

Geislaálag barna í tölvusneiðmyndum á Íslandi

Jónína Guðjónsdóttir^{1,2} geislafræðingur, Arna Björk Jónsdóttir¹ geislafræðingur

ÁGRIP

Inngangur: Það er mikilvægt að þekkja geislaálag sjúklunga vegna tölvusneiðmyndarannsóknna (TS) og markmið þessarar rannsóknar var að meta geislaálag barna í TS á Íslandi.

Efniviður og aðferðir: Allar TS af börnum (yngri en 18 ára) á Landspítala á tímabilinu 1. febrúar 2016 til 1. febrúar 2017 voru skoðaðar í myndageymslu og aldur barns, tegund rannsóknar og heildar lengdargeislun skráð. Einnig var heildarfjöldi TS kannaður. Hlutfall rannsókna af börnum var reiknað, tíðni mismunandi rannsókna og fyrir þrjár þær algengustu var meðaltal lengdargeislunar reiknað og meðalgeislaálag áætlað fyrir 5 aldurshópa.

Niðurstöður: Á tímabilinu voru gerðar 662 TS af börnum, eða 3,6% af

heildarfjölda. Þrjár algengustu rannsóknirnar voru af höfði (40,3%), kvið (15,6%) og brjóstholi (10,3%). Meðalgeislaálag þessara þriggja rannsókna var, í sömu röð, fyrir börn yngri en fjögurra mánaða: 5,3/4,9/3,0 mSv; fjögurra mánaða til yngri en þriggja ára: 4,2/5,5/1,9 mSv; þriggja ára til yngri en átta ára: 2,7/ 3,4/1,0 mSv; átta ára til yngri en 15 ára: 3,2/4,4/1,0 mSv og 15 ára til yngri en 18 ára: 2,1/6,5/3,3 mSv. Meðaltal lengdargeislunar var í flestum tilvikum yfir evrópskum viðmiðunarmörkum.

Ályktun: Vert er að kanna hvort hægt er að minnka geislaálag barna í TS og beina ætti sjónum að stærðarleidrættum geislaskammti í slíkri vinnu. Ástæða er til að ætla að aukið eigið eftirlit með geislaskömmtum myndi skila sér í jafnari gæðum og minna geislaálagi.

Inngangur

Stór hluti geislaálags vegna læknisfræðilegrar myndgreiningar er tilkominn vegna tölvusneiðmyndarannsóknna.¹ Sú staðreynd ásamt því að sífellt bætast við tæknijungar sem geta minnkað geislaálag sjúklings gera það að verkum að mikilvægt er að fylgjast vel með geislaálagi sjúklunga í tölvusneiðmyndarannsóknnum. Þekkt er að það getur verið mikill munur á geislaálagi frá einum stað til annars.² Viðmið lengdargeislunar (mGy·cm) í tölvusneiðmyndarannsóknnum hafa víða verið sett og tilgangurinn með þeim er að stuðla að bestun rannsókna. Valin er tala nærri þriðja fjórðungsmarki, byggt á söfnun gagna frá viðkomandi svæði sem eru nógu umfangsmikil til að endurspeglu venjulega notkun. Þeir sem eru yfir viðmiðinu eru hvattir til að leita orsaka þess og leiða til úrbóta.³

Öll TS-tæki skrá lengdargeislun rannsókna og þá stærð má nota til að áætla meðalgeislaálag vegna rannsókna.^{4,5}

Geislaálag barna er sérstaklega mikilvægt vegna þess að áhætta barna vegna geislunar er meiri en fullorðinna, bæði vegna þess að þau eru viðkvæmari fyrir geislun en fullorðnir og líkurnar á að skaðar geti komið fram síðar eru meiri þar sem þau eiga að jafnaði lengra líf fyrir höndum.⁶

Markmið þessarar rannsóknar var að meta geislaálag barna í tölvusneiðmyndum á Íslandi.

Efniviður og aðferðir

Rannsóknin var gagnarannsókn og gerð á myndgreiningardeild Landspítala þar sem meðal annars eru gerðar TS-rannsóknir fyrir Barnaspítalann. Allar rannsóknir af börnum yngri en 18 ára á tímabilinu 1. febrúar 2016 til 1. febrúar 2017 voru skoðaðar í myndageymslu röntgendeildar spítalans og fyrir hverja rannsókn var tegund rannsóknar skráð ásamt aldri barns, heildarlengdargeislun samkvæmt TS-tæki og reikniforsendu lengdargeislunar (16 cm eða 32 cm líkan). Gögn komu frá tveimur tækjum, en aðlögun barnaprógramma í tæki sem bættist við á rannsóknartímabilinu var varla hafin þegar rannsókn fór fram. Heildarfjöldi TS-rannsókna á tímabilinu var sóttur í dagbókarkerfi röntgendeildar.

