



Tölvusneiðmynd af höfði

Áhrif innstillingar á myndgæði

Ólöf Árný Þorkelsdóttir Öfjörð

Ritgerð til diplómaprófs
Háskóli Íslands
Læknadeild
Námsbraut í geislafræðum
Heilbrigðisvísindasvið



HÁSKÓLI ÍSLANDS

Tölvusneiðmynd af höfði
Áhrif innstillingar á myndgæði

Ólöf Árný Þorkelsdóttir Öfjörð

Ritgerð til diplómaprófs á meistarastigi í geislafræði
Umsjónarkennari: Guðlaug Björnsdóttir.
Leiðbeinandi: Eyrún Ósk Sigurðardóttir.

Læknadeild
Námsbraut í Geislafræðum
Heilbrigðisvísindasvið Háskóla Íslands
Júní 2021

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

© Ólöf Árný Þorkelsdóttir Öfjörð 2021

Prentun: Háskólaprent ehf.

Reykjavík, Ísland 2021

Ágrip

Inngangur: Myndgreiningar tóku stakkaskiptum með tilkomu TS tækninnar en með henni er hægt að sjúkdómsgreina fólk á mjög stuttum tíma og rannsóknarferlið aðgengilegt og tekur skamman tíma. En til að rannsókn sé gagnleg þá þarf að huga að myndgæðum og þá skiptir máli að sjúklingi sé stillt inn þannig að hann sé vel miðjaður og vel upplýstur um mikilvægi rannsókna. Svo koma þættir inn eins og sjálfvirk geislunarstýring, ítrekunar myndreikningur og sneiða fjöldi. TS tala er grátónn sem hverri vefjagerð er gefin eftir sætistölu og þéttleika. Í þessari rannsókn voru könnuð áhrif innstillinga á höfði með því að skoða líkan og mæla TS tölur og suð í myndum. TS rannsókn af höfði er mjög algeng rannsókn og helstu ábendingar fyrir henni eru: blóðtappi, heilablóðfall, æxli og höfuðáverkar. **Markmið:** Markmið rannsóknarinnar er að svara þeirri spurningu hvort að innstilling hafi áhrif á myndgæði í TS rannsókn af höfði. **Efni og aðferðir:** Þessi rannsókn var gerð með Catphan 600 líkani með beinahring utan um. Líkanið er notað til að mæla TS tæki fyrir höfuð og einnig útlími. Rannsakandi skoðaði áhugasvæði í líkaninu og mældi TS tölur og suð með því að nota ROI í myndvinnslukerfinu. Mælt var í þrem TS tækjum á röntgendeild LSH. Líkaninu var stillt inn í miðju TS hring og svo var líkanið myndað alls 9 sinnum í hverju tæki og færð um 1 cm í hvert skipti, fyrst upp þar til líkanið var komið í +4cm og svo niður fyrir miðju um -4cm. Gagnasöfnunin var svo skráð í Excel forritið og það svo lesið inn í tölfraeðiforritið R og sett upp í punktarit fyrir hvert efni sem var skoðað. TS tækin þrjú eru svo samhliða í hverju punktariti. Þetta voru 7 töflur þar sem kemur fram neðri og efri mörk TS tölu hvers efnis sem og brotalína sem sýnir TS tölu sem hvert efni á að hafa svo voru settir hornklofar við hvert mælt gildi til að sýna suð (SD). **Niðurstaða:** Líkansmælingar sýndu að þegar borðfærsla átti sér stað frá miðjum TS hring að TS tölur og suð breyttust í flestum tilfellum línulega að undanskildum nokkrum undantekningum. TS tækin voru ekki alltaf að sýna sömu gildi en TS3 var oft með frábrugðnar niðurstöður frá hinum tækjunum. TS1 og TS2 voru mjög oft að mælast svipuð nema TS2 var oft nær TS tölugildi sem efnin höfðu. **Umræða:** Í svona gæðarannsókn er mikilvægt að hugsa um að skoða hvort að niðurstaðan sé að hafa mikil áhrif eða ekki en það sýndi sig að línuleg breyting á TS tölum og suði var mjög sjáanleg en svo má líka skoða það hvernig líkanið er uppbyggt en það fór svolítið eftir hvaða efni var að mæla að sum efnanna voru í miðju TS hring þegar það var komið í +/- 4 cm á meðan gagnstæð efni voru kannski í raun komin lengra frá miðjunni en +/- 4 cm. Þegar skoðaðar voru myndirnar úr rannsóknunum á öllum tækjunum þá kom í ljós að í miðju líkansins sem hefur að geyma acryl kúlur sem eru notaðar í kontrast mælingum þá sást að stærsta kúlan sem er 1cm í þvermál var mjög dauf í TS1 og þegar borðfærsla átti sér stað þá dofnaði hún enn meir. TS2 og TS3 sýndu þessa acryl kúlu sem og þær sem minni voru sáust ágætlega líka. Það væri alveg tilefni í aðra rannsókn að skoða það. **Ályktun:** Samkvæmt niðurstöðum þá sést vel að innstilling hefur áhrif á TS tölur og suð, hins vegar má segja að ekki sé raunhæft að hafa yfir allan vafa að það hafi áhrif á greiningargildi þessarar rannsóknar að undanskildu TS1 þar sem það sást á myndum að ekki var hægt að greina Acryl kúluna þegar borðfærsla um +/- 2 cm. Því má segja að vönduð innstilling skiptir máli í TS rannsóknum á höfði.

Þakkir

Ég vil þakka Eyrúnu Ósk Sigurðardóttur leiðbeinandanum mínum fyrir að hvetja mig áfram og koma með góð ráð og ábendingar og síðast en ekki síst hugmyndina að verkefninu.

Ég vil einnig þakka Jónínu Guðjónsdóttur fyrir að gefa mér hugmyndir af því hvað ég gæti rannsakað með líkaninu.

