



Áreiðanleiki hefðbundinna röntgenrannsókna við greiningu á áverkum á efri hálshrygg

Laufey Kristjánsdóttir

**Ritgerð til diplómaprófs
Háskóli Íslands
Læknadeild
Námsbraut í geislafræði
Heilbrigðisvísindasvið**



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Áreiðanleiki hefðbundinna röntgenrannsókna við greiningu á áverkum á efri hálshrygg

Laufey Kristjánsdóttir

Ritgerð til diplómaprófs á meistarastigi í geislafræði

Umsjónarkennari: Guðlaug Björnsdóttir

Leiðbeinandi: Halldór Jónsson jr.

Læknadeild

Námsbraut í geislafræði

Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2019

Ritgerð þessi er til diplómaprófs í geislafræði og er óheimilt að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi réttihafa.

© Laufey Kristjánsdóttir 2019

Prentun: Háskólaprent

Reykjavík, Ísland 2019

Ágrip

Inngangur: Röntgenrannsóknir eru notaðar til sjúkdómsgreininga og eru mjög mikilvægar þar sem klínísk skoðun á sjúklingum með grun um hálsáverka er ekki áreiðanleg. Hefðbundin röntgenrannsókn er oft ekki nógu nákvæm þegar kemur að greiningu áverka í efri háls hrygg, tölvusneiðmyndarannsókn gefur betri mynd af áverkum sjúklunga en slík rannsókn er mun dýrari og geislaþyngri en hefðbundnar röntgenrannsóknir.

Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort röntgenmyndir af efri háls hryggnum uppfylli nauðsynlegar kröfur og kanna hvort að þær veiti nægar upplýsingar til þess að hægt sé að greina brot eða gróanda brota.

Efni og aðferðir: Rannsóknin er afturvirk og var gerð á 25 einstaklingum sem greindust á Landspítala háskólasjúkrahúsi með hálsbrot í efri háls hrygg. Sjúkraskrár og myndrannsóknir einstaklinga sem grunaðir voru um áverka á þessu svæði voru notuð við gagnasöfnun. Skráð var orsök óhapps, sjúkdómsgreining/ar, myndgreiningaraðferðir og tímasetningar þessara atriða. Allar röntgenmyndir sem teknar voru sérstaklega af efri háls hryggnum, svokallaðar dens myndir, voru metnar og fyllt var inn í einkunnartöflu fyrir hverja og eina mynd. Notast var við þrjú ákveðin viðmið og einkunn gefin fyrir hvert atriði. Metið var hvort að dens væri sýnilegur, hvort opið væri inn í atlanto-axial liðinn og hvort hann væri samhverfur. Við gagnaöflun var notast við skilgreinda rannsóknartöflu á Landspítalanum í Fossvogi og myndirnar skoðaðar í Enterprise Imaging. Microsoft Excel var notað við alla gagnasöfnun og úrvinnslu.

Niðurstöður: Tuttugu og tveir sjúklingar greindust með brot í tölvusneiðmyndarrannsókn en þrír í hefðbundinni röntgenrannsókn. Þessir þrír sjúklingar voru sendir strax í tölvusneiðmyndarannsókn eftir að hafa greinst í röntgenrannsókn. Í heildina var tekin 51 dens mynd af þessum 25 sjúklingum, ein til sex myndir af hverjum sjúkling.

Tíu myndir af þeim 51 sem metnar voru fengu hæstu einkunn fyrir öll þrjú viðmiðin, þ.e.a.s. 12 stig í heildina. Þrettán myndir sýndu dens vel og fengu fjóra í einkunn fyrir það viðmið, sem eru 25% mynda. Tuttugu og sex myndir sýndu vel inn í atlanto-axial liðinn og fengu hæstu einkunn fyrir það viðmið, sem eru 51% mynda og 28 myndir sýndu samhverfan atlanto-axial lið og fengu hæstu einkunn fyrir það viðmið, sem eru 55% mynda.

Ályktanir: Í öllum tilvikum þar sem brot var fyrst greint á röntgenmyndum var sjúklingurinn strax sendur í tölvusneiðmyndarannsókn af beiðni röntgensérfræðilæknis sem las úr röntgenrannsókninni. Það gefur í skyn að þær röntgenmyndir sem teknar eru sérstaklega af efri háls hrygg, dens myndir, gefi ekki nægilegar upplýsingar til þess að hægt sé að greina örugglega brot og gróanda brota.

Þakkir

Ég vil þakka leiðbeinandanum mínum Halldóri Jónssyni jr. fyrir ánægjulegt samstarf og frábæra leiðsögn við verkefnið. Ég gat ávallt leitað til hans og fékk góð ráð og gott viðmót sem ég er mjög þakklát fyrir. Einnig vil ég þakka Landspítalanum fyrir aðgang að rannsóknartölvu og þeim upplýsingum sem ég þurfti til þess að framkvæma rannsóknina.

Ég vil einnig þakka fjölskyldu og vinum fyrir þolinmæði og stuðning á meðan verkefninu stóð. Sérstaklega vil ég þakka móður minni, Borghildi Kjartansdóttur, fyrir yfirlestur ritgerðar og góð ráð

Efnisyfirlit

Ágrip	3
Þakkir	4
Efnisyfirlit	5
Myndaskrá	7
Töfluskrá	8
Listi yfir skammstafanir	9
1 Inngangur	10
1.1 Uppgötvun röntgengeislans	11
1.2 Röntgentæki.....	11
1.3 Tölvusneiðmyndataeki	11
1.4 Tökugildi.....	12
1.5 Jónandi geislun	12
1.5.1 Líffræðileg áhrif jónandi geislunar	12
1.5.2 Geislaskammtur.....	13
1.5.3 Geislaálag.....	13
1.6 Efri háls hryggurinn	13
1.6.1 Atlas (Banakringla)	13
1.6.2 Axis (Standliður)	14
1.7 Brot á háls hryggnum.....	14
1.7.1 Brot á atlas	15
1.7.2 Brot á axis.....	15
1.8 Röntgenrannsókn af efri háls hrygg	15
2 Markmið.....	17
3 Efni og aðferðir	18
3.1 Úrtak	18
3.2 Verklag.....	18
3.2.1 Viðmið.....	18
3.3 Tækjabúnaður.....	19
3.4 Tölfræði.....	19
4 Niðurstöður.....	20
4.1 Myndrannsókn	20
4.2 Mat á myndgæðum	20

4.2.1	Vel sýnilegur dens	21
4.2.2	Atlanto-axial liður opinn	21
4.2.3	Atlanto-axial samhverfur	22
4.2.4	Myndir sem stóðust viðmiðin	22
4.2.5	Meðaleinkunn	22
5	Umræða	23
5.1	Myndrannsókn	23
5.2	Mat á myndgæðum	23
5.2.1.1	Vel sýnilegur dens	24
5.2.1.2	Opið inn í atlanto-axial lið	24
5.2.1.3	Atlanto-axial liður samhverfur	24
5.3	Næsta skref	24
5.4	Samantekt á niðurstöðum	25
6	Ályktanir	26
	Heimildaskrá	27
	Fylgiskjal 1	29
	Fylgiskjal 2	30

Myndaskrá

Mynd 1 Atlas (17).....	14
Mynd 2 Axis (17).....	14
Mynd 3 Röntgenmynd af efri háls hrygg (25).....	16
Mynd 4 Orsök áverka á efri háls hrygg.....	20
Mynd 5 Einkunnarskali fyrir hversu vel dens var sýnilegur á dens myndum.....	21
Mynd 6 Einkunnarskali fyrir hversu vel var opið inn í atlanto-axial lið á dens myndum.....	22
Mynd 7 Einkunnarskali fyrir hversu vel atlanto-axial liður var samhverfur á dens myndum.....	22

Töfluskra

Tafla 1 Viðmið við mat dens röntgenmynda.....	19
Tafla 2 Hve margar myndir fengu hverja einkunn	20

Listi yfir skammstafanir

Skammstöfun	Ensk þýðing	Íslensk þýðing
NEXUS	National Emergency X-Radiography Utilisation Study	
kVp	kiloVolt peak	kílóVolt
mA	milliAmpere	milliAmper
s	second	sekúnda
DNA	deoxyribonucleic acid	deoxyríbósakjarnsýra
Sv	Sievert	Sívert
C1	Cervical vertebrae 1	1. hálsliður
C2	Cervical vertebrae 2	2. hálsliður
C3	Cervical vertebrae 3	3. hálsliður
TS	Computed tomography	Tölvusneiðmynd
ICD-10	International Classification of Diagnosis	Alþjóðleg flokkun greininga
cm	centimeter	sentimetri

1 Inngangur

Röntgengeislar gera okkur kleift að búa til myndir af því sem líkaminn geymir og röntgenrannsóknir eru notaðar til sjúkdómsgreiningar. Vefir líkamans eru misþykkir og misþéttir og eru þess vegna misgegnisæir við geislun. Bein verða ljós á röntgenmynd þar sem þau eru þykk og minna magn geisla kemst í gegnum beinin en mjúkvefi sem eru dökkir á röntgenmynd (1).