Reiknað var hve hátt hlutfall TS-rannsókna á Landspítala var af börnum og aldursskipting skoðuð. Tíðni rannsókna á hver 1000 börn var reiknuð miðað við tölur frá Hagstofu um fjölda barna yngri en 18 ára þann 1. janúar 2017.⁷

Kannað var hvaða rannsóknir voru algengastar og reiknað hlutfall þeirra af heildarfjölda rannsókna af börnum. Fyrir þrjár algengustu rannsóknirnar var meðaltal lengdargeislunar reiknað og meðalgeislaálag áætlað.

Meðaltal lengdargeislunar var reiknað fyrir 5 aldurshópa: <1 mánaðar, 1 mánaðar til <4 ára, 4 ára til <10 ára, 10 ára til <14 ára og 14 ára til <18 ára, í samræmi við aldurshópaskiptingu í væntanlegu Evrópuriti þar sem viðmiðunarmörk lengdargeislunar koma fram. Meðallengdargeislun var borin saman við evrópsku viðmiðunarmörkin.⁸

Meðalgeislaálag var einnig áætlað fyrir 5 aldurshópa: <4 mánaða, 4 mánaða til <3 ára, 3 ára til <8 ára, 8 ára til <15 ára og 15 ára til <18 ára, sem þó eru ekki hinir sömu vegna þess að breytistuðlar eru aðeins til fyrir 1 árs, 5 ára, 10 ára og 15 ára og réttara þótti að aldursflokka líkt og aðrir hafa áður gert við notkun

¹Læknadeild Háskóla Íslands, ²Geislavarnir ríkisins

Fyrirspurnum svarar Jónína Guðjónsdóttir, jg@gr.is

<https://doi.org/10.17992/bl.2017.11.160>

Rannsóknin var gerð á röntgendeild Landspítala.

Greinin barst blaðinu 9. júlí 2017, samþykkt til birtingar 3. október 2017.

Tafla I. Fjöldi rannsókna og meðaltal lengdargeislunar í fimm aldursflokkum í þremur algengustu tölvusneiðmyndarannsóknum (TS) af börnum á Landspítala. Meðaltalið er borið saman við evrópsk viðmið lengdargeislunar.⁸

Aldursflokkur (fjöldi)	Meðaltal lengdargeislunar mGy·cm	Evrópsk viðmið lengdargeislunar mGy·cm	Lengdargeislun undir/yfir evrópsku viðmiði
TS-höfuð			
Yngri en 1 mánaðar (3)	488	343	Yfir
1 mánaða til <4 ára (63)	630	382	Yfir
4 ára til <10 ára (65)	763	531	Yfir
10 ára til <14 ára (46)	1092	730	Yfir
14 ára til <18 ára (90)	1008	902	Yfir
TS-brjósthol			
Yngri en 1 mánaðar (1)	78*	52	Yfir*
1 mánaða til <4 ára (17)	69	73	Undir
4 ára til <10 ára (11)	96	103	Undir
10 ára til <14 ára (15)	145	154	Undir
14 ára til <18 ára (24)	220	241	Undir
TS-kviður			
Yngri en 1 mánaðar (1)	100*	76	Yfir*
1 mánaða til <4 ára (9)	153	142	Yfir
4 ára til <10 ára (25)	216	191	Yfir
10 ára til <14 ára (31)	298	314	Undir
14 ára til <18 ára (37)	409	625	Undir

*Hér er ekki um meðaltöl að ræða (n=1)

þessara stuðla.⁵ Meðalgeislaálag (mSv) var reiknað með því að margfalda meðaltal lengdargeislunar (mGy·cm) í hverjum aldursflokki með breytistuðli (mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹) frá AAPM (The American Association of Physicists in Medicine).⁹

Við útreikninga var notaður Excel töflureiknir (Microsoft 2016).

Rannsóknin var gerð með leyfi síðanefndar Landspítala nr. 51/2016.