Ég vil þakka Guðlaugu Björnsdóttur Lektor fyrir veitta þjónustu síðastliðin ár og koma mér í gegnum þetta.

Ég vil einnig þakka Sigurbjörgu Önnu Guðnadóttur hjá Tölfræðiráðgjöf HÍ og Gunnari Birni Björnssyni stærðfræðikennara fyrir tölfræðiaðstoð í þessu verkefni

Einnig vil ég þakka Steinunni Erlu Thorlacius og Pétri H. Hannessyni fyrir að veita mér leyfi fyrir afnotum á tækjabúnaði til framkvæmdar rannsóknar sem og öllu samstarfsfólki mínu á röntgendeild LSH þau hafa reynst ómetanleg undanfarin ár.

Ég vil svo þakka Magnúsi Guðjónssyni í Raferninum fyrir að lána mér líkan til rannsóknar og fyrir að vera boðin og búin til að veita mér upplýsingar þegar mér skorti.

Að lokum vil ég þakka fjölskyldunni minni, ættingjum og vinum fyrir ómetanlega stuðning og þolinmæði á meðan á þessu námi hefur staðið.

Efnisyfirlit

| | |
|---|----|
| Ágrip | 3 |
| Þakkir..... | 4 |
| Efnisyfirlit | 5 |
| Myndaskrá | 7 |
| Töfluskrá..... | 8 |
| Listi yfir skammstafanir | 9 |
| 1 Inngangur..... | 10 |
| 1.1 Tölvusneiðmyndataeknin..... | 11 |
| 1.1.1 Jónandi geislun..... | 12 |
| 1.1.2 Réttlæting | 12 |
| 1.1.3 Sneiðar | 12 |
| 1.1.4 CTDI/CTDI _{vol} | 12 |
| 1.1.5 Lengdargeislun DLP | 13 |
| 1.1.6 Geislavarnir..... | 13 |
| 1.1.7 Sát | 13 |
| 1.1.8 TS tala | 14 |
| 1.1.9 Suð | 14 |
| 1.1.10 Innstilling..... | 15 |
| 1.2 Líffærafræði | 15 |
| 1.2.1 Skipting heilans..... | 15 |
| 1.2.2 Sjúkdómar í heila..... | 15 |
| 1.2.2.1 Heilablæðing og blóðtappi | 16 |
| 1.2.2.2 Heilaæxli | 16 |
| 1.2.2.3 Höfuðáverkar | 16 |
| 1.2.2.4 Sýkingar | 17 |
| 1.2.2.5 Sjúkdómar..... | 17 |
| 2 Markmið | 18 |
| 3 Efni og aðferðir | 19 |
| 3.1 TS tækjabúnaður | 20 |
| 3.1.1 Gagnaúrvinnsla..... | 20 |
| 3.1.2 Líkan | 20 |
| 3.1.3 Myndsuð | 22 |
| 3.1.4 Vinnustöð PACS | 22 |
| 3.1.5 Heimildavinna | 22 |
| 4 Niðurstöður | 23 |
| 4.1 Delrin | 23 |
| 4.2 Acryl..... | 24 |
| 4.3 Polytryerne..... | 25 |
| 4.4 LPDE | 26 |
| 4.5 PMP..... | 27 |
| 4.6 Loft..... | 28 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 4.7 | Teflon..... | 29 |
| 5 | Umræða..... | 30 |
| 5.1 | Líkansmælingar | 30 |
| 5.1.1 | Delrin | 30 |
| 5.1.2 | Acryl..... | 31 |
| 5.1.3 | Polytryerne..... | 31 |
| 5.1.4 | LDPE | 31 |
| 5.1.5 | PMP | 32 |
| 5.1.6 | Loft..... | 32 |
| 5.1.7 | Teflon..... | 33 |
| 5.2 | Túlkun | 33 |
| 5.2.1 | Heilavefir og TS tölur | 33 |
| 5.2.2 | TS tækin | 34 |
| 5.2.3 | Tölfræði..... | 34 |
| 5.2.4 | Kostir og gallar | 35 |
| 5.2.5 | Óvænt uppgötvun | 35 |
| 5.2.6 | Vinnubrögð | 36 |
| 5.2.7 | Aðrar rannsóknir | 37 |
| 6 | Ályktanir | 38 |
| | Heimildaskrá..... | 39 |
| | Fylgiskjöl / birtar greinar | 42 |

Myndaskrá

| | |
|---|----|
| Mynd 1: TS mynd a höfði þar sem A) er í Axial plani, B) er í Coronal plani og C) er í sagittal plani. Þarna sést líka kalkerað æxli í vinstri gyrus. | 11 |
| Mynd 2: Þetta er teiknuð axial mynd af líkaninu sem var notað í rannsókninni. | 21 |

Töfluskrá

| | |
|--|----|
| Tafla 1: Yfirlit vefjagerða í höfði..... | 14 |
| Tafla 2: TS tæki á LSH..... | 20 |
| Tafla 3: Hér eru efni sem eru mæld í Catphan 600 líkani að viðbættu vatni..... | 21 |
| Tafla 4 :Punkturit fyrir mælingar á Delrin..... | 23 |
| Tafla 5: Punktarit fyrir mælingar á Acryl..... | 24 |
| Tafla 6: Punktarit mælinga á Polytryerne..... | 25 |
| Tafla 7: Niðurstöður mælinga á LPDE..... | 26 |
| Tafla 8: Niðurstöður mælinga fyrir efnið PMP..... | 27 |
| Tafla 9: Mælingar á lofti í líkaninu. Loft er svart í mynd..... | 28 |
| Tafla 10: Niðurstöður mælinga fyrir Teflon..... | 29 |
| Tafla 11: Í þessari töflu eru TS tölugildi fyrir acryl kúlu..... | 36 |