Mikilvægi myndrannsókna er gríðarlegt þar sem klínísk skoðun á sjúklingum með grun um hálsáverka er ekki áreiðanleg. Hefðbundin röntgenrannsókn er oft ekki nógu nákvæm en tölvusneiðmyndarannsókn (TS) gefur betri mynd af áverkum sjúklingsins, sérstaklega í beinum og í flóknum svæðum líkamans eins og á mótum höfuðs og hálsþryggjar og háls- og brjósthryggjar. Fjöldi ónauðsynlegra TS rannsókna hefur þó aukist til muna en það er vandamál vegna þess að þær eru mun dýrari og geislaþyngri en hefðbundnar röntgenrannsóknir (2).

Þegar metið er hvort að sjúklingur eigi að fara í myndatöku af hálsliðum eftir áverka er annað hvort notast við NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilisation Study) skala eða Kanadíska hálsþryggs regluna (e. *Canadian C-spine rule*). Samkvæmt NEXUS reglunni þarf sjúklingurinn myndatöku ef hann er með eymsli í miðlínu í hálsi, andleg staða er breytt, er undir áhrifum eiturfylfja- eða áfengis, hefur staðbundinn skort á taugaeinkennum (e. *focal neurologic deficit*), eða ef annar sársauki, sem dreifir athygli frá sársauka í hálsi, er til staðar.

Samkvæmt Kanadíska hálsþryggs reglunni eiga allir sjúklingar undir 65 ára aldri, allir sem lenda í slysum sem talin eru alvarleg og þeir sjúklingar sem finna dofa í útlimum að fara í myndrannsókn. TS rannsókn er fyrsta val myndgreiningar á mögulegum hálsáverkum samkvæmt alþjóðlegum viðmiðum en röntgenmyndataka er stundum við hæfi. Algengt er að áverkar sjáist ekki á almennri röntgenmynd en þar fást ekki eins góðar upplýsingar og í TS rannsókn (3). Bæði NEXUS og Kanadíska hálsþryggs reglan hafa reynst heilbrigðisstarfsfólki vel en Kanadíska hálsþryggs reglan hefur skilað betri árangri í því að koma í veg fyrir óþarfa myndrannsóknir (4).

Að mynda efri hálsþrygginn er flókið og aukin notkun TS rannsókna hefur hjálpað mikið til við að greina lítil brot, sérstaklega í þeim tilvikum þar sem röntgenrannsókn hefur verið ófullnægjandi. Röntgenrannsókn er sérstaklega erfið í framkvæmd í þeim tilvikum þar sem sjúklingar hafa lent í alvarlegu óhappi og eru jafnvel með ýmis tæki og tól til að hjálpa við öndun sem skemmir fyrir í myndatökunni. Einnig má lítið sem ekkert hreyfa þessa sjúklinga. Í þessum tilvikum er oftast tekið TS rannsókn til að byrja með (5). Í almennri röntgenrannsókn af hálsþryggnum er ekki nóg að taka einungis mynd beint framan á hálsþrygginn og hliðarmynd. Einnig þarf að taka sérstaka mynd af efri hálsþryggnum þar sem hann sést ekki þegar tekin er mynd beint framan á sjúklinginn vegna þess að kjálkinn skyggir á (6).

Í þessari ritgerð verður að mestu leyti notað ensk heiti yfir líffæri eða líkamshluta þar sem þau heiti eru oftast notuð í daglegu tali. Íslensku orðin eru þá sett í sviga þar sem það á við. Myndir sem metnar voru í þessari rannsókn voru flestar teknar eftir að sjúklingurinn hafði verið greindur með hálsbrot í TS rannsókn. Örfáir sjúklingar greindust í hefðbundinni röntgenrannsókn en röntgenmyndirnar voru flestar teknar í eftirfylgni þar sem verið var að fylgjast með gróanda og stöðu brota.

1.1 Uppgötvun röntgengeislans

Maður að nafni Wilhelm Conrad Röntgen uppgötvaði röntgengeislann þann 8. nóvember árið 1895. Hann fæddist í Þýskalandi þann 27. mars árið 1845. Hann var eðlisfræðingur og útskrifaðist með doktorsgráðu árið 1869 frá Háskólanum í Zürich í Þýskalandi (7).

Þann 8. nóvember 1895 var Wilhelm á rannsóknarstofu að vinna með rafeindalampa sem hefur þann eiginleika að geta framkallað röntgengeisla, svokallaðan Crookes lampa (8). Hann áttaði sig á því að ef að Crookes lampinn var umvafinn þykkum svörtum pappa, svo að ekkert ljós kæmist að lampanum, varð pappírslata flúrljómandi ef efnið barium platinocyanide var sett á pappírslötuna.

Með áframhaldandi rannsóknum áttaði hann sig á því að þegar hlutir af mismunandi þykkt eru settir inn í ljóssviðið sást breytilegt gegnsæi á myndplötunni, þ.e. hlutir eru misgegnsæir á myndplötu. Kona Wilhelms setti hönd sína inn í ljóssviðið á myndplötuna og þannig varð fyrsta röntgenmyndin til. Myndin sýndi skugga af beinum hennar og hring sem hún hafði á fingrinum, einnig var daufur skuggi af mjúkpörtum handar hennar, en mjúkpartar hafa meira gegnsæi á myndplötu og gefa þess vegna daufari skugga (7).

1.2 Röntgentæki

Tilgangur röntgentækis er að veita ákveðið flæði rafeinda með nógu háan styrk til að mynda röntgengeisla sem henta til myndatöku. Öll röntgentæki hafa þrjá aðal þætti, röntgenlampa, stjórnborð og aflgjafa (8). Röntgenlampi er glerhylki sem hefur tvö rafskaut, katóðu(-) og anóðu(+). Í katóðu er glóðarþráður tengdur við rafmagn en hann hitnar þegar straumur kemur á þráðinn. Þá losna rafeindir af ystu hvelum málmatómanna í þráðinum og þráðurinn glóir. Lausu rafeindirnar dragast yfir á anóðuna þegar há spennu fer yfir röntgenlampann. Hreyfiorka rafeindanna eykst með aukinni spennu milli rafskautanna og rafeindirnar stöðvast um leið og þær lenda á efni í anóðunni og við það verða til orkuríkar ljóseindir. Þessar ljóseindir eru röntgengeislun. Efnið í anóðunni og spennan á milli rafskutanna í lampanum er það sem ræður orku ljóseindanna. Einungis um 1% af orku rafeindanna sem skella á anóðuna verða að röntgengeislun en nánast öll orkan breytist í hita (1).

Stjórnborðið er það sem geislafræðingar nota til þess að stilla spennu og straum röntgengeislans sem hentar fyrir góða mynd. Í aflgjafanum verður til háspenna en þaðan færast spennu í lampann sem er nauðsynlegt fyrir röntgenmynd (8).

1.3 Tölvusneiðmyndataeki

Líkt og röntgentæki samanstendur tölvusneiðmyndataeki af röntgenlampa og myndnema. Tækið framleiðir röntgengeisla sem sendir eru í gegnum sjúklinginn en lampinn og myndnemarnir snúast inni í tölvusneiðmyndahring (e.gantry) umhverfis sjúklinginn á meðan myndað er. Myndnemarnir nema röntgengeislana sem fara í gegnum líkama sjúklingsins og úr merkinu eru búnar til sneiðmyndir. Sneiðmyndir verða til af öllu myndefninu þar sem myndað er sjúklinginn samfelld frá öllum sjónarhornum á meðan lampinn og myndnemarnir ferðast hring eftir hring í kringum sjúklinginn (9, 10). Úr sneiðmyndunum er hægt að búa til þrívíddarmyndir.

Tölvusneiðmyndataeki samanstendur af stjórnborði, tölvusneiðmyndahring og sjúklingaborði. Áður en byrjað er að mynda sjúklinginn er honum stillt inn í tækið eftir því hvers konar rannsókn á að framkvæma. Næst er tekið yfirlitsmynd og sú mynd er notuð til þess að ákvarða það myndsvæði sem búa á til sneiðmyndir úr. Yfirlitsmyndin er tekin á meðan sjúklingur færir á sjúklingaborðinu í gegnum tölvusneiðmyndahringinn en lampinn og myndnemarnir eru í kyrrstöðu. Þegar sneiðmyndirnar eru teknar færir hins vegar sjúklingaborðið, lampinn og myndnemarnir (11).

1.4 Tökugildi

Þegar straumur í gegnum glóðarþráðinn í katóðu röntgenlampans er aukinn þá eykst magn rafeindanna sem falla á anóðuna og þ.a.l. eykst magn röntgengeislanna (1). Straumurinn hefur eininguna „milliAmper“ (mA) og ræður magni röntgengeisla (8). Röntgengeislarnir verða orkurikari þegar notuð er hærri spenna og orkurikari geislar komast í gegnum þykkara efni (1). Spennan sem sett er á lampann segir því til um hversu vel geislinn smýgur í gegnum efni og hefur eininguna “kilovolt peak“ (kVp). Á stjórnborði röntgentækis er hægt að stjórna spennu (kVp), straum (mA) og tíma í sekúndum (s) (8).