Niðurstöður

Á tímabilinu voru alls 662 TS-rannsóknir framkvæmdar á börnum yngri en 18 ára og voru það 3,6% af heildarfjölda allra TS-rannsókna á tímabilinu. Tíðni TS-rannsókna var 8,3 rannsóknir á hver 1000 börn. Algengustu rannsóknirnar voru af höfði (40,3%), kvið (15,6%) og brjóstholi (10,3%). Næst þar á eftir komu rannsóknir af ennis- og kinnholum (6,5%), slysum (trauma) (5,6%), neðri útlimum (5,6%) og háls hrygg (3,6%). TS-trauma er oftast rannsókn af heila, brjóstholi og/eða kvið en að misjafnlega miklu leyti frábrugðin rannsóknum sem gerðar eru af þessum líkamshlutum sérstaklega og var því ekki talin með þeim. Aðrar rannsóknir skiptust í 16 tegundir og var hver þeirra gerð í 1,6% tilvika eða sjaldnar, eða frá einu sinni til 11 sinnum á ári.

Tafla I sýnir fjölda rannsókna og meðaltal lengdargeislunar í 5 aldursflokkum í þremur algengustu TS-rannsóknum af börnum á Landspítala; höfði, brjóstholi og kvið. Í töflunni eru einnig

sýnd evrópsk viðmið lengdargeislunar en æskilegt er að meðaltal lengdargeislunar sé undir þeim. Í 9 tilvikum af 15 er meðaltal lengdargeislunar yfir evrópskum viðmiðum.

Tafla II sýnir meðalgeislaálag í þremur algengustu TS-rannsóknum af börnum, reiknað með breytistuðli frá AAPM⁹ fyrir 5 aldursflokka, sem og meðaltal og svið lengdargeislunar fyrir hvern aldursflokk. Meðalgeislaálag er lægst í TS-brjóstholi í flestum tilvikum og oftast hæst í TS-kvið.

Umræða

Meðalgeislaálag í TS-rannsóknum af kvið og heila reyndist herra en dæmigert geislaálag samkvæmt nýlegu riti Alþjóðaheilbrigðisstofnunarinnar¹⁰ enda er meðaltal lengdargeislunar í flestum tilvikum yfir evrópskum viðmiðunarmörkum í þeim rannsóknum eins og sjá má í töflu I. Þar sem evrópsk viðmiðunarmörk eru sett nærri þriðja fjórðungsmarki í Evrópu⁸ er meðaltal lengdargeislunar augljóslega hærra en meðaltalið í Evrópu.

Til þess að fá tilfinningu fyrir stærðargráðu geislaálags má bera það saman við náttúrulegt geislaálag á einu ári, sem á Íslandi er um 1 mSv.¹¹ Reiknað meðalgeislaálag var í öllum tilvikum vel innan við tífalt náttúrulegt geislaálag og rétt að minna á að ef rannsókn er á annað borð nauðsynleg er gagnsemi rannsóknar mun meiri en áhættan.¹²

Fjöldi TS-rannsókna á hver 1000 börn í landinu var sambærilegur við nýlegar tölur frá háskólasjúkrahúsi á Möltu¹³ þar sem starfsemin er um margt lík Landspítala. Á maltneska sjúkrahúsinu voru þó aðeins 1,9% af heildarfjölda TS-rannsókna af börnum á móti 3,6% á Landspítala. Bæði á Möltu og Íslandi eru gerðar TS-rannsóknir utan þess sjúkrahúss sem rannsóknin náði til.

Í framhaldi af þessari rannsókn var fyrirspurn um fjölda rannsókna send öllum sem gera TS af börnum. Í ljós kom að á umræddu tímabili voru 40 % allra TS-rannsókna af börnum á Íslandi gerðar á Landspítala, 35 % til viðbótar í öðrum TS-tækjum á höfuðborgarsvæðinu, 18% á Sjúkrahúsinu á Akureyri og 8% samtals á 5 öðrum sjúkrahúsum á landsbyggðinni (Jónína Guðjónsdóttir, 2017, óbirt). Aldur og tæknilegir eiginleikar tækja utan Landspítala gefa til kynna að geislaálag þar gæti verið álíka að jafnaði, en það er vissst áhyggjuefni að þar sem rannsóknir af börnum eru sjaldgæfar vantar víða barnaprógromm í tækin.¹⁴