Listi yfir skammstafanir

| Skammstöfun | Íslenska | Enska |
|--------------------|------------------------------|---|
| TS / CT | Tölvusneiðmyndartæki | Computed tomography |
| TS tala / HU Unit | TS tala | Hounsfield Unit |
| LSH | Landspítali Háskólasjúkrahús | Landspítali University Hospital |
| DLP | Lengdargeislun | Dose length product |
| CTDI | Geislaskammtur frá TS | Computed tomography dose index |
| STDEV/ SD | Staðalfrávik /suð | Standard deviation |
| mA | Milli Amper | milli Amper |
| s | Sekúnda | Second |
| kV | kíló Volt | kilo Volt |
| ALARA | | As low as resonably achievable |
| MND | | Motor neuron disease |
| MS | Heila og mænusigg | Multiple sclerosis |
| DICOM | | Digital imaging communication in medicine |
| PACS | | Picture archiving and communication service |
| ROI | | Region of interest |
| LPDE | | Low density polyethylene |
| PMP | | Polymethylpentene |
| AEC | Sjálfvirk geislunarstýring | Automatic exposure control |
| IR | Endurbygging mynda | Iterative reconstruction |
| CM | Sentimetrar | Centimeter |

1 Inngangur

Læknisfræðileg myndgreining tók stakkaskiptum í byrjun áttunda áratugarins þegar tölvusneiðmyndaþæknin (TS) var kynnt til sögunnar af Godfrey Hounsfield verkfræðingi en með TS tækninni var bylting í læknisfræðilegri myndgreiningu. Godfrey naut aðstoðar Allans Cormack við forritun á hugbúnaði til að reikna út myndirnar og hlutu þeir félagarnir Nóbelsverðlaun fyrir sitt framlag árið 1979 (1).

TS tæknin gerði læknum kleift að rannsaka mismuninn á vefjagerðum í heilanum en hver vefur hefur mismunandi þéttleika og hefur því mismunandi Hounsfield gildi (e. *HU unit*) eða TS tölu en það er talan sem hefur verið gefin hverjum grátóni fyrir sig, en tölurnar raðast á milli –1000 HU sem er loft, vatn er 0 HU og þétt bein er +1000 HU. Líkamsvefir raðast á þennan hátt inn í grátónana í HU skalanum. Með því var komin möguleiki á að greina afbrigðileika eins og blæðingu, æxli, blóðtappa eða annað sjúklegt ástand (2).

Árið 1972 var fyrsti sjúklingurinn myndaður í TS. TS tækið tók aðeins sneiðmyndir af höfði og tók rannsóknin um það bil fjörutíu mínútur og teknar voru tíu sneiðar af höfðinu, einnig þurfti að færa tækið handvirkt á milli sneiða (3). Í dag tekur sama rannsókn mjög skamman tíma eða um það bil fimm mínútur frá því sjúklingur leggst inn í tækið og þar til búið er að mynda, sjálf myndatakan tekur aðeins örfáar sekúndur á nýjustu tækjunum í dag (2).

Árið 1989 var ný tegund af TS tækni kynnt til sögunnar, kölluð spíral tækni (e. *Spiral / Helical scanning*), með tilkomu sleituhrings (e. *Slip ring*). Sleituhringurinn leyfir stanslausan snúning röntgenlampans í hringi inni í TS hringnum sem er nauðsynlegur til að búa til spíral eða gormlaga sneiðmyndir. Sjúklingur liggur á bekk sem hreyfist á jöfnum hraða í gegnum TS hringinn á meðan röntgenlampinn og skynjararnir snúast í hringi í kringum sjúklinginn inni í TS hringnum. Talað er um að þriðju kynslóðar TS tæki hafi orðið til þegar þessi tækni var kynnt til sögunnar (2).

Myndgæði stýrast af mörgum hlutum sem þurfa að ganga upp eins og sjálfvirka geislunarstýringin AEC (e. *automatic exposure control*) á að áætla hversu marga mAs hún sendir í hverja sneið miðað við stærð myndefnis. Svo er enduruppbygging mynda eða IR (e. *Iterative reconstruction*) sem hefur einnig áhrif en það er hæfileiki hugbúnaðar til að laga til myndina (2).

Tækninni fleytir þó stöðugt fram og rannsóknirnar eru að verða betri eftir því sem nýrri TS tæki koma á markaðinn en þau eru hraðari, sneiðafjöldi eykst og myndgæði hafa einnig aukist með nýrri tækjum (2).

Geislaskammtar eru talsvert háir í TS rannsóknnum og eru með þeim hæstu þegar kemur að jónandi myndgreiningu og þó er TS tæknin alltaf mjög mikið nýtt vegna þess að hún er mjög aðgengileg, tekur stuttan tíma, ódýrari en til dæmis segulómun og gefur mikið greiningargildi fyrir áframhaldandi meðferð sjúklunga. Vegna mikillar geislunar í TS rannsóknnum þá þurfa þeir sem vinna við jónandi geislun alltaf að vera meðvitaðir um það að ávinningur af rannsókninni sé meiri en áhættan fyrir sjúklinginn í hverju tilfelli fyrir sig sem er meginregla ALARA (2,4).

Geislavarnir í TS rannsóknnum eru afskaplega takmarkaðar þegar kemur að sjúklingum en það er þó blýsvuntur og skerming í boði fyrir starfsfólk sem þarf að vera inni í rannsókninni ef ástand sjúklunga er slíkt. Annars eru sjúklingar í flestum tilfellum einir inni á meðan á rannsókn stendur (5).

Besta geislavörnin í TS rannsóknum er vel þjálfaðir geislafræðingar og starfsfólk, vönduð vinnubrögð og góður undirbúningur sjúklings fyrir rannsókn sem felst í því að útskýra ferlið vel og að það fari vel um sjúklinginn í TS tækinu (6).