1.5 Jónandi geislun

Geislun er í raun flutningur orku og má skipta í tvo flokka, sem straumur agna eða sem rafsegulbylgjur. Þau áhrif sem geislinn hefur segir til um hvort að geislunin sé jónandi eða ójónandi (12). Áhrif jónandi geislunar er mismunandi eftir því hvort að geislunin hefur hlaðnar eða óhlaðnar agnir (13). Við jónandi geislun verður rafeind rafhlaðin þegar rafeind er fjarlægð frá frumeind eða sameind. Jónandi geislun getur haft skaðleg áhrif á starfsemi frumna, en hún hefur nógu mikla orku til þess að valda efnafræðilegum breytingum í frumum líkamans. Röntgengeislun er dæmi um jónandi geislun (12).

1.5.1 Líffræðileg áhrif jónandi geislunar

Skaðleg áhrif sem geislun hefur á mannlíkamann getur komið fram á ýmsan hátt. Áhrifin fara eftir því hvar á líkamanum skaðinn verður og hversu mikill hann er, og þá skiptir tegund geislunar og geislaskammturinn miklu máli. Oft nær líkaminn sjálfur að laga þann skaða sem verður vegna geislunar þegar skaðinn er í minna lagi. En sá hluti frumna sem er viðkvæmastur fyrir jónandi geislun eru DNA sameindir í litningum frumna.

Sköðum sem verða á frumum vegna jónandi geislunar má skipta í slembiskaða og vísa skaða. Áhættan á slembiskaða, sem er tilviljunarkenndur skaði, er alltaf fyrir hendi en meiri líkur eru á skaða við meiri geislun. Magn geisla ræður þó ekki magni slembiskaða en talið er að ein breytt fruma sé nóg til þess að valda krabbameini. Vísir skaðar verða þó vegna mikillar geislunar en þeir koma ekki fram nema magn geislunar sé yfir ákveðnum þröskuldi. Skaði frumna verður það mikill að þær deyja sem hefur áhrif á vefi og starfsemi líffæra. Sem dæmi má nefna brunasár sem geta myndast á húð þegar um staðbundna geislun er að ræða (13).

1.5.2 Geislaskammtur

Magn orku sem færast þegar ljóseindir víxlverka við efni líkamans segir til um geislaskammtinn sem einstaklingur verður fyrir í röntgenrannsókn. Hægt er að mæla magn geislunar áður en geislinn kemst í snertingu við líkamann og magn geislunar sem kemur út úr líkamanum. Ýmsir þættir hafa áhrif á geislaskammt rannsókna t.d. aldur og þykkt sjúklings, stærð myndsvæðis, magn straums og spennu yfir röntgenlampa og fjöldi mynda í rannsókn (1).

1.5.3 Geislaálag

Geislaálag segir til um líffræðilega áhættu geislunar sem fylgir röntgenrannsókn en það er hægt að áætla út frá mælingum á geislaskammti (1). Einingin sívert (*e. Sievert*) er notuð til að mæla geislaálag, en sívert er skammstafað Sv. Geislaálag er mælt með því að mæla orkuna sem gleypist í efni og margfalda með ákveðnum stuðli, en stuðullinn fer eftir hæfni geislunar til að valda skaða á frumum. Stuðullinn fer eftir eðli geislunar þ.e. hvort að geislunin sé t.d. rafsegulbylgja eða rafeindageislun. Einnig skiptir magn geislunar máli og þau líffæri sem geislunin fellur á, en líffæri eru misviðkvæm fyrir geislun (14).

1.6 Efri háls hryggurinn

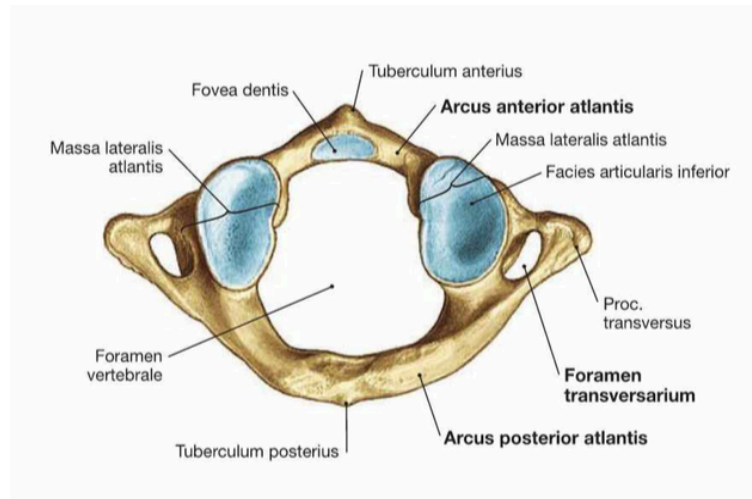
Háls hryggurinn hefur sjö hálsliði en þeir eru minni en aðrir hryggjarliðir. Hálsliðirnir hafa göng í þvertindunum (*e. transverse foramen*) sem brjóst- og lendarliðir hafa ekki (15). Í hálsliðunum eru því þrjú göng sem liggja lóðrétt, eitt í hvorum þvertind og mænugöngin í miðjunni (6). Liðbolur hálsliðanna er lífill og hrygg tindurinn stuttur en lengist þó frá fjórða til sjöunda hálsliðar. Efstu tveir hálsliðirnir flokkast undir efri háls hrygginn og þeir hafa öðruvísi lögun en hálsliðirnir í neðri háls hryggnum. Lögun þeirra gerir okkur kleyft að kinka kolli og snúa höfðinu til hægri og vinstri (15).

Kúpubotninn og þriðji hálsliðurinn eru umhverfi efri háls hryggisins. Mót höfuðs og háls eru líffræðilega flókin og mörg liðbönd og liðir eru á þessu svæði. Tveir aðal liðirnir eru atlanto-occipital liður og atlanto-axial liður. Atlanto-occipital liður liggur á milli kúpubotns og C1 og atlanto-axial liður á milli C1 og C2 (16). Hnakkahnúar (*e. occipital condyle*) eru hluti af kúpubotni og liggja sitt hvoru megin við mænugatið (*e. foramen magnum*) (17).

Þriðji hálsliðurinn (C3) er ólíkur efri háls hryggnum og líkist mun frekar hinum hálsliðunum. Þriðji til sjötti hálsliður (C3-C6) eru með eins uppbyggingu, með stutta þvertindi og frekar stuttan tvískiptan hrygg tind (6).

1.6.1 Atlas (Banakringla)

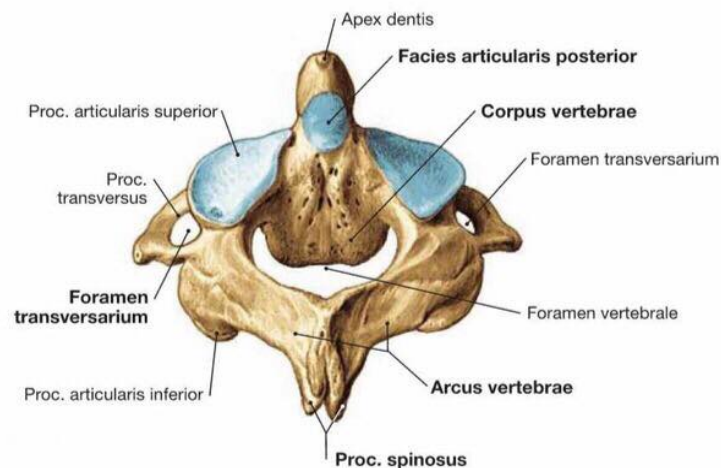
Atlas er efsti hálsliðurinn (C1) en hann heldur höfðinu uppi. Atlas er hringlaga og hefur hvorki liðbol né hrygg tind. Þvertindar atlas eru örlítið lengri en á öðrum hryggjarliðum og tengjast vöðvum sem styðja við snúning höfuðsins. Gat í þvertindinum (*e. transverse foramen*) greiðir leið fyrir hálsæðar og taugar. Þvert yfir atlas liggur þverband (*e. transverse atlantal ligament*) sem skiptir hringnum í tvo ójafna hluta. Aftan við þverliðbandið liggur mænan og himnur hennar upp í heila. (6, 15).



Mynd 1 Atlas (17)

1.6.2 Axis (Standliður)

Axis er næstefsti hálsliðurinn (C2). Densinn (*e. odontoid process*) er sá eiginleiki axis sem greinir hann greinilega frá öðrum hryggjarliðum, en hann vísar upp úr axisnum og upp í gegnum atlasinn. Þvertindur axis er mjög stuttur en hryggindurinn er stór og skiptist oft í tvennt (17). Framan á dens er yfirborð sem liggur upp að atlas og þverliðbandið liggur upp að dens að aftan og heldur honum stöðugum (15).



