðmagrind (Pelvis). Niðurstöður mælinga á flatargeislun

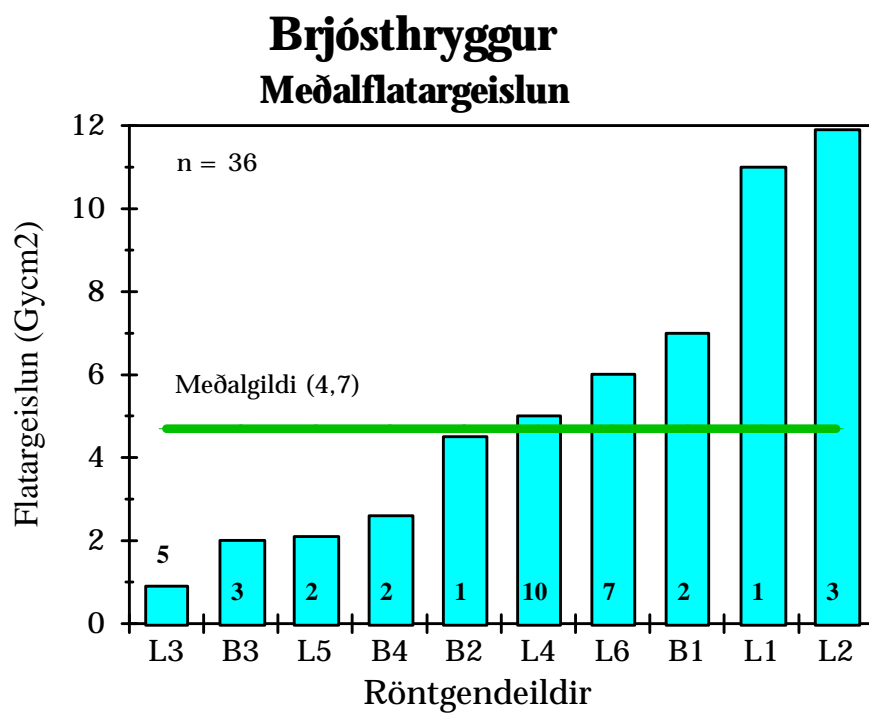
| Staður | Fjöldi mælinga | Meðal aldur | Meðal þyngd kg | Meðal hásp. kV | Meðal fjöldi mynda | Hæsta gildi (Gycm ²) | Lægsta gildi (Gycm ²) | Meðal flatargeislun (Gycm ²) |
|-----------|----------------|-------------|----------------|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|
| B1 | 3 | 49 (16) | 104 (35) | 74 (1) | 1 (1) | 7 | 3 | 4,6 (2,4) |
| B2 | 1 | 50 | 84 | 70 | 2 | | | 1,1 |
| B3 | 3 | 74 (14) | 54 (14) | 70 (0) | 1 (0) | 3 | 1 | 1,7 (1,4) |
| B4 | | | | | | | | |
| L1 | 3 | 55 (27) | 78 (7) | 70 (0) | 1 (1) | 3 | 2 | 3 (1) |
| L2 | 3 | 54 (11) | 76 (14) | 68 (3) | 2 (1) | 11 | 4 | 7 (3) |
| L3 | 10 | 55 (30) | 75 (13) | 71 (2) | 1 (1) | 3 | 1 | 1,7 (0,7) |
| L4 | 9 | 70 (14) | 80 (12) | 75 (6) | 2 (1) | 25 | 2 | 6 (7) |
| L5 | 2 | 77 (5) | 52 (24) | 68 (3) | 2 (1) | 1 | 0,1 | 0,7 (0,8) |
| L6 | 9 | 69 (19) | 81 (8) | 73 (5) | 2 (1) | 19 | 1 | 6 (5) |
| Meðaltal: | | 62 (21) | 79 (16) | 72 (4) | 2 (1) | 25 | 0,1 | 4,3 (4,5) |



Mynd 8. Dreifing meðalflatargeislunar og norrænt viðmiðunargildi fyrir mjaðmagrind

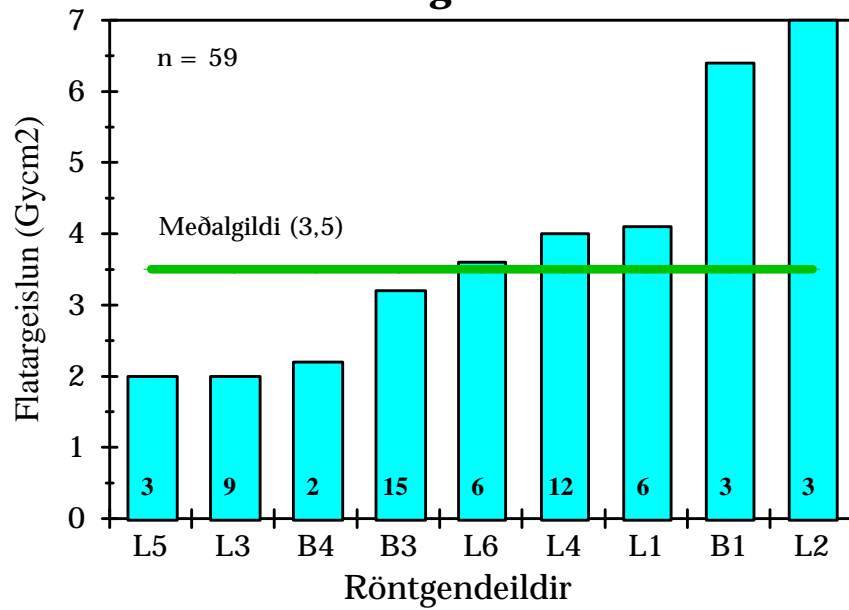


Mynd 9. Dreifing meðalflatargeislunar fyrir hálshrygg



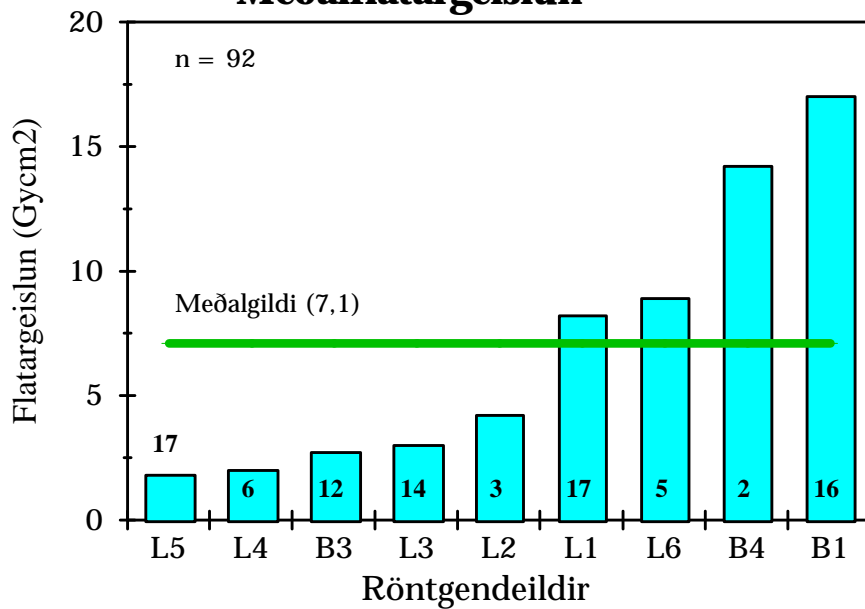
Mynd 10. Dreifing meðalflatargeislunar fyrir brjósthrygg