Ein af algengustu TS rannsóknum er TS höfuð en helstu ábendingar fyrir þeirri rannsókn eru: Blæðing, blóðtappi, slys og æxli. Í TS höfuð rannsókn skiptir miklu máli að sjúklingurinn liggji kyrr og sé vel inn stilltur og í réttri hæð í TS hringnum og byggist þessi rannsókn á því að mæla líkan af höfði í TS tækjunum þremur sem eru á röntgendeild LSH (*Landspítali háskólasjúkrahús*) sjá hvort að það hafi áhrif á TS tölur í líkaninu ef innstilling er ekki rétt miðjuð og hvort það hafi áhrif á myndsuð (7,8).

1.1 Tölvusneiðmyndatæknin

Tölvusneiðmyndatæknin byggir á sömu tækni og röntgen myndataka nema það er ekki tekin ein mynd heldur er verið að mynda samfellt yfir áhugasvæðið í hringi á sama tíma og sjúklingurinn færast í gegnum TS hringinn (e. *Gantry*). Inni í TS hringnum er röntgenlampi sem sendir ljóseindir í gegnum sjúklinginn og á myndnema þessi búnaður snýst á miklum hraða í hringi á sleituhring (2,4).



Mynd 1: TS mynd a höfði þar sem A) er í Axial plani, B) er í Coronal plani og C) er í sagittal plani. Þarna sést líka kalkerað æxli í vinstri gyrus (9).

Hugbúnaðurinn sem les svo af myndmerkni frá myndnemanum gefa okkur svo upp myndir sem eru reiknaðar út frá TS tölum sem hverri vefjagerð hefur verið gefin. Myndirnar birtast okkur svo í þremur plönum (*sjá mynd1*), axial, coronal og sagittal (4).

Þar sem myndað er á meðan bekkurinn hreyfist þá er myndað í spíral og móttakararnir nema svo TS tölur frá hverjum líkamsvef fyrir sig og tölvan safnar svo TS tölunum saman og byggir upp mynd af líkamsvefjunum sem voru myndaðir (4).

1.1.1 Jónandi geislun

TS rannsóknir nota jónandi geislun líkt og hefðbundnar röntgenrannsóknir en röntgengeislun er dæmi um jónandi geislun. Röntgenlampinn í TS tækinu sendir ljóseindir í keilulaga formi yfir á móttakara sem er á móti inn í hring TS tækisins, munurinn er sá að þarna er verið að senda geislun stöðugt í gegn hring eftir hring þar af leiðandi er meiri jónandi geislun í TS rannsóknum en í hefðbundnum röntgenrannsóknum (2).

Þykkt myndefnis skiptir einnig máli en sjálfvirka geislunarstýringin miðast við ákveðna meðalstærð og eykur því geislun við aukið rúmmál myndefnis umfram meðalstærð og á sama hátt dregur hún úr geislun ef myndefni er minna en meðalstærð. Það þarf aðeins örfáa cm til að geislun tvöfaldist í TS rannsóknum (2,4).

Jónandi geislun getur valdið skemmdum á erfðaefni í frumu og hún missir eiginleika til að fjölga sér eða laga sig og þetta geta verið vísir skaðar og slembi skaðar og orsakast ef jónandi geislun verður of mikil (4).

1.1.2 Réttlætning

Þegar sjúklingur er sendur í rannsókn þar sem nota skal jónandi geislun er mjög mikilvægt að það sé réttlætjanlegt að það sé yfir allan vafa hafið að ávinningur af slíkri rannsókn sé meiri en áhættan og þá er mikilvægt að fara eftir þeirri meginreglu ALARA (*As low as reasonably achievable*) að halda geislaskammti eins lágum og hægt er innan skynsamlegra marka. Ef geislaskammtur er of lágur þá getur það haft neikvæð áhrif á greiningargildi rannsóknarinnar (10).

1.1.3 Sneiðar

TS tæki taka myndir í sneiðum og það er mismunandi milli tækja hvað þau taka margar sneiðar í einum hring en það er talað um að tæki sem er 80 sneiða sé að taka í einum hring 80 x 0,5 mm sneiðar og það eru 16 cm af líkamanum(2).

Fyrstu fjölsneiðatækin voru tekin í notkun árið 1998 og það var mikil bylting því þá var hægt að taka margar sneiðar á mjög skömmum tíma og rannsóknartíminn styttist umtalsvert sem var mjög gott ef það var erfitt fyrir sjúklinga að halda kyrru fyrir í langan tíma (2,4).

Í dag eru tækin svo öflug, geta tekið 320 sneiðar og TS tækið á Hringbraut getur tekið 640 sneiðar sem kemur sér einkar vel þegar verið er að taka rannsókn af hjarta en þá er hægt að mynda hjartað í einum hjartslætti (2).

1.1.4 CTDI/CTDI_{vol}

Í TS rannsókn er röntgenlampinn að senda frá sér jónandi geislun 360° í kring um sjúkling og kemur úr öllum áttum sem gerir það að verkum að geislinn byrjar að dofna um leið og hann lendir á húð og dofnar

eftir því sem hann nálgast miðju myndefnis. Geislaskammtur er því ekki jafndreifður í rúmmáli hve­rrar sneiðar í TS rannsókn. Sú mæliaðferð sem notuð er til að mæla geislaskammt á sjúkling í TS rannsókn byggist á geilastuðlinum CTDI (e. *computed tomography dose index*) sem er mælieining fyrir meðalgeislaskammt þegar röntgenlampinn fer einn hring í kring um sjúkling, þ.e.a.s. í einni sneið (2).

Geislaskammtur (CTDI) er breytilegur innan hve­rrar sneiðar eins og fyrr segir, $CTDI_w$ er því $1/3 CTDI_{100miðja} + 2/3 CTDI_{100,yfirborð}$. Þetta er áætlað með líkansmælingum sem miðast við meðal manneskju.(2)

$CTDI_{vol} = CTDI_w / sát$ og hefur mælieininguna milliGrey (mGy) (2).

1.1.5 Lengdargeislun DLP

Lengdargeislun DLP (e. *Dose length product*) er áætlaður geislaskammtur $CTDI_{vol}$ x lengd myndrannsóknar og miðast við meðalstóran sjúkling eða líkan. DLP segir okkur hversu mikinn geislaskammt sjúklingurinn fær í heild rannsóknarinnar (2).