Fáar nýlegar tölur um hlutfall TS-rannsókna af börnum af heildarfjölda liggja fyrir en samkvæmt könnun Alþjóðakjarnorkustofnunarinnar á notkun TS í ríkjum sem búa við takmörkuð aðföng var hlutfallið árið 2009 4,3% í þeim löndum Evrópu sem könnunin náði til, 7,8% í Afríku og 12,2% í Asíu.¹⁵

Í Bandaríkjunum hefur hlutfall rannsókna af börnum verið áætlað 5-11%^{16,17} en þar er heildarnotkun TS meiri og tíðnin jafnvel yfir 20/1000.¹⁶ Notkun TS á barnasjúkrahúsum vestra hefur þó farið minnkandi undanfarin ár.¹⁸

Tíðni myndgreiningarrannsókna gefur vísbendingu um hvernig notkun er stýrt og hvort tæknin er notuð þegar við á. Líklegt má telja að ef tíðni er hæfileg sé að jafnaði verið að gera rannsóknir sem þörf er á en há tíðni geti bent til ofnotkunar. Ekki er þó hægt að leggja raunverulegt mat á það nema bera upplýsingar á röntgenbeiðni og val á rannsókn saman við viðurkenndar leiðbeiningar, til dæmis ACR Appropriateness Criteria[®].¹⁹

Tafla II. Meðalgeislaálag í þremur algengustu tölvusneiðmyndarannsóknnum (TS) af börnum, reiknað með breytistuðli frá AAPM[®] fyrir fimm aldursflokka, sem og meðaltal og svið lengdargeislunar fyrir hvern aldursflokk.

Aldursflokkur (fjöldi)	Lengdargeislun meðaltal (svið) mGy·cm	Breytistuðull (k) mSv·mGy ⁻¹ ·cm ⁻¹	Meðalgeislaálag mSv
TS-höfuð			
<4 mánaða (5)	478 (436-512)	0,0110	5,3
4 mánaða til <3 ára (45)	662 (274-1123)	0,0067	4,2
3 ára til <8 ára (54)	664 (334-1082)	0,0040	2,7
8 ára til <15 ára (88)	986 (546-1908)	0,0032	3,2
15 ára til <18 ára (75)	1009 (554-1335)	0,0021	2,1
TS-brjósthol			
<4 mánaða (1)	78*	0,0390	3,0*
4 mánaða til <3 ára (13)	72 (43-104)	0,0260	1,9
3 ára til <8 ára (13)	56 (3-130)	0,0180	1,0
8 ára til <15 ára (21)	78 (4-554)	0,0130	1,0
15 ára til <18 ára (20)	238 (56-458)	0,0140	3,3
TS-kviður			
<4 mánaða (1)	100*	0,0490	4,9*
4 mánaða til <3 ára (5)	183 (99-278)	0,0300	5,5
3 ára til <8 ára (20)	172 (106-515)	0,0200	3,4
8 ára til <15 ára (48)	296 (130-759)	0,0150	4,4
15 ára til <18 ára (29)	435 (260-920)	0,0150	6,5

*Hér er ekki um meðaltöl að ræða (n=1)

TS-höfuð var algengasta rannsóknin á Landspítala (40,3%) en þó var hlutfall TS-rannsókna af höfði lægra þar en víða annars staðar.^{13,15} Mikil notkun TS vegna höfuðáverka barna²⁰ hefur leitt til þess að gerðar hafa verið klínískar leiðbeiningar²¹ meðal annars á íslensku,²² sem án efa stuðla að viðeigandi notkun. Það er hins vegar viðurkennt vandamál í Evrópu að leiðbeiningar fyrir tilvísandi lækna vantar víða¹⁵ og fáar leiðbeiningar um val myndrannsókna eru til á íslensku.

Rannsókn af ennis- og kinnholum reyndist vera fjórða algengasta TS-rannsóknin af börnum, sem er umhugsunarefni þar sem almennt er ekki talin þörf á myndgreiningu þegar um bráða ennis- og kinnholubólgu er að ræða²³ þó TS-rannsókn sé viðeigandi við undirbúning aðgerðar.¹⁹

Að feta meðalveginn á milli fullnægjandi greiningargildis og viðeigandi geislaálags er vandi sem myndgreiningarfólk glímir við daglega. Þegar rannsóknir eru fáar getur verið erfitt að ná sama árangri við lágmörkun geislaálags og í algengari rannsóknunum. Í yngstu aldursflokkunum eru of fáar rannsóknir til þess að samanburður við evrópsk viðmið sé marktækur en fyrir TS-höfuð og TS-kvið þar sem næstu tveir aldursflokkar eru yfir viðmiði er líklegt að geislun í yngsta aldursflokknum sé það líka. Þetta segir einfaldlega að það er hægt að gera betur og minnka geislaálag. Þekkt er að á almennum sjúkrahúsum þar sem rannsóknir af börnum eru fáar er geislaálag barna oft hærra en á sérhæfðum barnasjúkrahúsum²⁴ en geislaálag undir evrópskum viðmiðum er engu að síður raunhæft markmið.