Báðar mjaðmir Meðalflatargeislun



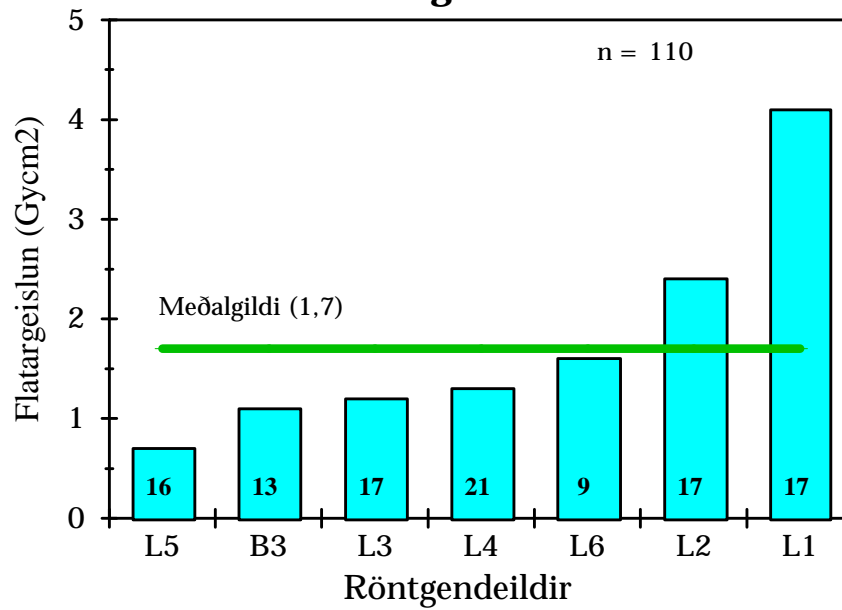
Mynd 11. Dreifing meðalflatargeislunar fyrir rannsókn af báðum mjöðmum

Kviðarholsyfirlit (abdomen) Meðalflatargeislun



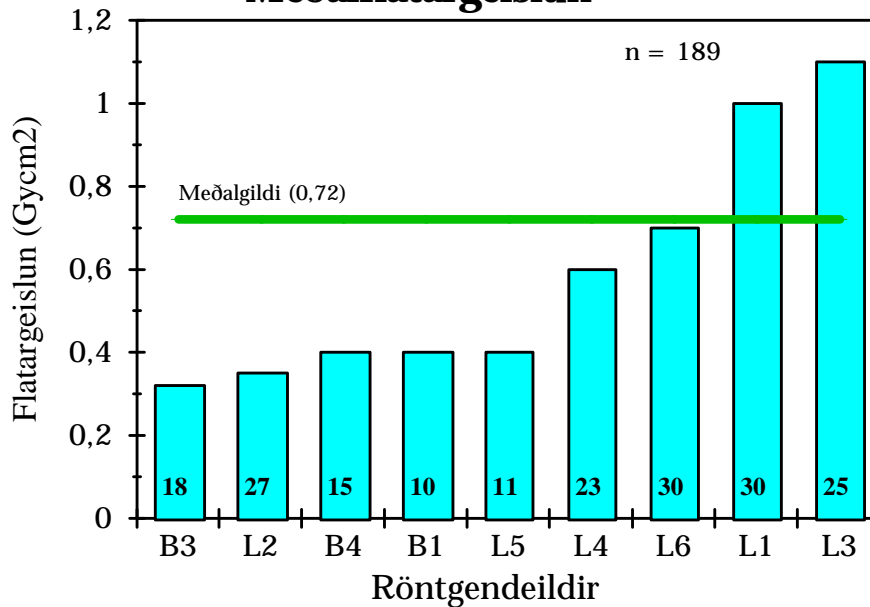
Mynd 12. Dreifing meðalflatargeislunar fyrir kviðarholsyfirlit

Sinuser Meðalflatargeislun



Mynd 13. Dreifing meðalflatargeislunar fyrir sinuserannsóknir

Hné / Fótleggur Meðalflatargeislun



Mynd 14. Dreifing meðalflatargeislunar fyrir rannsókn af hné eða fótlegg

4. Umræða

Mat á hópgeislaálagi vegna röntgenrannsókna er erfitt vegna þess hve mikil dreifing er í geislaskömmtum sjúklinga af ýmsum ástæðum. Í reynd verður að láta nægja gróft mat, þar sem áætlaður fjöldi framkvæmdra rannsókna er margfaldaður með meðalgeislaskammti. Meðalgeislaskammtur rannsóknarflokkana er vegið meðaltal, þar sem tekið er tillit til fjölda rannsókna á hverjum stað miðað við heildarfjölda rannsókna árið 1993. Þetta meðaltal getur því verið frábrugðið meðaltali allra mældra rannsókna í hverjum flokki (sbr. viðauka C). Með þessu móti fæst þökkalegt yfirlit um það hvað einstakir rannsóknarflokkar vege þungt í hópgeislaálaginu. Heildarmat mat á geislaálagi vegna röntgenrannsókna verður ekki fullgert fyrr en í lok næsta árs. Í töflu 6 er niðurstöður hópgeislalags fyrir þær röntgenrannsóknir sem mældar hafa verið hingað til og í mynd 15 er sýnt vægi einstakra rannsóknaflokka. Ekki kemur á óvart að ristilrannsóknir vege þar þungt, sambærilegar niðurstöður hafa fengist í nágrannalöndum okkar ^(8,9).

Þær niðurstöður sem hér hafa fengist um meðalflatargeislun og meðalgeislaskammt, fyrir einstaka rannsóknarflokka benda til þess að víða megi lagfæra ýmislegt í framkvæmd þessara rannsókna. Það sem að öllum líkindum hefur einna mest áhrif eru vinnubrögð í þeim rannsóknum þar sem notuð er skygging, samanber að meðalhluftfall skyggingar er 59% við ristilrannsóknir. Einnig er áberandi að þar sem til staðar eru “remote control” vinnuborð eða fjarstýrð vinnuborð er skygging notuð við rannsóknir sem annars eru teknar án skyggingar þar sem slíkur búnaður er ekki til staðar. Slík notkun veldur óþarfa geislun á sjúkling. Á þeim stöðum þar sem mælingarnar hafa farið fram, er í notkun mjög fjölbreytilegt úrval af filmu/þynnu samsetningum og getur það að einhverju leyti skýrt mikinn mun í geislaskömmtum fyrir sömu rannsóknir á milli staða. Þar sem filmu/þynnukerfi með lága næmni eru notuð við framkvæma geislaþungar rannsóknir (t.d. skuggaefnisrannsóknir), þarf að grípa til úrbóta.

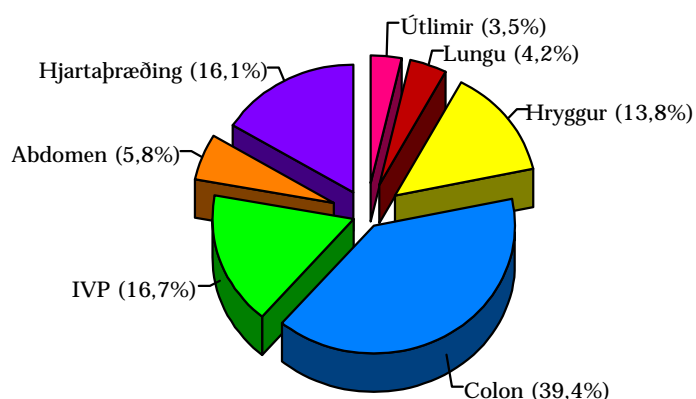
Í ljósi þess að mikilvægt er að meðalflatargeislun ákveðinna rannsókna sé innan þeirra norrænu viðmiðunargilda sem birt hafa verið, verður lögð á það áhersla af hálfu Geislavarna ríkisins að geislaskammtar sjúklinga á einstökum stöðum lækki. Þessar mælingar hafa gefið tækifæri til þess að takast á við það verkefni á markvissan hátt.