1.1.6 Geislavarnir

Í TS rannsóknum er ekki notast við geislavarnir á sjúklinga það er að segja blývarnir þar sem þær geta aukið dreifigeislun á stað þess að verja sjúklinginn. Eins og fyrr segir þá er besta geislavörnin fyrir sjúklinginn vönduð vinnubrögð Geislafræðinga sem koma að rannsókn hverju sinni (11).

1.1.7 Sát

Með tilkomu spíraltækninnar kom nýtt hugtak inn í TS orðasafnið, orðið sát (e. *Pitch*). Sát hefur áhrif á skönnunartíma og geislaskammta (2,4).

Þegar TS rannsókn er gerð þá færast bekkurinn sem sjúklingurinn liggur á í gegnum TS hringinn á sama tíma er röntgenlampinn að snúast í kringum sjúklinginn og bekkinn þannig að myndað er í spíral. Sát (e. *pitch*) er borðfærslan sem á sér stað miðað við breidd geislans á meðan hann snýst í hring og þar til nýr hringur byrjar (2).

Í upphafi nýs hrings verður skörun þar sem lampinn fer 360° utan um hverja sneið. Hugbúnaður tækisins lagar svo skörunina fyrir birtingu. Hægt er að auka sát þannig að borðið fari hraðar í gegn en það minnkar geislun og það kemur niður á myndgæðum þar sem það verður ekki skörun og þá vantar upplýsingar til að vinna sneiðina (11) .

Þegar við aukum sát til dæmis um 2 þá helmingast geislaskammturinn $CTDI_{vol}$ þannig að ef hann væri 1 mGy þá yrði hann 0,5 mGy á hverja sneið miðað við að allt annað sé óbreytt (2).

1.1.8 TS tala

TS tala er sú tala sem hverjum þríl (*e. Voxel*) er gefin í mynd og það fer eftir því hversu þétt vefjagerðin því hærri sem talan er því meiri þéttileika hefur vefurinn en í meðfylgjandi töflu (*sjá töflu 1*) má sjá dæmi um hvaða TS tölur má finna í vefjagerðum í höfði (4).

Tafla 1: Yfirlit vefjagerða í höfði

| TS tala | Vefjagerðir í höfði |
|---------------|---------------------|
| 1000 | Bein, kalk, málmur |
| 100 - 600 | Joðskuggaefni |
| 30 - 500 | Smákalkanir |
| 60 - 100 | Blæðing í heila |
| 35 | Gráa efnið |
| 25 | Hvíta efnið |
| 20 - 40 | Vöðvar og mjúkvefir |
| 0 | Vatn |
| (-30) - (-70) | Fita |
| -1000 | Loft |

TS talan er svo misjöfn eftir því hvað sjúklingurinn er gamall sem verið er að mynda en sterk ung bein eru með TS tölu í kring um +1000 og birtist hvítt á TS mynd á meðan vatn er með TS töluna 0 og er grátt og loft er svo með TS töluna í -1000 og er svart. Vefjagerðir eru misþéttar í sér og hverjum þeirra er gefin TS tala sem er númer fyrir ákveðin gráskala lit. Til dæmis þegar fólk er komið á efri ár þá er TS talan farin að lækka í beinavefjum jafnvel komin með TS tölu á bilinu 500 til 700 HU og þá eru beinin orðin stökkari og meiri hætta á brotum hjá eldra fólki (4,12).

1.1.9 Suð

Þegar talað er um suð (*e. Noise*) þá er verið að skoða hvort að myndirnar sem teknar eru séu skýrar þannig að góður kontrast munur er á milli vefjagerða. Sé mikið suð á minnkar kontrastinn á milli vefjanna og það hefur áhrif á greiningargildi rannsókna. Suð er skráð sem standard deviation (*STDEV/ SD*) í TS rannsóknum (2).

Suð hefur mikil áhrif á myndgæði og útkomu í TS rannsóknum en til þess að tryggja góð myndgæði er mikilvægt að sjúklingurinn liggja kyrr og sé vel miðjaður í tækið. Sjálfvirka geislunarstýringin í TS tækinu ákvaðar út frá stærð myndefnis hversu mikla geislun þarf til að komast í gegn á myndnema. Það er því mikilvægt að velja rétt tókugildi ef sjúklingurinn er undir eða yfir meðallagi (2,4).

Í TS höfuð rannsóknum er ekki mikill munur á höfuðstærð fólks en það þarf aðeins örfáa auka cm frá meðalstærð til að tvöfalda geislaskammtinn sem þarf til að ljóseindir nái í gegnum myndefnið. Sjálfvirka geislunarstýringin eykur mAs (*milli Amper á sekúndu*) til að ljóseindirnar nái í gegnum myndefnið og að það verði minna suð (2).

1.1.10 Innstilling

Í TS rannsókn af höfði skiptir miklu máli að vanda innstillingu. Sjúklingurinn liggur á baki með höfuðið í höfðuðstandi á bekknum með púða undir hnakkanum, sjúklingurinn þarf svo að halla höfðinu fram þannig að hakan vísi niður á bringu þannig að höfuðkúpubotn og neðsti hluti ennis við augntóftir séu í lóðréttri línu. Þessi staða minnkar geislun á augun þar sem þau eru ekki í beinum geisla frá röntgenlampanum (13).

Í TS hringnum er svo laser ljós sem hægt er að nota til að miðja höfuðið þannig að það sé í miðjum TS hring. Ef sjúklingur getur ekki hallað höfði aðeins fram þá er líka hægt að vinkla sjálfu tækinu (2).

1.2 Líffærafræði

Höfuðið hefur að geyma mörg mikilvæg líffæri að utan verðu má sjá þau líffæri sem eru helstu skynfæri manneskjunnar en inn í höfðinu er stjórnstöð líkamans, heilinn. Hann hefur að geyma hugsanir, minnið, lyktarskyn, sjónskynjun, tilfinningar, skapgerð og fleira (14).