Mynd 2 Axis (17)

1.7 Brot á háls hryggnum

Áverkar á hrygginn verða vegna krafta sem valda röskun á beinum eða liðböndum og því geta fylgt skemmdir á taugakerfinu. Ýmsir kraftar geta valdið áverkum, þ.á.m., yfirbeygingar- (*e. hyperflexion*) og yfirréttingarkraftar (*e. hyperextension*) en einnig geta kraftar í lóðréttu stefnu (*e. axial loading*) valdið brotum og öðrum áverkum (18). Algengasta orsök hálsbrota eru umferðarslys (19).

1.7.1 Brot á atlas

Brot á atlas eru um 2-13% af öllum hryggbrotum og þau gerast oftast þegar atlas þrýstist á axis sem verður til þess að veikustu hlutar atlas brotna í sundur, sem eru fram- og afturboginn. Þessi brot kallast banakringlubrot (e. *Jefferson fracture*). Þverbandið á það einnig til að rifna þegar brot af þessu tagi verða í efsta hálsliðnum en liðbandið er það sem heldur atlas stöðugum og kemur í veg fyrir að beinið renni til á axis. Atlas brot er hægt að greina á röntgenmynd og einnig er hægt að greina hvort að þverbandið sé slitið eða ekki. Rannsóknir hafa sýnt að ef bilið milli hliðlægu hluta atlas (e. *lateral masses*) er meira en 7 mm er liðbandið slitið og brotið óstöðugt. Algengasta orsök banakringlubrota eru dýfingar í grunnt vatn, föll og mótorhjólaslys (19, 20).

1.7.2 Brot á axis

Brot á öðrum hryggjarliðnum kallast standliðsbrot og má skipta í tvær tegundir, dens brot og Hangmans brot (21). Brot á dens eru 5-15% af hryggbrotum en þau verða við áverka þar sem höfuð og háls skjótast fram á við (e. *flexion*) eða aftur á bak (e. *extension*) (16).

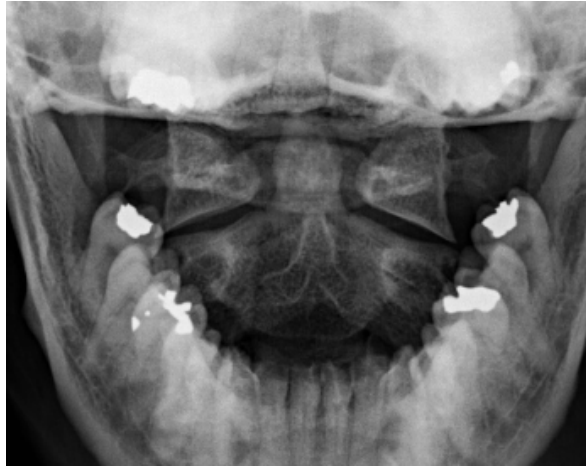
Dens brotum er skipt í þrjár tegundir samkvæmt Anderson og D'Alonzo (22). Tegund 1 er þegar efsti hluti dens brotnar en þessi tegund brota eru vanalega stöðug. Tegund 2 er algengust en þá brotnar neðsti hluti dens og líkur eru á því að brotið renni ekki saman og grói þ.a.l. ekki rétt. Tegund 3 er þegar brotið er í gegnum dens og nær niður í liðbolinn en í þessum tilvikum eru líkur á bata mjög góðar (21).

Brot í aftari hluta axis kallast Hangmans brot en þau verða þegar höfuð og háls einstaklings reigjast aftur á bak eða þegar áverkar verða beint ofan á höfuðið (19, 21). Þessi brot eru oftast stöðug en oft fylgir liðhlaup á C2-C3 þessum brotum en sjaldan áverkar á mænu (19). Skurðaðgerðir eru ekki algeng meðferð við þessari tegund brota heldur er notast við ytri festingu, t.d. Halovesti eða stoðkraga enda er sú tegund meðferðar árangursrík í 95% tilfella (16).

1.8 Röntgenrannsókn af efri háls hrygg

Sérstök röntgenmynd af efri háls hryggnum og botni höfuðkúpu er gríðarlega mikilvæg þar sem áverkar svo ofarlega í hryggnum geta orsakað lömun eða dauða. Þessi mynd kallast dens mynd og við myndatökuna stendur sjúklingurinn með bak að myndplötu og galopnar munninn. Halli höfuðsins þarf að vera réttur svo að hvorki tennur né hnakkabein skyggi á hálsliðina. Á myndinni á að vera vel opið inn í atlanto-axial liðinn og hann á að vera samhverfur. Einnig á dens að vera vel sýnilegur fyrir miðju á myndinni.

Algengast er að taka þrjár myndir af sjúklingi sem kemur í röntgenrannsókn af efri háls hrygg, mynd beint framan á, hliðarmynd og dens mynd (23). Í sumum tilfellum eru teknar fimm myndir en þá eru að auki teknir tveir skáar, en þá er sjúklingi skáað 45° í hvora átt (6). Það á oftast við þegar TS rannsókn er ekki í boði eða hefur ekki verið framkvæmd (24).



Mynd 3 Röntgenmynd af efri háls hrygg (25)

Myndin sýnir sérstaka röntgenmynd sem tekin er af efri háls hrygg sem kallast dens mynd. Á ensku kallast myndin „*open-mouth view*“. Sjúklingurinn galpnar munninn og hallar höfðinu svo að efstu hálsliðirnir sjáist sem best.

2 Markmið

Markmið rannsóknarinnar er að kanna hvort röntgenmyndir sem teknar hafa verið af efri háls hrygg á Landspítalanum uppfylli ákveðnar kröfur fyrir gerð slíkrar rannsóknar. Ef niðurstaðan sýnir að svo sé ekki, er framtíðarmarkmiðið að fá geislafræðinga til þess að leggja sérstaka áherslu á að afla sér þekkingar um framkvæmd þessarar rannsóknar og vanda þessar myndir sérstaklega.

Mikilvægt er að ofnota ekki TS rannsóknir þar sem þær eru bæði geislaþyngri og dýrari rannsóknir en hefðbundnar röntgenrannsóknir og ein leið til þess að koma í veg fyrir það er að skila af sér góðum röntgenmyndum.

Rannsóknarspurningin er: Gefa röntgenmyndir sem teknar eru sérstaklega af efri háls hrygg, dens myndir, nægilegar upplýsingar til þess að hægt sé að greina örugglega brot og gróanda brota?

3 Efni og aðferðir

Leyfi fyrir þessari rannsókn var veitt af framkvæmdarstjóra lækninga (Fylgiskjal 1) og Siðanefnd Landspítala (Fylgiskjal 2).

3.1 Úrtak

Rannsóknin er afturvirk og var gerð á 25 einstaklingum með greind hálsbrot í efri háls hrygg sem þurftu innlögn á Landspítalanum. Tölvudeild Landspítalans tók saman gögn um síðustu 25 sjúklinga sem fengu greininguna S.12.0 eða S.12.1 þar sem S.12 stendur fyrir hálsbrot samkvæmt Alþjóðlegri tölfraeðiflokkun sjúkdóma og skyldra heilbrigðisvandamála (ICD-10). Greiningin S.12.0 stendur fyrir hálsbrot á efsta hálslið (C1) og S.12.1 hálsbrot á næst efsta hálslið (C2).

3.2 Verklag

Einungis voru notaðar sjúkrskrár og myndir sem voru til í safni Landspítala. Sjúkrskrár voru notaðar til þess að fá upplýsingar um orsök óhapps, sjúkdómsgreiningu/ar, myndgreiningaraðferðir og tímaskráningar þessara atriða. Skráð var niður hvers konar myndatöku hver og einn einstaklingur fór í og hvenær í ferlinu það var. Allar dens röntgenmyndir af þátttakendunum voru skoðaðar og metnar og fyllt var inn í einkunnatöflu fyrir hverja og eina mynd. Einkunn var gefin fyrir hvert atriði í töflu fyrir hverja dens mynd. Einkunnir voru frá 1-4.

1 = ófullkomin

2 = léleg

3 = í lagi

4 = fullkomin

3.2.1 Viðmið

Viðmið sem notuð voru við skoðun myndanna má sjá á **Tafla 1**, en hér að neðan er viðmiðunum lýst nánar.