Tafla 6. Vægi rannsóknarflokka í hófgeislaálagi (Collective dose)

| Rannsókn | Fjöldi mælinga | Meðalgeislaskammtur (mSv) | Fjöldi rannsókna (1993) | Hófgeislaálag manSv | Hlutfall af heild % |
|---|----------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| Lungu (thorax/pulm.) | 888 | 0,07 | 49,500 | 3,68 | 4.20 |
| Hálshryggur (col. cervicalis) | 103 | 0,08 | 3,040 | 0,25 | 0.30 |
| Brjósthryggur (col. thoracalis) | 40 | 0,63 | 2,400 | 1,54 | 1.80 |
| Mjóhryggur (col. lumbalis) | 209 | 1,68 | 6,100 | 10,23 | 11.80 |
| Nýrnarannsókn (IVP) | 185 | 3,13 | 4,500 | 14,52 | 16.70 |
| Ristilrannsókn, tvíkont. (colon double kont.) | 135 | 11,5 | 3,000 | 34,30 | 39.40 |
| Kviðarholsyfirlit (abdomen) | 103 | 2,14 | 3,300 | 5,09 | 5.80 |
| Mjaðmagrind (Pelvis) | 44 | 0,6 | 600 | 0,38 | 0.40 |
| Hjartaþræðingar (coronary angiografía) | 66 | 7,3 | 2,000 | 14,0 | 16.10 |
| Útlimir (extremities) | 815 | 0.09 ^{*1} | 48,220 | 3,05 | 3.50 |
| Samtals: | | | | 87,04 | |

*1 Veginn meðalgeislaskammtur fyrir alla útlimi og m.t.t. fjölda rannsókn á hverjum stað

Geislaálag vegna röntgenrannsókna (mælingar 1993 - 1996)



Mynd 15. Vægi rannsóknarflokka í hófgeislaálagi

5. Lokaorð

Í þessum áfanga rannsóknaráætlunar stofnunarinnar vegna hópgeislaálags þjóðarinnar af notkun röntgenbúnaðar í lækni­fræði, hefur verið aflað upplýsinga um hópgeislalag vegna almennra röntgenrannsókna. Eftir er að afla upplýsinga um og meta hópgeislaálag vegna tölvusneiðmyndataekja, en talið er að það geti verið á bilinu 20 - 25% af heildargeislaálaginu ef miðað er við kannanir sem gerðar hafa verið t.d. í Bretlandi⁽¹⁰⁾.

Geislavarnir ríkisins munu á næsta ári aðstoða stærri sjúkrahús við að taka upp innra eftirlit og mun þá gefast tækifæri til þess að vinna að lækkun á geislaskömmtum sjúklinga. Stofnunin mun skoða nánar þau gögn sem fengist hafa með þessum mælingum, með það fyrir augum að greina betur ástæður hærri geislunar við einstakar rannsóknir og á einstökum stöðum. Með leiðbeiningum fyrir starfsfólk, fræðslu og ýtarlegri mælingum er þess vænst að draga megi úr geislaálagi sjúklinga vegna röntgenrannsókna á næstu árum.

Tilvísanir og heimildir

1. ICRP (International Commission on Radiological Protection), *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Publication 60, Pergamon Press, Oxford, (1990).
2. Geislavarnir ríkisins. *Pósteftirlit með tannröntgentækjum 1991- 93*, GR 94:05.
3. Geislavarnir ríkisins. *Geislaskammtar við brjóstamyndatökur*, GR 93:01.
4. Geislavarnir ríkisins. *Geislaálag vegna notkunar sérhæfðra tannröntgentækja*, GR 96:05.
5. Einarsson G., Brekkan Á., *Röntgen- og myndgreiningarrannsóknir á Íslandi 1993. Yfirlit og samanburður við fyrri ár*. Læknablaðið 1995, 81. 790-797.
6. Walderhaug T.P. and Einarsson G., *Analyse av data fra arealdosemålinger av pasienter i röntgendiagnostikk*. Nordisk Selskap for Strålevern, det 11te ordinære møtet, Reykjavík, Ísland. Proceedings (in press).
7. The Radiation Protection Authorities in the Nordic Countries, *Nordic Guidance Levels for Patient Doses in Diagnostic Radiology*, Report on Nordic Radiation Protection Cooperation, GR 05:1996.
8. Saxebøl G., Olerud H.M. og Lundgren L.E., *Strålehygienisk analyse av medisinsk virksomhet i Norge. Status 1/1-1988: Stråledoser til pasienter i röntgendiagnostikk*, SIS rapport 1988:6, Statens Strålevern, (1988).
9. Huges J.S. and O’Riordan M.C., *Radiation Exposure of the UK Population - 1993 Review*. NRPB - R263. National Radiological Protection Board, UK, 1993
10. Jones D.G., Shrimpton P.C., *Survey of CT practice in the UK. Part 3*. NRPB - R250. National Radiological Protection Board, UK, 1991.

Um mælingar á flatargeislun

Efnisyfirlit

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Inngangur | 20 |
| 2. | Skilgreining. Mæliaðferðir | 20 |
| 3. | Umreikningur í geislaálag | 21 |
| 4. | Nákvæmni í mælingum. Kvörðun mælibúnaðar | 22 |
| 5. | Nákvæmni við umreikning í geislaálag | 24 |
| 6. | Um viðmiðunargildi flatargeislunar | 24 |
| | Heimildir | 26 |

1. Inngangur

Til þess að hægt sé að gera nákvæma úttekt á geislaálagi sjúklinga við röntgenrannsóknir þurfa upplýsingar um meðalgeislaskammta á einstök líffæri að liggja fyrir (ICRP, 1990). Þar sem mjög erfitt er að mæla geislaskammta á einstök líffæri beint, hafa einfaldari aðferðir verið þróaðar og eru tvær helstar.

Sú fyrri er að mæla geislaskammt í lofti við yfirborð sjúklings og hafa upplýsingar um stærð geislasviðs. Til eru töflur frá mælingum á fantómum og Monte Carlo útreikningar sem tengja slíkar mælingar við geislaálag (Jones og Wall, 1985, Hart et al., 1994).

Síðari aðferðin er að mæla geislaskammt í lofti margfaldaðan með stærð geislaðs svæðis, svokölluð flatargeislun, þ.e. ein stærð með einingunni $Gy\text{cm}^2$ eða $Gy\text{m}^2$. Notaðir eru stuðlar úr töflum til að áætla gleypa orku, meðalgeislaskammt og geislaálag (Carlsson, 1963, Shrimpton og Wall, 1982, Persliden og Alm Carlsson, 1984, Alm Carlsson et al., 1984, Alm Carlsson og Carlsson, 1986, Olerud, 1987, Saxeböl et al., 1988, Hart et al., 1994).