1.2.1 Skipting heilans

Heilinn skiptist í ennisblað, hvirfilblað, hnakkablað, gagnaugablað, litla heila og heilastofn (*sjá mynd 1*). Inni í heilanum eru svo aðal stafstöðvarnar: Stúka, dreki, mandla, undirstúka, lyktarklumpa og fleira. Í heilanum eru svo fjögur vökvafyllt hólf. Heilinn er viðkvæmt líffæri sem hefur þó sýnar varnir eins og kúpuna, himnur, heila og mænuvökvann sem ver heilann þegar við erum á hreyfingu og svo blóðheilapröskuldinn sem ver heilan fyrir sýkingum og eiturefnum (14).

1.2.2 Sjúkdómar í heila

Heilinn er viðkvæmt líffæri og því þarf ekki mikið til að breyta lífi manneskju sem verður fyrir heilaskaða af völdum áverka, blóðtappa, heilablæðingu og æxlis. Einnig eru sjúkdómar eins og Parkinsons, Alzheimer, MND (*e. Motor neuron disease*), Heila og mænusigg (*MS, e. multiple sclerosis*), Heilalömun (*e. Cerebral palsy*), vatnshöfuð og heilahimnubólga eru dæmi um sjúkdóma sem eiga upptök sín í heilanum (15).

1.2.2.1 Heilablæðing og blóðtappi

Heilablóðfall (e. *stroke*) getur þýtt bæði heilablæðing eða blóðtappi en einkenni hvoru tveggja geta verið mjög lík. Orsök heilablæðingar getur verið höfuðhögg vegna falls eða annara slysa og líkamsárásar. En einnig getur heilablæðing orðið vegna þess að æðargúll í heila gefur sig og mikil blæðing orðið. Heilablæðing er samt sem áður oftast en ekki alvarlegra ástand því það þarf að vera hægt að grípa inn í mjög hratt sérstaklega ef að grunur er um mikla blæðingu (16).

Blóðtappi í heila veldur hins vegar því að blóðflæði stíflast upp í heilann, þetta getur verið frá litlum töppum sem leysast af sjálfu sér upp í stóra tappa sem loka alveg fyrir æðagrein öðru megin í höfði. Stundum er orsök svokölluð flysjun í hálsæðum sem fer af stað upp í heilann. Fólk með blóðtappa er með hækkaðan D-dimer sem er niðurbrotsefni í storknun blóðsins (17,18).

Einkenni sem sjúklingar sýna sem eru með slag í heila eru til dæmis höfuðverkur, lömun öðru megin í líkamanum, málstol, minnkuð taugaviðbrögð, meðvitundarleysi, sjóntruflanir, ógleði og flog. Þetta eru svona helstu einkenni sem sjást en svo er skoðað D-dimer í blóði og ef hann er hækkaður þá er oft grunur um blóðtappa (17).

1.2.2.2 Heilaæxli

Heilaæxli geta verið margskonar en góðkynja æxli eru oftast kúlulaga og geta vaxið hratt og valdið ýmsum alvarlegum áhrifum á manneskju út af stærð (*sjá mynd1*). Því er oft sagt að góðkynja æxli í heila er ekki endilega gott þar sem þau eru ekki endilega skurðtæk vegna staðsetningar. Svo eru til illkynja æxli þau eru oft óregluleg í laginu og oftast en ekki óskurðtæk. Svo eru meinvörp sem eru æxli sem myndast vegna annara æxla í líkamanum. Sum æxli til dæmis í heiladingli er oftast hægt að fjarlægja í gegnum nefholið (19).

Sjúkdómseinkenni heilaæxla geta verið þau sömu og þegar um slag er að ræða eða höfuðverkur, málstol, flog, máttleysi eða lömun öðru megin í líkamanum, sjóntruflanir og fleira. Ekki er alltaf hægt að taka sýni úr heilaæxlum vegna staðsetninga og því kemur myndgreining mjög sterk inn (19,20).

1.2.2.3 Höfuðáverkar

Höfuðáverkar geta komið af mörgum ástæðum eins og eftir umferðarslys, fall, líkamsárás, íþróttir og hristings. Stundum er um vægan heilahristing að ræða og sjúklingur jafnar sig á nokkrum dögum alveg upp í það að vera með alvarlega höfuðáverka. Höfuðáverkar eru skipt í væga, meðal og alvarlega allt eftir því hvað hefur gerst og hvaða einkenni sjúklingurinn hefur. Einnig eru greinast stundum börn með höfuðáverka eftir að hafa verið hrist og fá alvarlegan heilahristing (e. *shaken baby syndrom*) sem getur leitt til alvarlegs heilaskaða eða dauða (21–23).

1.2.2.4 Sýkingar

Sýking getur komið upp í heilanum og orsakast af ýmsum þáttum eins til dæmis bakteríum og veirum. Sýkingar í heila eru þó sjaldgæfar hér á vestrænum slóðum en er algengari í vanþróuðum samfélögum. Sýking í heila getur ómeðhöndluð ollið miklum skaða og jafnvel dauða (24).

1.2.2.5 Sjúkdómar

Ýmsir sjúkdómar geta komið upp í heila sem hafa áhrif á líkamann en algengustu sjúkdómarnir eru til að mynda Alzheimers sem er taugahrörnunarsjúkdómur sem veldur heilabilun. Framsækni sjúkdómsins er hröð og veldur sjúkdómurinn minnisglöppum, verkstoli, málstoli og að lokum deyr sjúklingurinn. Það er ekki enn búið að finna upp lækningu við sjúkdómnum en til eru lyf sem geta hægt á honum (25).