Vel sýnilegur dens: Munnur sjúklingsins þarf að vera galoppinn og höfðinu hallað aðeins aftur til þess að framtennurnar séu ekki fyrir dens. Skilgreiningar á einkunn fyrir þennan þátt eru:

1 = Höfuð hallar alltof lítið þannig að tennur skyggja mikið á dens

2 = Höfuð hallar alltof mikið þannig að hnakkabein skyggir mikið á dens

3 = Höfuð hallar of lítið/mikið þannig að tennur/hnakkabein skyggja aðeins á dens

4 = Dens vel sýnilegur og staðsettur miðsvæðis á mynd

Opið inn í atlantoaxial lið: Réttur halli þarf að vera á höfðinu til þess að hvorki tennur né hnakkabein skyggi á dens. Skilgreiningar á einkunn fyrir þennan þátt eru:

1 = Munnur ekki nægilega opinn, neðri tennur fyrir

2 = Efri tennur fyrir, sést ekki vel inn í liðinn

3 = Hnakkabein fyrir, sést ekki vel inn í liðinn

4 = Vel opið inn í liðinn

Atlantoaxial liður samhverfur : Mikilvægt er að liðurinn sé samhverfur en snúningur á höfðinu getur gert hann ósamhverfan á mynd. Ef liðurinn er ósamhverfur á mynd vegni lélegrar innstillingar getur litið úr fyrir að það séu áverkar sem eru í raun ekki til staðar (6). Skilgreiningar á einkunn fyrir þennan þátt eru:

1 = Höfuð mikið snúið og liður þess vegna ósamhverfur

2 = Höfuð lítið snúið og liður ósamhverfur

3 = Áverkar valda því að liður er ósamhverfur

4 = Atlantoaxial alveg samhverfur

Tafla 1 Viðmið við mat dens röntgenmynda

Dens röntgenmynd	Einkunn
Vel sýnilegur dens	
Opið inn í atlantoaxial lið	
Atlantoaxial liður samhverfur	

3.3 Tækjabúnaður

Myndirnar sem voru greindar voru teknar á tveimur röntgentækjum á Landspítalanum í Fossvogi. Tækin eru stafræn röntgentæki af sömu gerð og heita Adora DR. Tækin eru auðveld í notkun og bjóða upp á mjög mikla möguleika í innstillingum og hámarka þannig þægindi starfsfólks og sjúklinga (26).

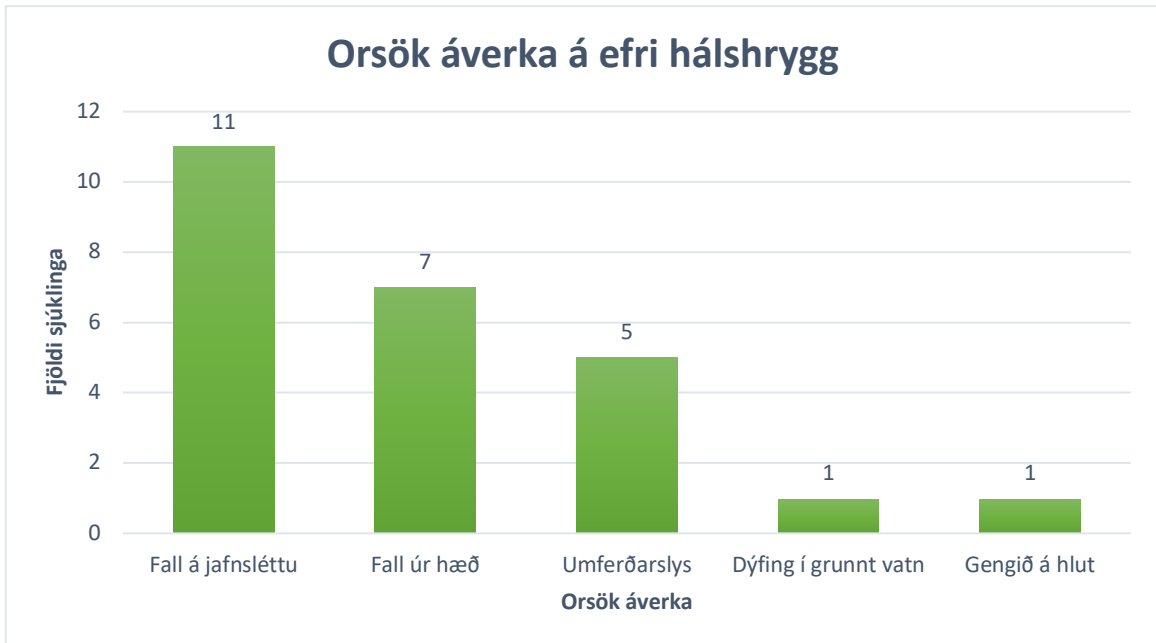
Við gagnasöfnun var ekki gerður greinarmunur á hvaða tæki myndirnar voru teknar á. Allar myndirnar voru skoðaðar í tölvu í rannsóknarherbergi á Landspítalanum í Fossvogi í forriti sem heitir Enterprise Imaging frá framleiðandanum Agfa HealthCare.

3.4 Tölfræði

Tölfræðiforritið Microsoft Excel var notað við alla tölfræði úrvinnslu. Þau gögn sem fengust úr sjúkraskýrslum voru skráð inn í Excel og þau notuð til þess að gera töflur, súlurit og aðra útreikninga sem notaðir voru í rannsókninni.

4 Niðurstöður

Orsök hálsbrota hjá sjúklingunum í þessari rannsókn má sjá á **Mynd 4** hér að neðan. Sjúklingarnir í rannsókninni voru á aldrinum 35 til 96 ára, þar sem meðalaldur var 68,28 ár. 15 af 25 sjúklingum voru yfir 70 ára. 18 sjúklingar (72%) voru karlmenn og 7 (28%) kvenmenn.



Mynd 4 Orsök áverka á efri háls hrygg

4.1 Myndrannsókn

Tuttugu og tveir sjúklinganna greindust með brot í TS rannsókn en þrír þeirra í hefðbundinni röntgenrannsókn. Þessir þrír sjúklingar voru þó sendir strax í TS eftir að hafa greinst í röntgenrannsókn. Sjúklingar fóru ýmist í TS rannsókn eða röntgenrannsókn í eftirfylgni, nokkrum dögum og vikum eftir að brot greindist. Nokkrir sjúklingar fóru einnig í segulómrannsókn í þeim tilvikum var alltaf verið að kanna hvort að liðbandaáverki væri til staðar.

Í heildina var tekin 51 dens mynd af þessum 25 sjúklingum, ein til sex myndir af hverjum sjúkling. Allar 51 myndirnar voru metnar af rannsakanda og röntgensérfræðilækni.

4.2 Mat á myndgæðum

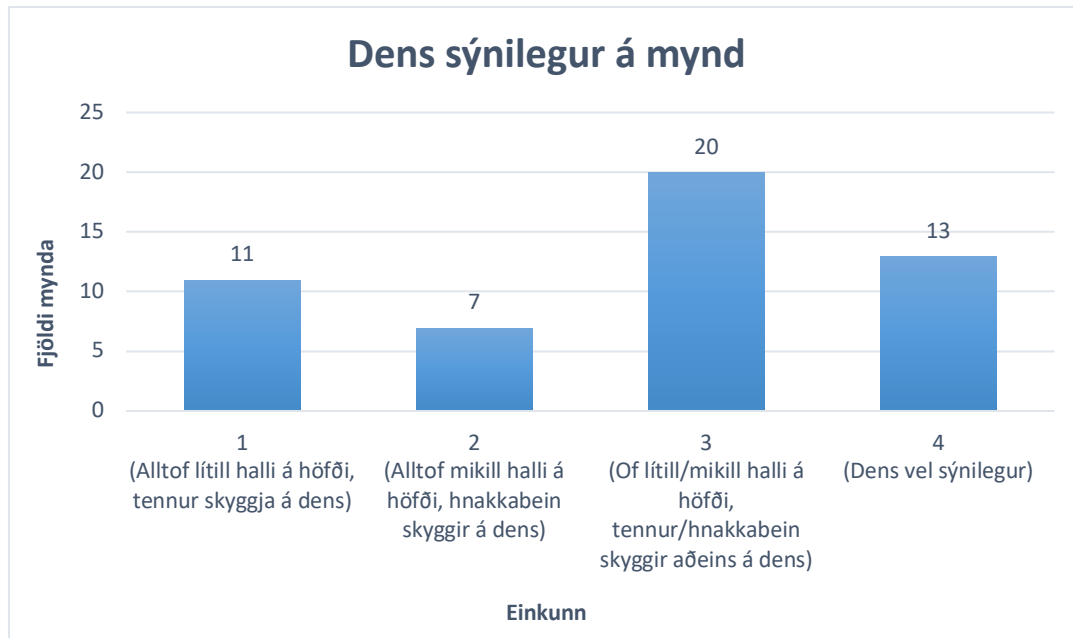
Samantekt við mat á 51 dens mynd má sjá í **Tafla 2**. Taflan sýnir hversu margar myndir fengu hvaða einkunn fyrir hvert viðmið fyrir sig.