Geislavarnir ríkisins hafa valið síðari aðferðina, þ.e. að mæla flatargeislun og verða helstu þættir þeirrar mæliaðferðar lýst hér á eftir, ásamt mati á geislaálagi sjúklinga við röntgengreiningu.

2. Skilgreining. Mæliaðferðir

Flatargeislun er skilgreind með eftirfarandi jöfnu:

$$F = \int_A D_A dA \quad (1)$$

þar sem A er stærð geislaðs svæðis og D_A er geislaskammtur í lofti. Ef D_A er fasti, þ.e. geislunin er einsleit í plani hornrétt á geislastefnuna, einfaldast jafnan í:

$$F = D_A \cdot A \quad (2)$$

Flatargeislun er því oft nefnt margfeldi geislaskammts í lofti og stærð geislaðs svæðis (Dose-Area Product). Strangt tiltekið gildir síðari jafnan ekki, aðallega vegna hælhrifa í röntgensviðinu. Hún er hins vegar það góð nálgun að hún er notuð við kvörðun á jónunarhylkjum sem notuð eru til að mæla

flatargeislun.

Ef fjarlægð frá uppsprettu geislunar breytist, gildir eftirfarandi fyrir flatarmálið, A , og styrk geislunar, I :

$$A_2 = \frac{l_2^2}{l_1^2} A_1 \quad \text{og} \quad I_2 = \frac{l_1^2}{l_2^2} I_1$$

þar sem l_1 og l_2 er mismunandi fjarlægð frá uppsprettu geislunar. Samkvæmt ofangreindu er flatargeislun því að mestu óháð fjarlægð frá röntgenlampanum og auðvelt að mæla hana beint með stóru jónunarhylki (parallell plate), sem staðsett er við blenduop röntgenlampans og sem nær yfir allt geislasviðið.

3. Umreikningur í geislaálag

Hægt er að nota stuðla sem tengja flatargeislun beint við geislaálag samkvæmt ICRP 60 (Hart et al., 1994). Stuðlarnir eru fundnir með hjálp Monte Carlo útreikninga á stærðfræðilegu fantómi (Le Heron, 1992), fyrir mismunandi röntgenrannsóknir og geislastefnur, sjá dæmi í töflu 1.

Tafla 1. Umreikningsstuðlar frá flatargeislun í vegið geislaálag ($\text{mSv Gy}^{-1} \text{cm}^{-2}$). Frá Hart *et al.*, 1994.

| Applied potential (kV) | Filtration (mm Al) | Chest | | | Heart | | | Oesophagus | | | | |
|------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | | AP | PA | LAT | AP | PA | LAT | LAO | RAO | RAO | LPO | LAO |
| 90 | 2 | 0.211 | 0.133 | 0.101 | 0.131 | 0.148 | 0.178 | 0.179 | 0.199 | 0.132 | 0.209 | 0.132 |
| | 2.5 | 0.227 | 0.145 | 0.109 | 0.144 | 0.162 | 0.194 | 0.194 | 0.216 | 0.145 | 0.224 | 0.144 |
| | 3 | 0.241 | 0.155 | 0.117 | 0.155 | 0.175 | 0.208 | 0.207 | 0.231 | 0.155 | 0.237 | 0.155 |
| | 4 | 0.264 | 0.173 | 0.130 | 0.175 | 0.197 | 0.232 | 0.229 | 0.257 | 0.174 | 0.258 | 0.174 |
| | 5 | 0.282 | 0.187 | 0.140 | 0.191 | 0.215 | 0.251 | 0.247 | 0.277 | 0.189 | 0.275 | 0.189 |
| 100 | 2 | 0.231 | 0.149 | 0.112 | 0.150 | 0.169 | 0.199 | 0.199 | 0.222 | 0.150 | 0.228 | 0.150 |
| | 2.5 | 0.246 | 0.161 | 0.121 | 0.163 | 0.184 | 0.215 | 0.214 | 0.239 | 0.162 | 0.243 | 0.163 |
| | 3 | 0.260 | 0.172 | 0.129 | 0.174 | 0.197 | 0.229 | 0.227 | 0.254 | 0.173 | 0.256 | 0.174 |
| | 4 | 0.283 | 0.190 | 0.142 | 0.194 | 0.219 | 0.253 | 0.249 | 0.279 | 0.192 | 0.277 | 0.193 |
| | 5 | 0.301 | 0.204 | 0.152 | 0.210 | 0.237 | 0.272 | 0.267 | 0.300 | 0.207 | 0.294 | 0.208 |
| 110 | 2 | 0.248 | 0.164 | 0.123 | 0.166 | 0.189 | 0.219 | 0.217 | 0.242 | 0.166 | 0.245 | 0.167 |
| | 2.5 | 0.264 | 0.176 | 0.132 | 0.179 | 0.203 | 0.234 | 0.232 | 0.259 | 0.178 | 0.260 | 0.179 |
| | 3 | 0.277 | 0.187 | 0.139 | 0.191 | 0.216 | 0.248 | 0.245 | 0.274 | 0.189 | 0.272 | 0.190 |
| | 4 | 0.299 | 0.204 | 0.152 | 0.210 | 0.239 | 0.272 | 0.267 | 0.299 | 0.208 | 0.293 | 0.209 |
| | 5 | 0.316 | 0.219 | 0.162 | 0.226 | 0.257 | 0.290 | 0.284 | 0.318 | 0.223 | 0.310 | 0.224 |

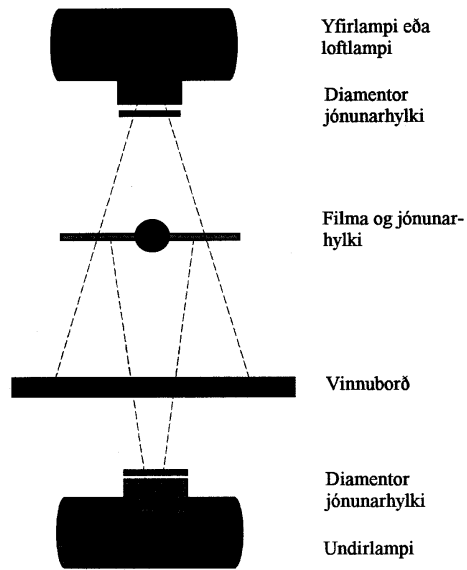
4. Nákvæmni í mælingum. Kvörðun mælibúnaðar

Hjá Geislavörnum ríkisins er notaður Diamentor M2 mælibúnaður frá PTW Freiburg sem samanstendur af jónunarhyllkjum og rafeindamæli. Jónunarhyllkin eru kvörðuð hjá verksmiðjunni og er gerð málamiðlun á milli uppsetningar jónunarhyllkis á undirborðs- og yfirborðslampa.