Rétt geislun er sú geislun sem gefur fullnægjandi myndgæði án þess að vera óþarflega mikil og í TS-rannsóknum er hún mjög

háð stærð barns. Notkun stærðarflokka við mat á geislaálagi er því tvíeggjað sverð þar sem breytileiki sem er eðlilegur vegna stærðarmunar innan flokks getur falið breytileika sem stafar af öðrum orsökum og ætti ekki að vera til staðar. Sé flokkað eftir þyngd eða þvermáli barns verður breytileiki innan flokks minni en þegar skipt er í flokka eftir aldri eins og gert var í þessari rannsókn. Sumir hafa horfið alveg frá stærðarflokkum og skilgreint þess í stað samhengi stærðar sjúklings og geislunar í ákveðinni rannsókn og borið það saman við fyrirfram gefna línu.²⁵

Við eigin eftirlit með geislaálagi ættu menn að beina sjónum að því að það þarf alltaf jafn mikla geislun fyrir jafnstór börn (sé sömu myndgæða óskað). Þá er gagnlegt að nota stærðarleiddréttan geislaskammt²⁶ sem tekur með í reikninginn að geislunartölur sem TS-tæki birta eru í raun aðeins réttar fyrir tvær afmarkaðar stærðir (16 cm og 32 cm). Beina ætti sjónum að því að minnka breytileika í stærðarleiddréttum geislaskammti²⁷ en komið hefur í ljós að á Landspítala er tvöfaldur til fjórfaldur munur á stærðarleiddréttum geislaskammti ekki óalgengur.²⁸ Með því að draga úr breytileika skapast forsendur til að finna leiðir til að minnka geislaálag í þeim tilvikum sem þess er þörf.²⁹

Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna að kanna þarf hvort hægt er að minnka geislaálag yngri barna í TS og í rannsóknum af höfði hjá öllum aldurshópum. Ástæða er til að ætla að aukið eigið eftirlit með geislaskömmtum myndi skila sér í jafnari gæðum og minna geislaálagi.