Tafla 2 Hve margar myndir fengu hverja einkunn

Viðmið	Einkunn			
	1	2	3	4
Dens sýnilegur	11	7	20	13
Opið inn í atlanto-axial lið	6	10	9	26
Atlanto-axial liður samhverfur	8	14	1	28

4.2.1 Vel sýnilegur dens

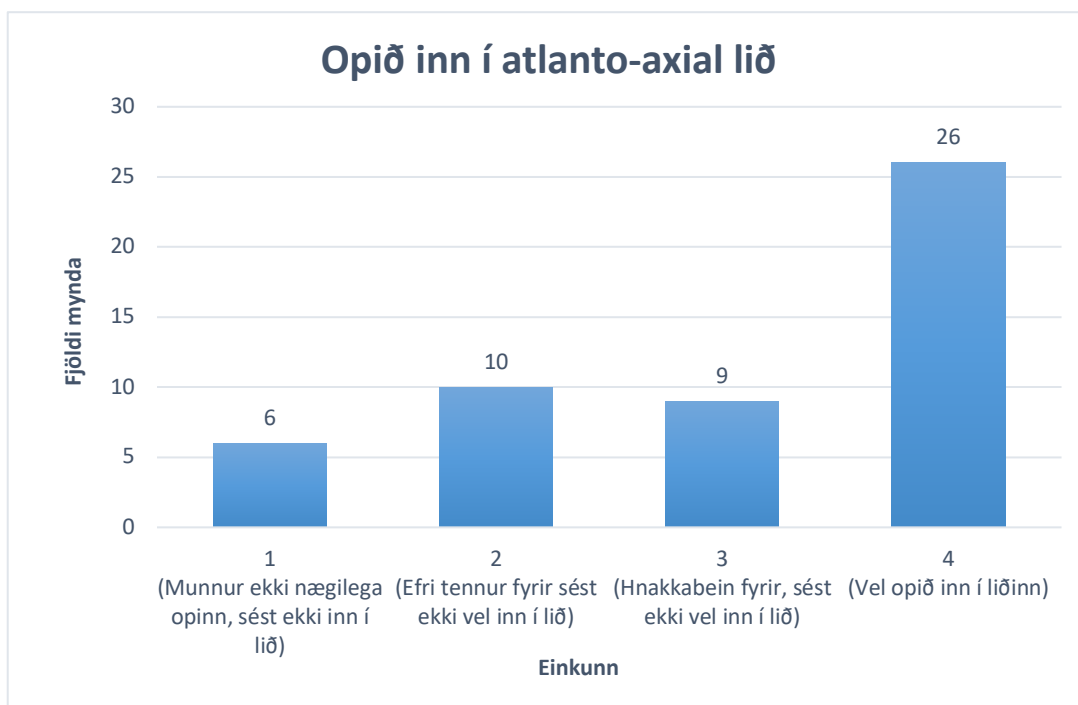
Skoðað var hversu vel dens sást á myndunum sem metnar voru og á **Mynd 5** má sjá hve margar myndir fengu hvaða einkunn fyrir þetta viðmið.



Mynd 5 Einkunnarskali fyrir hversu vel dens var sýnilegur á dens myndum

4.2.2 Atlanto-axial liður opinn

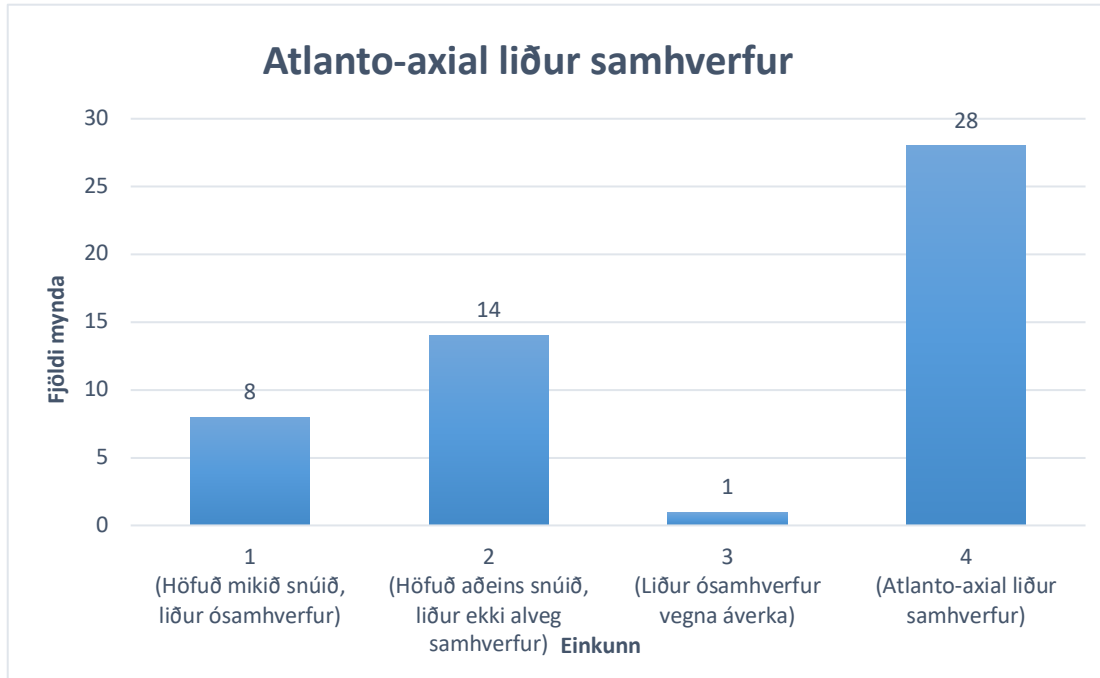
Skoðað var hversu vel var opið inn í atlanto-axial lið á myndunum sem metnar voru og á **Mynd 6** má sjá hve margar myndir fengu hvaða einkunn fyrir þetta viðmið.



Mynd 6 Einkunnarskali fyrir hversu vel var opið inn í atlanto-axial lið á dens myndum

4.2.3 Atlanto-axial samhverfur

Skoðað var hvort að atlanto-axial liður var samhverfur á myndunum sem metnar voru og á **Mynd 7** má sjá hve margar myndir fengu hvaða einkunn fyrir þetta viðmið.



Mynd 7 Einkunnarskali fyrir hversu vel atlanto-axial liður var samhverfur á dens myndum

4.2.4 Myndir sem stóðust viðmiðin

Tíu myndir af þeim 51 sem metnar voru fengu hæstu einkunn fyrir öll þrjú viðmiðin, þ.e.a.s. 12 stig í heildina. Þrettán myndir sýndu dens vel og fengu fjóra í einkunn fyrir það viðmið, sem eru 25% mynda. Tuttugu og sex myndir sýndu vel inn í atlanto-axial liðinn og fengu hæstu einkunn fyrir það viðmið, sem eru 51% mynda og 28 myndir sýndu samhverfan atlanto-axial lið og fengu hæstu einkunn fyrir það viðmið, sem eru 55% mynda.

4.2.5 Meðaleinkunn

Meðaleinkunn fyrir fyrsta viðmiðið "Dens sýnilegur" var 2,7 af 4 mögulegum.

Meðaleinkunn fyrir annað viðmiðið "Opið inn í atlanto-axial lið" var 3,08 af 4 mögulegum.

Meðaleinkunn fyrir þriðja viðmiðið "Atlanto-axial liður samhverfur" var 3,12 af 4 mögulegum.

5 Umræða

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna hvort röntgenmyndir sem teknar voru af efri háls hryggnum uppfylli kröfur fyrir gerð slíkrar rannsóknar og kanna hvort að þær veiti nægar upplýsingar til þess að hægt sé að greina brot eða gróanda brota.

Rannsókn af þessu tagi hefur ekki verið framkvæmd áður og því ekki til beinar rannsóknir til að bera saman við. Hinsvegar hafa rannsóknir verið gerðar á brotum sem sáust ekki á röntgenmyndum en sáust síðar á TS myndum. Niðurstöður rannsóknar sem gerð var árið 2001 á 818 sjúklingum með hálsáverka sýndu að í tilvikum 320 sjúklinga yfirsáust áverkar í röntgenrannsókn en í flestum þessara tilvika var rannsóknin metin óeðlileg eða ófullnægjandi. En í tilvikum 23 sjúklinga greindust áverkar ekki þrátt fyrir að myndirnar voru taldar fullnægjandi. Staðlaðar röntgenrannsóknir, þar sem teknar eru þrjár myndir, gefa áreiðanlegar niðurstöður fyrir flesta sjúklinga með alvarlega áverka en þó kemur það fyrir að alvarlegir óstöðugir áverkar uppgötvist ekki (27).

Í annarri grein kemur fram að röntgenrannsókn gefi takmarkaðar en mikilvægar upplýsingar og að 93% áverka koma fram á þessum þremur stöðluðu myndum, beint framan á, hliðarmynd og dens mynd. Einnig kemur fram að röntgenrannsókn er góður kostur þegar meta á ástand eftir aðgerð eða í langtíma eftirfylgni. Í greininni segir einnig að TS rannsókn sé mikilvægasta rannsóknin þegar kemur að því að meta brot á þessu svæði. Þótt niðurstöður röntgenrannsóknar sýni fram á að ekki sé um brot að ræða en sterkur klínískur grunur sé um áverka eru sjúklingar sendir í TS rannsókn (21).

5.1 Myndrannsókn

Í flestum tilvikum, þ.e. 22 af 25, greindust sjúklingar með brot á efri háls hrygg í TS við komu á Landspítalann. Einungis þrjú sjúklingar voru sendir í röntgenmyndatöku til greiningar en þó að brotin hafi sést á röntgenmyndunum voru þeir samt sendir í TS. Í öll skiptin stóð í svari röntgenlækna við röntgenrannsókninni að senda ætti sjúklinginn í TS sem bendir til þess að að þeirra mati gefi röntgenrannsókn ekki nægilegar upplýsingar þegar verið er að greina brot á efri háls hrygg.