Búið er að gera úttekt á nákvæmni í mælingu á flatargeislun með Diamentor (Shrimpton og Wall, 1982). Fram kemur að eftirfarandi þættir hafa einkum áhrif á svörun mælibúnaðarins með tilliti til flatargeislunar:

1. Stærð geislaðs svæðis. Hælhreif verða meira áberandi þegar geislað svæði stækkar. Fyrir dæmigert röntgentæki og 35x35 cm geislasvið í 90 cm FHF breytist geislunarstyrkurinn frá 80% á anóðuhlið til 105% á katóðuhlið miðað við geislunarstyrkinn í miðju sviðinu. Fyrir 43x43 cm geislasvið verður geislunarstyrkurinn á anóðuhliðinu aðeins 40% af geislunarstyrknum í miðsvæðinu.
2. Mismunandi svörun á milli undirborðs- og yfirborðslampa. Jónunarhyllkið er staðsett við blenduop röntgenlampans. Vegna gleypni geislunar í vinnuborði röntgentækis er ekki sama svörun við undir- og yfirlampa.
3. Mismunandi svörun vegna dreifigeislunar. Fjarlægð jónunarhyllkis frá sjúklingi hefur mikil áhrif á það hvað dreifigeislun er mikil. Dreifigeislun er mismundi mikil fyrir undir- eða yfirborðslampa.
4. Mismunandi svörun vegna mismunandi fókus stærðar. Oftast er sama fókus stærð notuð fyrir allar myndir í hverri rannsókn en nokkur tæki skipta sjálfvirkt um fókus við mismunandi álag, svo sem við skyggningu og myndatöku.

Með tilliti til ofangreinds er ráðlagt er að framkvæma kvörðun á hverju hylki fyrir hvern stað sem það er sett upp á. Slík kvörðunin er framkvæmd í tveimur áföngum. Fyrst er geislaskammtur í lofti mældur á ákveðnum stað í geislasviðinu með kvörðuðum geislaæli og um leið er lesið af Diamentor mælinum. Þar næst er flatarmál geislaðs svæðis fundið með því að geisla á filmu sem staðsett er á sama stað í geislasviðinu (sjá mynd 1) og flatargeislunin er síðan reiknuð út samkvæmt jöfnu 2. Á mynd 2 er dæmi um niðurstöður kvörðunar. Heildaróvissan í mælingunni er áætluð innan við 20%.



Mynd 1. Uppstilling vegna kvörðunar mælibúnaðar.

| Staður: Landspítalinn, stofu 4 | | Kvörðun Diamentor | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|
| Háspennustilling: 80 kVp | | | | | |
| | Loftlampi, nr bylkis: 722228 | | Undirlampi, nr bylkis: 725492 | | |
| | Mælgildi frá Digi-X (nC) | Mælgildi frá Diamentor | Mælgildi frá Digi-X (nC) | Mælgildi frá Diamentor | |
| 1 | 1.66 | 50 | 1.86 | 82 | |
| 2 | 1.68 | 51 | 1.93 | 85 | |
| 3 | 1.68 | 51 | 1.74 | 77 | |
| Méðalgildi | 1.67 | 50.7 | 1.84 | 81.3 | |
| Flatarmál (cm ²) | 371.3 | | 406.0 | | |
| Loftlampi | | | | | |
| Méðalgildi frá Digi-X (nC) | Digi-X kvörðunarstuðull (cGy/nC) | Geislaskammtur í lofti (cGy) | Flatargeislun cGy cm ² | Mælgildi frá Diamentor | Kvörðunarstuðull |
| 1.67 | 0.0953 | 0.159 | 59.0 | 50.7 | 1.16 |
| Undirlampi | | | | | |
| Méðalgildi frá Digi-X (nC) | Digi-X kvörðunarstuðull (cGy/nC) | Geislaskammtur í lofti (cGy) | Flatargeislun cGy cm ² | Mælgildi frá Diamentor | Kvörðunarstuðull |
| 1.84 | 0.0953 | 0.175 | 71.1 | 81.3 | 0.88 |

Mynd 2. Dæmi um kvörðun mælibúnaðar.

5. Nákvæmni við umreikning í geislaálag

Óvissan í reiknistuðlinum á milli flatargeislunar og geislaálags er innan við 2% (Hart et al., 1994), ef ekki er tekið tillit til fráviks frá skilgreindum stillingum svo sem orkuróf röntgengeislans, stærð og staðsetningu geislaðs svæðis, frávik sjúklings frá reiknilíkaninu o.s.fr. Lang stærstu áhrifin hefur breytingin í háspennuninni og er áætlað að $\pm 10 \text{ kV}_p$ breyting leiði af sér hátt í $\pm 25\%$ breytingu í reiknistuðlinum. Reiknað er með því að þetta sé óvissan þegar um er að ræða stakar myndatökur.

Reiknistuðlar hafa einnig verið áætlaðir fyrir stærri og flóknari röntgenrannsóknir, með því að vikta og leggja saman stuðlana frá myndatökunni og skyggingunni sem rannsóknin samanstendur af. Framkvæmd stærri rannsókna er hins vegar mjög mismunandi á milli lækna og röntgendeilda, sem endurspeglast í enn stærri óvissu í þessum reiknistuðlum. Dreifing á framkvæmd röntgenrannsókna og áhrifa þeirra á heildar reiknistuðla hefur verið könnuð í Bretlandi, og fram kemur að óvissan er innan við 50%.

6. Um viðmiðunargildi flatargeislunar

Árið 1990 gaf Alþjóða geislavarnaráðið (ICRP) út nýjar almennar leiðbeiningar um geislavarnir, ICRP 60. Eins og í fyrri leiðbeiningum eru ekki sett takmörkun vegna geislaskammta sjúklunga við lækisfræðilega notkun jónandi geislunar. Reiknað er með því að engin vafi leiki á um réttlætingu notkunarinnar og að ávinningur sjúklingsins er ætíð meiri en áhættan vegna geislunarinnar.

Þessi staðreynd hefur hins vegar leitt til þess að minni áhersla hefur verið lögð á viðleitni við að halda geislaskammti sjúklings eins lágum og unnt er. Með tiltölulega einföldum aðgerðum er reiknað með því að hægt sé að lækka geislaskammta verulega án þess að það rýri greiningar- eða meðferðargildi rannsóknarinnar. Gerðar eru tillögur um að tekin verði upp notkun svokallaðra viðmiðunargilda (dose constraints) sem verkfæri til þess að skipuleggja geislavarnir og lækka geislaskammt í röntgengreiningu. Um er að ræða að setja ákveðið hámark til viðmiðunar á þann hluta geislaálags einstaklings sem kemur frá gefinni uppsprettu, t.d. röntgentæki eða röntgendeild. Lögð er áhersla á að viðmiðunargildin séu leiðbeinandi og að við ákvörðun þeirra sé tekið tillit til aðstæðna.

Ákveðið hefur verið af hálfu norrænu geislavarnastofnananna að taka upp viðmiðunargildi, og hafa leiðbeiningar um notkun þeirra verið gefnar út (The Radiation Protection Authorities in the Nordic Countries, 1996). Í þessum leiðbeiningum koma fram viðmiðunargildi fyrir valdar röntgenrannsóknir. Viðmiðunargildin eru annaðhvort miðuð við flatargeislun (sjá töflu 2) eða við jónun í lofti við húð sjúklings.

Tafla 2. Viðmiðunargildi flatargeislunar

| Rannsókn | Viðmiðunargildi, Gy cm ² |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Lungnamyndataka | 1 |
| Pelvis | 4 |
| Lumbal-sacral hryggur | 10 |
| Nýrnarannsókn (Urografía) | 20 |
| Baríum rannsókn (Magi-skeifugörn) | 30 |
| Ristill með/án lofts (Barium enema) | 50 |

Heimildir

Alm Carlsson G., Carlsson C.A. og Persliden J., *Energy imparted to the patient in diagnostic radiology: calculation of conversion factors for determining the energy imparted from measurements of the air collision kerma integrated over beam area*, Phys. Med. Biol., Vol. 29, No. 11, 1329-1341, (1984).