Heimildir

- European commission. Radiation protection 180 Medical Radiation Exposure of the European Population. 2015.
- Dougeni E, Faulkner K, Panayiotakis G. A review of patient dose and optimisation methods in adult and paediatric CT scanning. *Eur J Radiol* 2012; 81: e665-e83.
- Vassileva J, Rehani M. Diagnostic reference levels. *AJR Am J Roentgenol* 2015; 204: W1-3.
- European commission. Radiation protection 154 European guidance on estimating population doses from medical x-ray procedures. 2008.
- Thomas KE, Wang B. Age-specific effective doses for pediatric MSCT examinations at a large children's hospital using DLP conversion coefficients: a simple estimation method. *Pediatr Radiol* 2008; 38: 645-56.
- Brenner DJ, Hall EJ. Computed Tomography – An Increasing Source of Radiation Exposure. *N Engl J Med* 2007; 357: 2277-84.
- hagstofa.is – maí 2017.
- PiDRL – European Diagnostic Reference Levels for Paediatric Imaging. Af: eurosafeimaging.org/pidrl - maí 2017.
- Report no 96 - The measurement, reporting, and management of radiation dose in CT. AAPM, 2008.
- WHO. Communicating radiation risks in pediatric imaging, information to support healthcare discussions about benefit and risk. 2016.
- geislavarnir.is – maí 2017.
- A letter to parents regarding medical imaging in children from the Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. af: imagegently.org – maí 2017.
- Portelli JL, McNulty JP, Bezzina P, Rainford L. Frequency of paediatric medical imaging examinations performed at a European teaching hospital over a 7-year period. *Eur Radiol* 2016; 26: 4221-30.
- Gudjonsdottir J, Einarsson G, Petursdottir N. Pediatric protocols and dose reduction devices in CT scanners where few examinations are performed. Proceedings of the NSFS XVII Conference. Nordic Society for Radiation Protection. 2015.
- Vassileva J, Rehani MM, Al-Dhuhli H, Al-Naemi HM, Al-Suwaidi JS, Applegate K et al. IAEA survey of pediatric CT practice in 40 countries in Asia, Europe, Latin America, and Africa: Part 1, frequency and appropriateness. *AJR Am J Roentgenol* 2012; 198: 1021-31.
- Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT, Weinmann S, Solberg LI, et al. The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr* 2013; 167: 700-7.
- Thomas KE. CT utilization--trends and developments beyond the United States' borders. *Pediatr Radiol* 2011; 41 Suppl 2: 562-6.
- Townsend BA, Callahan MJ, Zurakowski D, Taylor GA. Has pediatric CT at children's hospitals reached its peak? *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194: 1194-6.
- acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria - maí 2017.
- Larson DB, Johnson LW, Schnell BM, Goske MJ, Salisbury SR, Forman HP. Rising Use of CT in Child Visits to the Emergency Department in the United States, 1995-2008. *Radiology* 2011; 259: 793-801.
- Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, Hoyle JD Jr, Atabaki SM, Holubkov R, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. *Lancet* 2009; 374: 1160-70.
- Klínískar leiðbeiningar um höfuð- og háls hryggjarverka. landspitali.is/ - maí 2017.
- European Commission. Radiation protection 118 Referral guidelines for imaging. 2000.
- Kanal KM, Graves JM, Vavilala MS, Applegate KE, Jarvik JG, Rivara FP. Variation in CT pediatric head examination radiation dose: results from a national survey. *AJR Am J Roentgenol* 2015; 204: W293-301.
- Järvinen H, Seuri R, Kortensniemi M, Lajunen A, Hallinen E, Savikurki-Heikkilä P, et al. Indication-based national diagnostic reference levels for paediatric CT: a new approach with proposed values. *Radiat Prot Dosimetry* 2015; 165: 86-90.
- Report no. 204 - Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations. AAPM, 2011.
- Larson DB. Optimizing CT radiation dose based on patient size and image quality: the size-specific dose estimate method. *Pediatr Radiol* 2014; 44 Suppl 3: 501-5.
- Jónsdóttir AB. Geislaálag barna í tölvusneiðmyndarannsóknnum. Háskóli Íslands, Reykjavík 2017.
- Larson DB, Strauss KJ, Podberesky DJ. Toward Large-Scale Process Control to Enable Consistent CT Radiation Dose Optimization. *AJR Am J Roentgenol* 2015; 204: 959-66.

ENGLISH SUMMARY

Effective dose from pediatric CT in Iceland

Jónína Guðjónsdóttir^{1,2}, Arna Björk Jónsdóttir¹

Introduction: It is important to know the effective dose from computed tomography (CT) examinations. The aim of this study was to evaluate the effective dose from pediatric CT examinations in Iceland.

Materials and method: For all pediatric CT exams (children < 18 years) performed during one year (1.2.2016 till 1.2.2017), data on age, examination type and dose length product was retrospectively collected from the Landspítali University Hospital's archives, as was the total number of CT examinations. The ratio of pediatric CT exams and the frequency of examination types were calculated and, for the three most common examinations, the effective dose and mean dose length product were calculated for five age groups.

Results: The total number of pediatric CT examinations was 662, 3,6%

of all the CT examinations performed. The three most common pediatric CT examinations were head (40,3%), abdomen (15,6%) and thorax (10,3%). The mean effective dose in those was, in the above order: for children < 4 months: 5,3/4,9/3,0 mSv; 4 months to < 3 years: 4,2/5,5/1,9 mSv; 3 years to < 8 years: 2,7/ 3,4/1,0 mSv; 8 years to < 15 years: 3,2/4,4/1,0 mSv and 15 years to < 18 years: 2,1/6,5/3,3 mSv. The mean dose length product was above European diagnostic reference levels in most examination types and age groups.

Conclusion: Possibilities for lower effective doses from pediatric CT examinations should be explored. For that purpose, the use of size specific dose estimates is recommended.

¹University of Iceland, Faculty of Medicine, ²Icelandic Radiation Safety Authority.

Key words: Computed tomography, effective dose, pediatric, dose length product.

Correspondence: Jónína Guðjónsdóttir, jg@gr.is