Fram kom átta sinnum í svari röntgensérfræðilæknis við röntgenrannsókn að erfitt væri að meta gróanda á myndunum og að brotið sjáist illa, lækningin mælti fimm sinnum með TS eftir að hafa skoðað röntgenmynd þegar metinn var gróandi.

Í nokkrum tilvikum voru sendar tvær dens myndir í sömu rannsókn þar sem seinni myndin var oftast með betur opið inn í liðinn en báðar myndirnar samt sendar til röntgensérfræðilæknis.

5.2 Mat á myndgæðum

Einn kostur en jafnframt veikleiki rannsóknarinnar er sá að allar myndirnar voru metnar af sömu manneskjunni. Þær voru einnig allar metnar á sama degi svo að viðmiðin voru alveg eins fyrir allar myndirnar. Þó að ég sé ekki lærdur röntgenlæknir og myndi ekki treysta mér í að greina brot eða gróanda á myndunum þá gat ég vel metið þessi þrjú atriði sem voru metin. Þessi þrjú atriði sem má sjá í **Tafla 1** eru þau atriði sem geislafræðingar eiga að leggja áherslu á við framkvæmd rannsóknarinnar og til þess að röntgensérfræðilæknar geti greint myndirnar að fullu þurfa þessi atriði að vera í lagi.

Brotin sem sjúklingar rannsóknarinnar hlutu voru mis flókin og misjafnlega erfitt er að sjá þau á myndum. Kannski þyrfti að hafa það í huga þegar ákveðið er hvers konar rannsókn sjúklingurinn er sendur í þegar fylgst er með gróanda og stöðu brotanna. Í nokkrum tilfellum þegar brot var á C1 tóku röntgenlæknar það fram í svari að erfitt sé að meta gróanda á röntgenmynd þar sem illa sést í C1 brotakerfi. Í þeim tilfellum hefði mögulega verið betra að senda sjúklinginn strax í TS rannsókn.

5.2.1.1 Vel sýnilegur dens

Á 13 myndum af þeim 51 sem voru metnar var dens vel sýnilegur eða einungis á 25% mynda. Algengast var að höfuðið hallað aðeins of mikið þannig að kúpubotninn skyggði á dens eða höfuðið hallaði aðeins of lítið þannig að tennurnar skyggðu á dens. Í 28 tilfellum hallaði höfuð alltof mikið eða alltof lítið.

5.2.1.2 Opið inn í atlanto-axial lið

Á meira en helmingi myndanna var vel opið inn í atlanto-axial liðinn, eða á 26 myndum af 51. Algengt var að ef ekki sást vel inn í liðinn var myndin endurtekin og þá voru tvær dens myndir af sjúklingnum sendar áfram til röntgenlæknanna.

5.2.1.3 Atlanto-axial liður samhverfur

Atlanto-axial liðurinn var samhverfur á 28 myndum og á 14 myndum var höfuðið lítið snúið og liðurinn þess vegna ekki alveg samhverfur.

5.3 Næsta skref

Á Landspítalanum í Fossvogi eru tvö tölvusneiðmyndataeki en annað þeirra er af gerðinni Toshiba Aquilion ONE. Tækið hefur einstaka tækni sem er oft notuð þegar þarf að mynda hjörtu, andlitsbein og ýmsa útlími. Fróðlegt væri að vita hvort þessi tækni myndi henta fyrir efri háls hrygg, sérstaklega þegar vitað er af broti og verið er að meta stöðu og gróanda brota, en það hefur ekki verið prófað á Landspítalanum.

Þessi tækni, sem kallast á ensku "*Dynamic Volume CT*", lýsir sér þannig að þeim líkamshluta sem á að mynda er stillt inn í mitt tækið, tekin er yfirlitsmynd og myndsvæðinu er svo stillt inn í miðjan 16 cm langan kassa. Lampi og myndnemar tækisins fara einungis einn hring í kringum myndefnið og á sekúndubroti fæst hágæðamynd með minni geislaskammti. Með þessari tækni verður tölvusneiðmynd í raun eins fljótleg og einföld í framkvæmd og hefðbundin röntgenmynd (28).

Þegar þessi tækni er notuð er hægt að taka minni yfirlitsmynd og myndsvæði verður þ.a.l. minna. Þá þarf ekki að geisla allan háls hrygginn frá kúpubotni niður að efsta brjóstlið heldur einungis það svæði sem passar inn í 16 cm kassann. Þar sem lampinn og myndnemarnir snúast einungis einn hring í kringum myndefnið verður geislaskammturinn mjög lítill miðað við hefðbundna TS rannsókn af háls hrygg.

Röntgenmyndir virðast ekki alltaf skila nægilega góðum árangri og því gæti þetta verið góð leið til þess að koma í veg fyrir að sjúklingur verði fyrir of háum geislaskammti en á sama tíma fá mjög góðar myndir.

5.4 Samantekt á niðurstöðum

Allir sjúklingarnir í þessari rannsókn lentu í einhvers konar slysi sem gerði það að verkum að þeir hlutu hálsbrot á efri háls hryggnum. Í flestum tilvikum hlutu sjúklingar brot við fall á jafnsléttu, nokkrir féllu úr hæð t.d. af hjóli eða úr rúmi og nokkrir lentu í umferðarslysi. Ljóst var að brot eftir fall á jafnsléttu jókst með hækkandi aldri en 15 af 25 sjúklingum voru yfir 70 ára. Meðalaldur þeirra sem hlutu hálsbrot við fall á jafnsléttu var 80 ár.

Brotin voru af ýmsum gerðum, flestir brotnuðu á öðrum hvorum efri hálslið en fimm sjúklingar brotnuðu bæði á atlas og axis. Þar sem rannsóknin er afturvirk er ekki hægt að vita um ástand sjúklinganna við framkvæmd rannsóknarinnar en ástand sjúklings getur haft mikil áhrif við innstillingu sjúklingsins við myndatökuna. Sjúklingur getur átt mjög erfitt með að galopna munninn eða að halla höfðinu eins og geislafræðingur óskar eftir.

Í þeim tilvikum þar sem viðmiðin í **Tafla 1** voru ekki í lagi er ekki þar með sagt að geislafræðingurinn sem framkvæmdi röntgenrannsóknina hafi ekki gert það nægilega vel. Í þessum rannsóknum hefur hreyfigeta sjúklings og sjúkdómsástand mikil áhrif á innstillingu sjúklingsins við myndatökuna.

Helsta áhersla geislafræðinga við framkvæmd rannsóknarinnar virðist vera að vel sé opið inn í atlanto-axial liðinn þar sem að það var oftast ástæðan fyrir að mynd var endurtekin og tvær myndir sendar áfram til röntgensérfræðilæknanna. Það kom aldrei fyrir að blenda myndarinnar væri of lítil sem gerði það að verkum að mikilvægir líkamshlutar sáust ekki á myndinni, en blendan var í mörgum tilvikum of stór sem veldur óþarfa geislaálagi á sjúklingana. Blendan náði þó aldrei svo hátt eða lágt að augun eða skjaldkirtillinn yrðu fyrir geislun, en þau eru viðkvæmstu líffærin fyrir jónandi geislun á svæðinu.

6 Ályktanir

Úrtakið í þessari rannsókn var ekki stórt en þrátt fyrir það var hægt að sjá ýmislegt áhugavert í niðurstöðum rannsóknarinnar. Í öllum tilvikum þar sem brot var fyrst greint á röntgenmyndum var sjúklingurinn strax sendur í TS rannsókn af beiðni röntgensérfræðilæknis sem las úr röntgenrannsókninni. Það gefur í skyn að þær röntgenmyndir sem teknar eru sérstaklega af efri háls hrygg, dens myndir, gefi ekki nægilegar upplýsingar til þess að hægt sé að greina örugglega brot og gróanda brota.

Augljóst er að TS rannsókn er sú rannsókn sem er áreiðanlegust þegar kemur að því að greina og meta stöðu brota í efri háls hryggnum en mikilvægt er að huga að geislaskammti sjúklinga. Þess vegna væri áhugavert að skoða hvort að tæknin sem Aquilion ONE tölvusneiðmyndatækið í Fossvogi býður upp á henti fyrir myndatökur af efri háls hryggnum.