Alm Carlsson G. og Carlsson C.A., *Relations between effective dose equivalent and mean absorbed dose (energy imparted) to patients in diagnostic radiology*, Phys. Med. Biol., Vol. 31, No. 8, 911-921, (1986).

Carlsson C., *Determination of Integral Absorbed Dose from Exposure Measurements*, Acta Radiologica. Vol.1:6, Therapy, (1963).

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).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Publication 26, Pergamon Press, Oxford, (1977).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Publication 60, Pergamon Press, Oxford, (1990).

Jones D.G. og Wall B.F., *Organ Doses from Medical X-ray Examinations Calculated Using Monte Carlo Techniques*, NRPB-R186, (National Radiological Protection Board), (1985).

Olerud H.M., *Strålehygienisk analyse av medisinsk virksomhet i Norge. Hovedoppgave i biofysikk. Integrert dose; Et grunnlag for beregning av konsekvens ved røntgenundersøkelser*, SIS rapport 1987:4, Statens Strålevern, (1987).

Persliden J. og Alm Carlsson G., *Energy imparted to water slabs by photons in the energy range 5-300 keV. Calculations using Monte Carlo photon transport model*, Phys. Med. Biol., Vol. 29, No. 9, 1075-1088, (1984).

The Radiation Protection Authorities in the Nordic Countries, *Nordic Guidance Levels for Patient Doses in Diagnostic Radiology*, Report on Nordic Radiation Protection Co-operation, GR 05:96, (1996).

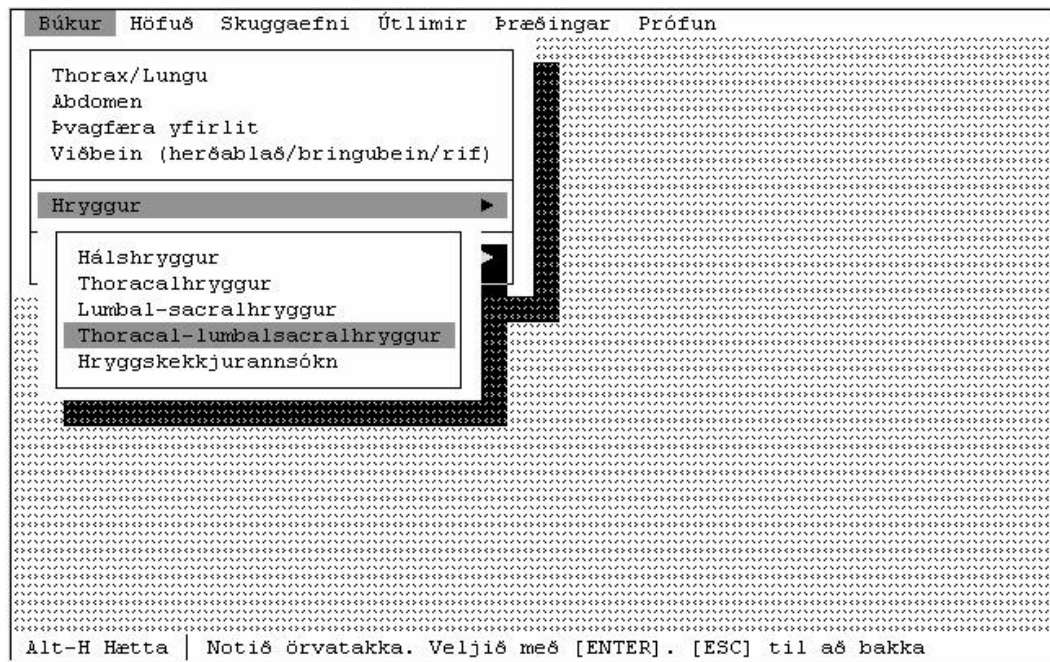
Saxebøl G., Olerud H.M. og Lundgren L.E., *Strålehygienisk analyse av medisinsk virksomhet i Norge. Status 1/1-1988: Stråledoser til pasienter i røntgendiagnostikk*, SIS rapport 1988:6, Statens Strålevern, (1988).

Shrimpton P.C. og Wall B.F., *An evaluation of the Diamentor transmission ionisation chamber in indicating exposure-area product ($R\text{ cm}^2$) during diagnostic radiological examinations*, Phys. Med. Biol., Vol. 27, No. 6, 871-878, (1982).

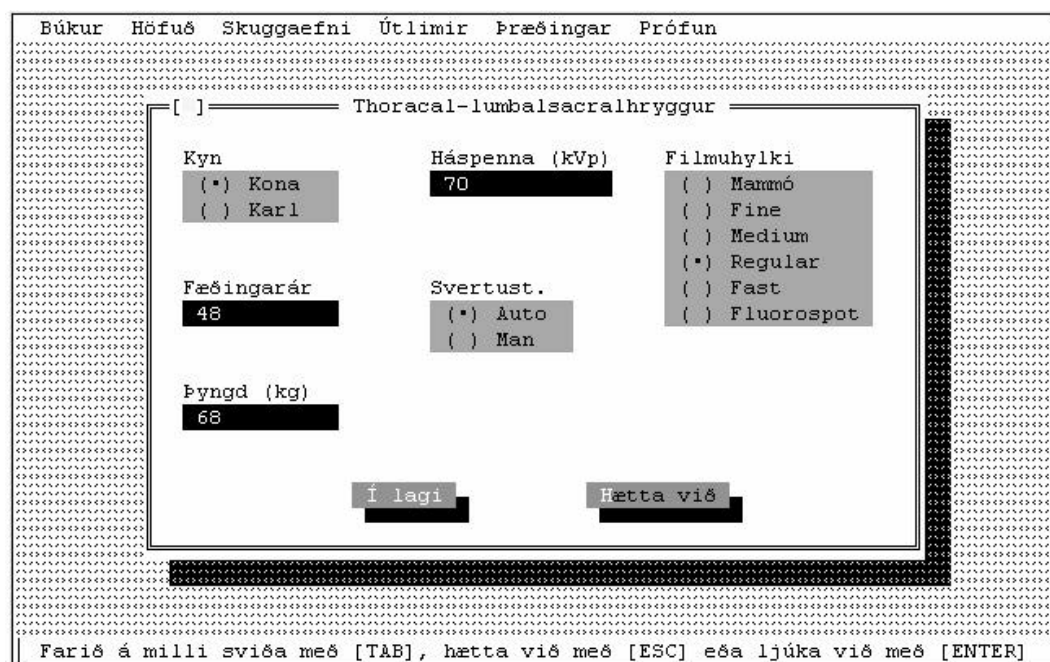
Stýriforrit fyrir Diamentor M2

Stýrforrit fyrir PTW Diamentor M2

Forrit sem safnir gögnum um mælingar á flatargeislun með Diamentor



Mynd 1. Rannsókn valin.



Mynd 2. Upplýsingar um rannsókn og sjúkling settar inn.

```
Búkur Höfuð Skuggaefni Útlimir Þræðingar Prófun
[ ] Mæling í gangi. [ESC] til að hætta [ ]

Thoracal-lumbalsacralhryggur

Kona, fædd 1948, 68 kg
Háspenna: 70 kV
Sjálfvirk svörtustýring. "Regular" filmuhylki.

Flatargeislun (mGy cm2)      Flatargeislun (mGy cm2)      Samtals
fyrir undirlampa   0      fyrir loftlampa      (mGy cm2)
-----

[ESC] þegar rannsókn er búin, eða til að hætta við
```

Mynd 3. Mæling í gangi. Mælitölur birtast fyrir neðan brotalínuna.