Heila og mænusigg, MS er sjúkdómur sem veldur skemmdum á taugafrumum í heilanum það myndast skellur á hvítaefninu og sjúkdómurinn kemur í köstum og veldur taugaskemmdum og fólk getur misst hreyfigetu, sjón og orðið alveg ósjálfbjarga. Sjúkdómurinn er algengastur hjá fólki á bilinu 20 til 40 ára og er að aukast á heimsvísu. Lyf við sjúkdómnum eru þó orðin það góð að þau geta haldið aftur af sjúkdómnum sé hann greindur nógu snemma (26).

Parkinsons sjúkdómur orsakast af hrörnun í miðtaugakerfi fólks á efri árum. Stífleiki í vöðvum, skerðing á hreyfigetu og skjálfti í útlimum eru aðal einkenni sjúkdómsins. Oft getur fólk verið með sjúkdóminn í langan tíma en þetta er algengasti taugahrörnunarsjúkdómur hjá eldra fólki (27).

MND er taugahrörnunarsjúkdómur sem er ólæknandi. Fólk sem greinist með sjúkdóminn lifir að meðaltali í 2 til 5 ár. Sjúklingur veldur lömum í útlimum, hálsi og veldur svo algjerri lömum en þrátt fyrir það þá helst heilastarfsemin oftast í lagi (28).

Heilalömun er taugasjúkdómur sem er meðfæddur og orsakast af skemmdum í miðtaugakerfinu. Börn sem greinast með sjúkdóminn eru oftast lengur að læra þá færni að sitja, skrifa og ganga. Sjúkdómurinn veldur hreyfihömlun og er mjög margbreytilegur milli barna. Sum börn geta framkvæmt allar athafnir daglegs lífs sjálf á meðan önnur eru alveg ósjálfbjarga (29).

Vatnshöfuð er sjúkdómur sem er oft meðfæddur getur einnig orsakast af sjúkdómum eins og heilahimnubólgu og öðrum orsökum. Vatnshöfuð verður þegar mænuvökvinn frásogast ekki frá heilanum og þá myndast mikill innan kúpu þrýstingur og heilinn getur fallið saman. Hægt er að meðhöndla þetta ástand með því að setja legg úr höfðinu og niður í kviðarhol þannig að mænuvökvinn geti frásogast þar. Börn sem fæðast með hrygggrauf (e. *spinal bifida*) geta fengið og fæðst með vatnshöfuð (30).

Heilahimnubólga er alvarlega sýking sem verður í himnum heilans og getur orsakast af bakteríum eða veiru. Sé heilahimnubólgan af völdum bakteríu þá er mikilvægt að sjúklingurinn fái meðhöndlun sem fyrst þar sem bakterían getur dregið fólk til dauða. Heilahimnubólga af völdum veiru er ekki jafn hættulegt ástand og þarfnast oftast ekki meðhöndlunar (31).

2 Markmið

Markmið rannsóknar var að kanna hvort mismunandi innstillingar á TS líkani af höfði hafi áhrif á myndgæði. Leitast var við að rannsaka hvort og þá hvaða áhrif mismunandi innstillingar hafa á myndgæði það er að segja þegar myndefnið er ekki í miðju TS hring TS tækja í eigu röntgendeildar LSH.

3 Efni og aðferðir

Þessi rannsókn er gæðarannsókn á áhrifum innstillinga á myndgæði í TS rannsóknum á höfði sem framkvæmd var á Myndgreiningardeildum Landspítala Háskólasjúkrahús í Fossvogi og á Hringbraut.

Notuð voru þrjú TS tæki sem eru í notkun á báðum stöðum. Í Fossvogi eru tvö tæki og á Hringbraut er eitt tæki. Tækin eru kölluð TS1, TS2 og TS3 sem vísar þá í stofunúmer 1 og 2 í FV og þá 3 á Hringbraut.

Fengið var að láni hjá Raferninum Catphan 600 líkan sem líkir eftir stærð höfuðs og er með reitum víðsvegar innan í með mismunandi efnum sem hægt er að nýta til að mæla TS tölur og suð. Líkaninu er stillt inn í TS tækið eins og höfði en mælt nákvæmlega miðjan bæði með málbandi, hallamáli og lasernum sem er í TS tækinu.

Til að framkvæma rannsóknina þurfti að velja prófunarsjúkling í bókunarkerfinu (e. *AFGA scheduling*) og bóka hann í TS höfuð rannsókn og smella á KOMIN flipa til að birta hann í rannsóknarkerfinu (e. *AGFA health care imaging*) í því kerfi var rannsóknin látin byrja. Svo er prófunarsjúklingurinn valin í tölvu TS tækisins og valið höfuð og þar í sér flipa sem heitir special er flipi sem heitir vikulegar mælingar.

Líkanið var svo myndað 9 sinnum án þess þó að fara út úr rannsókninni á milli bara valinn aftur í sama rannsóknarnúmeri en á milli endurtekninga var líkanið fyrst myndað í miðju svo hækkað upp um 1 cm frá miðju alls fjórum sinnum, svo lækkað um 1 cm frá miðju alls fjórum sinnum. Þetta var gert eins á öllum þrem tækjunum.

TS tækin taka 4.0 mm x 4 sneiðar og nota tökugildin 120 Kv og 500 mA.

Svo voru myndirnar úr hverri keyrslu á hverju tæki fyrir sig mældar með mælihring ROI (e. *region of interest*) í myndvinnslukerfinu sem settur var í reiti á myndunum af líkaninu sem gáfu meðal TS tölu og suð (SD) í hverju efni fyrir sig.

Niðurstöðurnar úr mælingunum voru svo skráðar í töflur í Excel (*Microsoft® Office Excel 2019*) reikniforriti. Niðurstöðurnar voru svo færðar úr Excel yfir í tölfraeðiforritið R þar sem hvert efni fyrir sig sem mælt var í líkaninu var sett upp í þrjú samhliða punktarit fyrir hvert tæki fyrir sig þar sem sett var einnig inn staðalfrávikíð var skráð með hverri mælingu sem og sett var inn TS tala efnis og svo efri og neðri TS tölumörk. Þetta var svo endurtekið fyrir hvert efni fyrir sig. R forritið var svo látið reikna staðalfrávikíð með 1 og 95% öryggisbili þar sem tölurnar eru nokkuð normaldreifðar.