Heimildaskrá

1. Röntgengeislun gr.is: Geislavarnir ríkisins; 2016 [cited 2019. Available from: <https://gr.is/rontgengeislun/>.
2. Kokabi N, Raper DM, Xing M, Giuffre BM. Application of imaging guidelines in patients with suspected cervical spine trauma: retrospective analysis and literature review. *Emergency radiology*. 2011;18(1):31-8.
3. Ackland H, Cameron P. Cervical spine - assessment following trauma. *Australian family physician*. 2012;41(4):196-201.
4. Zakrisson TL, Williams BH. Cervical spine evaluation in the bluntly injured patient. *International journal of surgery (London, England)*. 2016;33(Pt B):246-50.
5. Blacksin MF, Lee HJ. Frequency and significance of fractures of the upper cervical spine detected by CT in patients with severe neck trauma. *AJR American journal of roentgenology*. 1995;165(5):1201-4.
6. Bontrager KL, Lampignano, J.P. *Textbook of radiographic positioning and related anatomy*. 8 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2014.
7. Wilhelm Conrad Röntgen - Biographical NobelPrize.org: Elsevier; [cited 2019. Available from: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1901/rontgen/biographical>.
8. Bushong SC. *Radiologic Science for Technologists, Physics, Biology, and Protection*. 10 ed. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2013 2013.
9. Computed tomography WHO.int [cited 2019. Available from: https://www.who.int/diagnostic_imaging/imaging_modalities/dim_comptomography/en/.
10. What is Computed Tomography? FDA.gov 2017 [cited 2019. Available from: <https://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/medicalimaging/medicalx-rays/ucm115318.htm>.
11. Seeram E. *Computed Tomography, Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control*. 3 ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2009.
12. Geislun - Jónandi gr.is: Geislavarnir ríkisins; 2016 [cited 2019. Available from: <https://gr.is/geislun-jonandi/>.
13. Líffræðileg áhrif jónandi geislunar gr.is: Geislavarnir ríkisins; 2016 [cited 2019. Available from: gr.is/liffraedileg-ahrif-jonandi-geislunar.
14. Geislaálag gr.is: Geislavarnir ríkisins; 2014 [cited 2019. Available from: <https://gr.is/geislaalag/>.
15. Gray H. *Gray's Anatomy (The Masterclass Edition)*. 15 ed. Finland: WSOY; 1994.
16. Bransford RJ, Alton TB, Patel AR, Bellabarba C. Upper cervical spine trauma. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2014;22(11):718-29.
17. Paulsen FW, J. Sobotta *Atlas of Human Anatomy*. 15 ed. Munich: Elsevier GmbH; 2011.
18. Peitzman A, Rhodes M, Schwab CW, Yealy DM, Fabian TC. *The Trauma Manual: Trauma and Acute Care Surgery*. 4 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
19. Marcon RM, Cristante AF, Teixeira WJ, Narasaki DK, Oliveira RP, de Barros Filho TE. Fractures of the cervical spine. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*. 2013;68(11):1455-61.

20. Mead LB, 2nd, Millhouse PW, Krystal J, Vaccaro AR. C1 fractures: a review of diagnoses, management options, and outcomes. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2016;9(3):255-62.
21. Menger RP, Notarianni C. C2 (Axis and Odontoid) Fractures. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
StatPearls Publishing LLC.; 2018.
22. Murphy A, Hacking C. Anderson and D'Alonzo classification of odontoid process fracture radiopaedia.org [Available from: <https://radiopaedia.org/articles/anderson-and-dalonzo-classification-of-odontoid-process-fracture?lang=us>].
23. Ahmad N. Radiographic positioning techniques for cervical spine AuntMinnie.com2003 [cited 2019. Available from: http://cdn.auntminnie.com/user/documents/content_documents/X-Ray_Patient_Positioning_Manual_080402.pdf].
24. Murphy A. Cervical spine series radiopaedia.org [Available from: <https://radiopaedia.org/articles/cervical-spine-series?lang=us>].
25. Knipe H, Murphy A. Cervical spine (odontoid view) radiopaedia.org [Available from: <https://radiopaedia.org/articles/cervical-spine-odontoid-view>].
26. Adora DRi NRTxray.com [cited 2019. Available from: <https://nrtxray.com/f/products/14200431-adora-dri-product-sheet-0918.pdf>].
27. Mower WR, Hoffman JR, Pollack CV, Jr., Zucker MI, Browne BJ, Wolfson AB. Use of plain radiography to screen for cervical spine injuries. *Annals of emergency medicine*. 2001;38(1):1-7.
28. Aquilion ONE GENESIS Edition Transforming CT us.medical.canon: CANON MEDICAL SYSTEMS USA, INC.; [cited 2019. Available from: <file:///Users/laufeykristjansdottir/Downloads/Aquilion%20ONE%20GENESIS%20Edition%20Transforming%20CT.pdf>].

Fylgiskjal 1



Hr. yfirlæknir, Halldór Jónsson jr.
bæklunarskurðlækningar
Landspítala

Reykjavík, 24. jan. 2019
Tilv. 16

Efni: Gæði hefðbundinna röntgenrannsóknar við greiningu á áverkum í efri háls hryggnum

Ágæti Halldór.

Visað er til erindis þíns til framkvæmdastjóra lækninga dags. 17.1. sl. hvar óskað er heimildar til að framkvæma ofangreinda rannsókn á Landspítala. Fram kemur að þú ert ábyrgðarmaður rannsóknarinnar og samstarfsmenn eru Laufey Kristjánsdóttir geislafræðinemi við HÍ og Áskell Løve sérfræðilæknir við Landspítala.

Visindarannsóknarnefnd Landspítala samþykkir að rannsóknin fari fram á Landspítala með þeim fyrirvara að siðanefnd heilbrigðisrannsókna á Landspítala heimili að rannsóknin fari fram með þeim hætti sem lýst er í umsókn til þeirrar nefndar, og staðfesti þar með að rannsóknin samrýmist vísindalegum og siðfræðilegum sjónarmiðum.

Heimilt er að hefja rannsóknina þegar leyfi siðanefndar heilbrigðisrannsókna á Landspítala liggur fyrir og hefur verið sent til visindarannsóknarnefndar LSH, netfang: vm@landspitali.is

Verði sjúkraskrár skoðaðar í rannsókninni, þá er sú vinna á ábyrgð þess aðila úr hópi rannsækenda, sem telst ábyrgðarmaður rannsóknarinnar innan Landspítala. Sú vinna skal fara fram á Landspítala og skal þess gætt að öllum reglum um vísindarannsóknir á Landspítala og persónuvernd sé fylgt. Ef meðal rannsækenda eru heilbrigðisstarfsmenn sem ekki hafa þegar aðgang að rafrænni sjúkraskrá þarf að sækja sérstaklega um aðgang fyrir hvern þeirra (kennitala) hjá aðgangsstjórn LSH.

Landspítala er skylt að skrá þátttöku skjólstæðinga sinna í vísindarannsóknnum sem tengjast spítalanum. Að gagnaöflun lokinni skal rannsákandi, í samráði við vísindarannsóknarnefnd, láta spítalanum í té kennitölur þeirra sjúklinga er þátt tóku í rannsókninni (ekki er heimilt að senda listann í tölvupósti).

Með kveðju og ósk um gott rannsóknargengi,

Ólafur Baldursson,
framkvæmdastjóri lækninga

Afrit: Ólafur Samúelsson, formaður siðanefndar Landspítala, Jón Hilmar Friðriksson, framkvæmdastjóri rannsóknarsviðs, Magnús Gottfreðsson, yfirlæknir vísindadeildar

Fylgiskjal 2



Reykjavík, 31. janúar 2019
ó/s/te

Halldór Jónsson jr. yfirlæknir og prófessor
Skurðlækningasvið
Fv-E4

Varðar erindi 3/2019 „Gæði hefðbundinna röntgenrannsóknar við greiningu á áverkum í efri háls hryggnum“.

Ágæti Halldór

Höfum móttækið svar þitt dagsett 22. janúar 2019 ásamt fylgigögnum og svarar þetta athugasemdum ne fndarinnar með fullnægjandi hætti.

Samkvæmt umsókn er fyrirhugað að safna eftirfarandi upplýsingum úr sjúkraskrá vegna vísindarannsóknarinnar:

- Aldur við greiningu, kennitala
- Orsök óhapps (umferðaróhapp, fall, iþróttatengd, annað)
- Sjúkdómsgreiningar
- Myndgreiningaraðferð (röntgen, CT, MRI)
- Meðferðartegund (meðferðarkóði fyrir engine aðgerð, lokuð skurðaðgerð – Halo, opin skurðaðgerð með innri festingum)
- Allar tímaskráningar sem tilheyra ofangreindum breytum

Sköðuð verða síðustu 25 tilfelli hálsbrota á efri háls hrygg sem greind hafa verið á Landspítala.

Endanlegt samþykki Síðanefndar heilbrigðisrannsókna á Landspítala fyrir ofangreinda rannsókn er hér með veitt.

Síðanefnd heilbrigðisrannsókna á Landspítala
Vísinda- og þróunarsviði
Rauðlaugistíg 10
105 Reykjavík

Formaður: Ólafur Samúelsson
Varðformaður: Elísabet Guðmundsdóttir
Forskiðnaðmaður: Tinnu Eysteinsdóttir
Tölvupóstur: sidnefnd@landspitali.is

Síðanefnd bendir rannsakendum á að birta síðanefndarnúmer rannsóknar þar sem vitnað er í keyfi nefndarinnar í birtum greinum um rannsóknina. Jáfnframt fer nefndin fram á að fá senda tilkynningu um lok rannsóknar þegar þar að kemur, auk afrita af birtum greinum um rannsóknina.

Gangi ykkur vel við rannsóknarstörfin

Virðingarfyllt fyrir hönd Síðanefndar heilbrigðisrannsókna á Landspítala,

Tinna Eysteinsdóttir

Tinna Eysteinsdóttir, forstöðumaður.