Yfirlit yfir mælingar á flatargeislun

Tafla 7. Yfirlit mælinga fyrir alla staði og þær rannsóknarflokka með fleiri en 15 mælingar. Tölur í sviga eru staðalfrávik.

| Rannsókn | Fjöldi rannsókna | Meðal fæðingarár | Meðal-þyngd (kg) | Meðal-háspenna (kVp) | Meðal-fjöldi mynda | Meðal-flatargeislun v/myndatök u (Gy cm ²) | Meðal-flatargeislun v/skygning u (Gy cm ²) | Skyggni tími (sek) | Hæsta heildar-gildi (Gy cm ²) | Lægsta heildar-gildi (Gy cm ²) | Heildar flatar-geislun (Gy cm ²) |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|--------------------|--|--|--------------------|---|--|--|
| Lungu / Thorax | 888 | 1934 (20) | 73 (16) | 121 (10) | 2 (1) | 0,59 (0,53) | | | 5,44 | 0,05 | 0,59 (0,53) |
| Yfirlit af kvið | 103 | 1932 (24) | 70 (12) | 75 (10) | 4 (4) | 5,6 (6,7) | 1,4 (5,7) | 14 (42) | 92,1 | 0,15 | 7,1 (11,1) |
| Þvagfærayfirlit | 85 | 1941 (18) | 76 (13) | 72 (4) | 4 (2) | 6,1 (5,6) | 0,2 (1,0) | 4 (27) | 9 | 1,0 | 6,3 (5,9) |
| Háls hryggur | 103 | 1950 (19) | 75 (15) | 69 (6) | 6 (2) | 0,9 (0,6) | 0,1 (0,3) | 8 (40) | 3,6 | 0,17 | 1,1 (0,7) |
| Brjóst hryggur | 40 | 1951 (19) | 75 (14) | 70 (3) | 3 (2) | 4,5 (3,8) | 0,2 (1,1) | 2 (7) | 16,1 | 0,3 | 4,7 (3,9) |
| Lumbal-sacral hryggur | 209 | 1943 (20) | 77 (15) | 73 (4) | 5 (2) | 13,1 (11) | 0,7 (3,9) | 5 (15) | 97,6 | 1,1 | 13,8 (12,7) |
| Thoracal-lumbal sac. hrygg. | 61 | 1938 (23) | 71 (14) | 74 (12) | 7 (2) | 14,1 (9,9) | 0,3 (1,0) | 3 (8) | 45,2 | 2 | 14,4 (10,2) |
| Ristill (colon) tvíkontrast | 135 | 1937 (18) | 72 (15) | 98 (12) | 17 (7) | 23,0 (21) | 33 (21) | 392 (194) | 204,7 | 11,1 | 55,5 (32,3) |
| Ristill (colon) einkontrast | 16 | 1927 (12) | 70 (15) | 115 (12) | 13 (7) | 11,0 (5) | 24 (17) | 257 (118) | 87,5 | 11,1 | 35,2 (2,04) |
| Magi Passage | 30 | 1942 (23) | 63 (13) | 106 (15) | 14 (12) | 7,8 (8,6) | 30 (37) | 602 (509) | 188 | 0,6 | 37,8 (43,9) |
| Nýrnarannsókn | 185 | 1945 (18) | 78 (15) | 72 (4) | 12 (3) | 18,1 (12) | 0,6 (2,1) | 7 (22) | 64,8 | 2,8 | 18,7 (12,5) |
| Lumbal Myelógrafía | 60 | 1948 (14) | 81 (15) | 81 (3) | 14 (3) | 14,8 (8,9) | 15 (11) | 245 (162) | 91,7 | 7,1 | 29,8 (17) |
| ERCP | 18 | 1936 (19) | 71 (10) | 80 (9) | 10 (11) | 4,0 (3,6) | 23 (21) | 439 (355) | 100,6 | 1,8 | 26,9 (23,5) |
| Femoral angiografía | 15 | 1931 (11) | 76 (17) | - | - | 39,0 (44) | 7 (7) | 491 (604) | 156,2 | 6,3 | 46,0 (47) |
| Hjartaþræðing | 66 | 1935 (11) | 84 (13) | - | - | 31,0 (41) | 15 (24) | 672 (628) | 297 | 0,2 | 46,0 (58) |

Tafla 7 (framhald). Yfirlit mælinga fyrir alla staði og þær rannsóknarflokka með fleiri en 15 mælingar. Tölur í sviga eru staðalfrávik.

| Rannsókn | Fjöldi rannsókna | Meðal fæðingarár | Meðal-þyngd (kg) | Meðal-háspenna (kVp) | Meðal-fjöldi mynda | Meðal-flatargeislun v/myndatök u (Gy cm ²) | Meðal-flatargeislun v/skyggning u (Gy cm ²) | Skyggni tími (sek) | Hæsta heildar-gildi (Gy cm ²) | Lægsta heildar-gildi (Gy cm ²) | Heildar flatar-geislun (Gy cm ²) |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|--------------------|--|---|--------------------|---|--|--|
| Sínusar | 118 | 1954 (19) | 73 (15) | 70 (6) | 3 (1) | 1,7 (1,3) | | | 7,3 | 0,4 | 1,7 (1,3) |
| Cranium | 15 | 1956 (25) | 74 (9) | 73 (13) | 4 (2) | 2,3 (1,4) | | | 4,3 | 0,3 | 2,3 (1,4) |
| Mjaðmagrind | 44 | 1935 (21) | 79 (16) | 72 (4) | 2 (1) | 4,2 (4,5) | 0,1 (0,3) | 1,2 (5,5) | 24,6 | 0,7 | 4,3 (4,5) |
| Báðar mjaðmiri | 62 | 1933 (18) | 78 (13) | 70 (3) | 4 (2) | 3,4 (1,8) | 0,1 (0,5) | 3,9 (8,8) | 8,2 | 0,6 | 3,5 (1,9) |
| Hægri eða vinstri mjöðm | 100 | 1927 (20) | 74 (17) | 71 (3) | 3 (1) | 2,5 (2,3) | 0,1 (0,4) | 1,9 (8,5) | 12,4 | 0,4 | 2,6 (2,4) |
| Öxl / upphandleggur | 110 | 1943 (19) | 77 (15) | 64 (4) | 4 (2) | 1,1 (1,9) | 0,2 (0,5) | 6,6 (16) | 7,0 | 0,1 | 1,3 (1,4) |
| Olnbogi / framhandl. | 23 | 1957 (22) | 66 (19) | 52 (6) | 3 (1) | 0,2 (0,1) | | | 0,4 | 0,02 | 0,2 (0,1) |
| Úlnliður/hendur/ fingur | 126 | 1961 (19) | 70 (16) | 47 (6) | 3 (1) | 0,08 (1,6) | | | 1,7 | 0,01 | 0,08 (1,6) |
| Lærleggur | 22 | 1932 (20) | 73 (14) | 70 (3) | 3 (1) | 2,8 (2,8) | | | 9,1 | 0,3 | 2,8 (2,8) |
| Hné / fótleggur | 205 | 1948 (22) | 77 (18) | 57 (6) | 4 (3) | 0,7 (0,6) | | | 4,3 | 0,1 | 0,7 (0,6) |
| Arthrografia á hné | 20 | 1955 (16) | 77 (12) | 62 (3) | 19 (5) | 1,2 (0,7) | 1,9 (1,4) | 112 (102) | 8,4 | 1,3 | 3,1 (1,6) |
| Ökkli | 104 | 1962 (22) | 70 (16) | 55 (7) | 4 (1) | 0,26 (0,2) | | | 1,2 | 0,07 | 0,26 (0,2) |
| Fótur / tær | 65 | 1955 (23) | 73 (15) | 51 (6) | 4 (2) | 0,2 (0,2) | | | 1,6 | 0,01 | 0,2 (0,2) |

Tafla 8. Yfirlit mælinga, allir staðir (fjöldi meiri en 15); heildarflatargeislun og geislaskammtar.

| Rannsókn | Fjöldi rannsókna | Meðal-fæðingarár | Meðal-þyngd (kg) | Meðal-háspenna (kVp) | Meðal-flatargeislun (Gy cm ²) | Staðalfávík flatargeislun (Gy cm ²) | Óvissa í flatargeislun (Gy cm ²) | Umreikningarstuðull (mSv/Gy cm ²) | Óvissa í umreikningarstuðli (mSv/Gy cm ²) | Geislaskammtur (mSv) | Óvissa í geislaskammti (mSv) |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|---|---|--|---|---|----------------------|------------------------------|
| Lungu / Thorax | 888 | 1934 (20) | 73 (16) | 121 (10) | 0,59 | 0,53 | 0,15 | 0,18 | 0,002 | 0,11 | 0,03 |
| Yfirlit af kvið | 103 | 1932 (24) | 70 (12) | 75 (10) | 7,1 | 11,1 | 3,6 | 0,22 | 0,005 | 1,5 | 0,8 |
| Þvaghærfayfirlit | 85 | 1941 (18) | 76 (13) | 72 (4) | 6,3 | 5,9 | 2,5 | 0,212 | 0,006 | 1,3 | 0,5 |
| Háls hryggur | 103 | 1950 (19) | 75 (15) | 69 (6) | 1,09 | 0,65 | 0,3 | 0,16 | 0,006 | 0,17 | 0,05 |
| Brjósthryggur | 40 | 1951 (19) | 75 (14) | 70 (3) | 4,7 | 4,0 | 2,2 | 0,136 | 0,005 | 0,6 | 0,3 |
| Lumbal-sacralhryggur | 209 | 1943 (20) | 77 (15) | 73 (4) | 13,8 | 12,7 | 4,5 | 0,158 | 0,004 | 2,2 | 0,7 |
| Thoracal-lumbal-sac. hr. | 61 | 1938 (23) | 71 (14) | 74 (12) | 14,4 | 10,2 | 5,4 | 0,147 | 0,009 | 2,1 | 0,8 |
| Ristill (colon) tvíkontrast | 135 | 1937 (18) | 72 (15) | 98 (12) | 55,5 | 32,3 | 16,5 | 0,21 | 0,009 | 11,6 | 3,5 |
| Ristill (colon) einkontrast | 16 | 1927 (12) | 70 (15) | 115 (12) | 35,2 | 20,3 | 17,0 | 0,23 | 0,003 | 8,1 | 4,0 |
| Magi Passage | 30 | 1942 (23) | 63 (13) | 106 (15) | 37,8 | 43,9 | 23,3 | 0,2 | 0,02 | 7,6 | 4,7 |
| Nýrnarannsókn | 185 | 1945 (18) | 78 (15) | 72 (4) | 18,7 | 12,5 | 5,5 | 0,192 | 0,007 | 3,6 | 1,1 |
| Lumbal Myelógrafía | 60 | 1948 (14) | 81 (15) | 81 (3) | 29,8 | 17,0 | 10,3 | 0,158 | 0,010 | 4,7 | 1,7 |
| ERCP | 18 | 1936 (19) | 71 (10) | 80 (9) | 26,9 | 23,5 | 16,3 | 0,2 | 0,01 | 5,4 | 3,3 |
| Femoral angiografía | 15 | 1931 (11) | 76 (17) | - | 45,9 | 57,9 | 23,1 | 0,16 | 0,005 | 7,3 | 3,7 |
| Hjartaþræðing | 66 | 1935 (11) | 84 (13) | - | 46,0 | 47,6 | 33,3 | 0,21 | 0,01 | 9,7 | 7,0 |

Tafla 8 (framhald). Yfirlit mælinga, allir staðir (fjöldi meiri en 15); heildarflatargeislun og geislaskammtar.

| Rannsókn | Fjöldi rannsókn a | Meðal- fæðingarár | Meðal- þyngd (kg) | Meðal- háspenna (kVp) | Meðal- flatargeislu n (Gy cm ²) | Staðalfávik flatargeislunar (Gy cm ²) | Óvissa í flatargeislu n (Gy cm ²) | Umreikningar stuðull (mSv/Gy cm ²) | Óvissa í umreikningar stuðli (mSv/Gy cm ²) | Geisla- skammtur (mSv) | Óvissa í geislaskammti (mSv) |
|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------|---|---|---|--|---|------------------------------|------------------------------------|
| Sínusar | 118 | 1954 (19) | 73 (15) | 70 (6) | 1,7 | 1,3 | 0,6 | 0,028 | 0,0006 | 0,05 | 0,02 |
| Cranium | 15 | 1956 (25) | 74 (9) | 73 (13) | 2,3 | 1,4 | 1,2 | 0,028 | 0,002 | 0,06 | 0,03 |
| Mjaðmagrind | 44 | 1935 (21) | 79 (16) | 72 (4) | 4,3 | 4,5 | 2,2 | 0,21 | 0,008 | 0,9 | 0,5 |
| Báðar mjaðmiri | 62 | 1933 (18) | 78 (13) | 70 (3) | 3,5 | 1,9 | 1,2 | 0,173 | 0,006 | 0,6 | 0,2 |
| Hægri / vinstri mjöðm | 100 | 1927 (20) | 74 (17) | 71 (3) | 2,6 | 2,4 | 0,9 | 0,173 | 0,004 | 0,4 | 0,2 |
| Öxl / upphandleggur | 110 | 1943 (19) | 77 (15) | 64 (4) | 1,2 | 1,4 | 0,5 | 0,035 | 0,0008 | 0,04 | 0,02 |
| Olnbogi/ framhandl. | 23 | 1957 (22) | 66 (19) | 52 (6) | 0,15 | 0,1 | 0,07 | 0,02 | 0,001 | 0,003 | 0,001 |
| Úlnliður/hendur/fingur | 126 | 1961 (19) | 70 (16) | 47 (6) | 0,08 | 0,16 | 0,04 | 0,01 | 0,0002 | 0,0008 | 0,0004 |
| Lærleggur | 22 | 1932 (20) | 73 (14) | 70 (3) | 2,8 | 2,9 | 1,8 | 0,03 | 0,002 | 0,08 | 0,05 |
| Hné / fótleggur | 205 | 1948 (22) | 77 (18) | 57 (6) | 0,7 | 0,6 | 0,2 | 0,02 | 0,0003 | 0,01 | 0,005 |
| Arthrografia á hné | 20 | 1955 (16) | 77 (12) | 62 (3) | 3,1 | 1,6 | 1,3 | 0,05 | 0,003 | 0,2 | 0,1 |
| Ökkli | 104 | 1962 (22) | 70 (16) | 55 (7) | 0,3 | 0,2 | 0,09 | 0,01 | 0,0002 | 0,003 | 0,001 |
| Fótur / tær | 65 | 1955 (23) | 73 (15) | 51 (6) | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,005 | 0,0002 | 0,001 | 0,001 |