Til að framkvæma rannsóknina sótti ég um leyfi hjá deildarstjóra og yfirlækni á röntgendeild LSH til að fá að nota búnaðinn til að framkvæma rannsóknina. og þurfti aðeins að sækja um það eina leyfi þar sem þetta er rannsókn á líkani en ekki manneskjum eða dýrum.

3.1 TS tækjabúnaður

Í töflu 2 hér að neðan má sjá yfirlit yfir þau TS tæki sem röntgendeildin á LSH er með. TS2 og TS3 tækin eru með þeim valmöguleika að hægt er að færa rannsóknar bekkinn sem sjúklingurinn liggur á upp og niður og hliðra þeim ef yfirlits myndir sýna að sjúklingurinn er ekki alveg rétt stilltur inn en það er hins vegar ekki hægt á PRIME tækinu. Í TS3 tækinu á Hringbraut er tækið 320 sneiða en hugbúnaðurinn í tækinu reiknar þær upp í 640 sneiðar.

Tafla 2: TS tæki á LSH

| TS tæki á Röntgendeild LSH | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|------------|-------------|
| TS tæki | Tegund | Sneiðafjöldi | Innleiðing | Staðsetning |
| TS1 | Toshiba Aquillion Prime | 80 | Nóv. '16 | Fossvogur |
| TS2 | Toshiba Aquillio ONE | 320 | Mar. '18 | Fossvogur |
| TS3 | Canon Aquillion ONE Genesis | 640 | Apr. '19 | Hringbraut |

3.1.1 Gagnaúrvinnsla

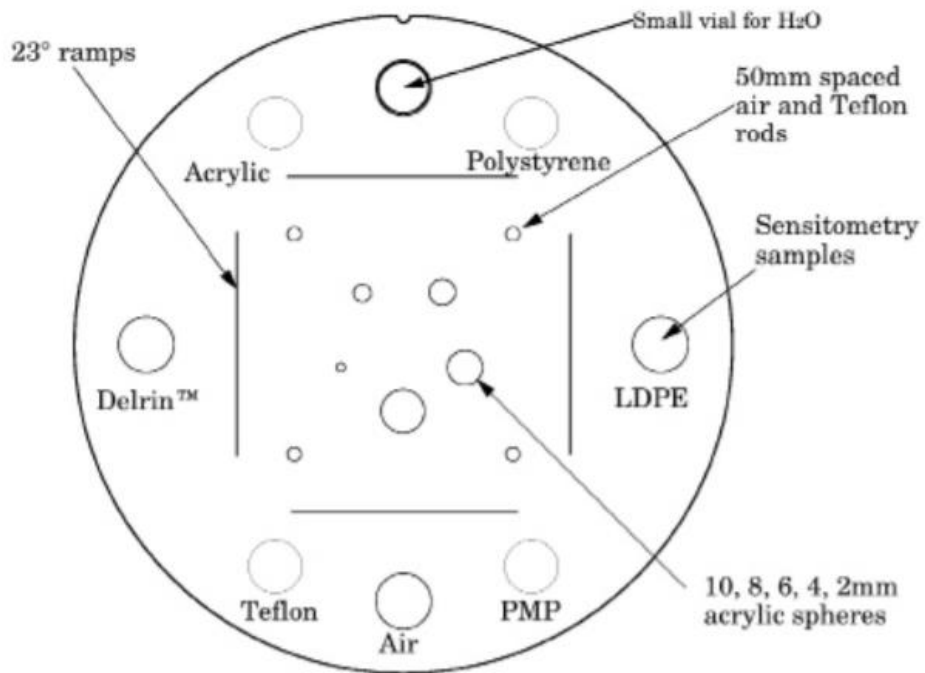
Gögnin sem söfnuðust voru færð inn í Excel (*Microsoft® Office Excel 2019*) þar sem það voru skráðar upplýsingar úr 9 mælingum í hverju tæki alls 27 mælingar fyrir hvert efni í líkaninu. Þegar það var tilbúið þá var það lesið yfir í tölfræðiforritið R þar sem valið var að setja upp punktarit þar sem hver HU mæling fengi sinn punkt og innan hornklofa sem sýnir staðalfrávik sem mælt var samhliða HU gildi. Töflurnar sýna svo hvaða TS tölu hverju efni er gefin með lággréttri punktalínu svo eru tvær svartar línur sem eru neðri og efri mörk TS talna í efnunum sjá töflu 3. Mælt var í eftirtalinni röð: Delrin, acryl, polystyrene, LDPE, PMP, loft og Teflon. Að auki var mæld TS tala í acryl spheres 10mm. Sem er alveg aukalega fyrir umræður.

TS tækjunum var gefið vinnuheiti TS1, TS2 og TS3 sem sjá má í töflu 2 hvaða tæki er hvað. Tækin fengu einnig sinn lit hvert til aðgreiningar. R var látið reikna með 1 staðalfrávik og 95% öryggisbili þar sem tölurnar eru nokkuð normaldreifðar. Punktaritin þrjú fyrir hvert efni voru svo sett saman í eina mynd í R og síðan voru þær settar inn sem mynd í Word og færðar inn í þessa rannsóknarritgerð.

3.1.2 Líkan

Til að mæla TS tæki þarf að nota líkan og í þessari rannsókn var notað Catphan 600 líkan (*sjá mynd 2*) sem líkir eftir mannshöfði og á því er svo hvítur hringur fremst sem að líkir eftir beini kúpunnar. Innan í líkaninu eru svo margir hringlaga reitir og í miðju líkansins eru litlar acryl kúlur (*e. Acryl spheres*) sem eru í nokkrum stærðum. (32) Hver reitur hefur svo ákveðnar TS tölu eftir þéttleika (*sjá töflu 3.*)

CTP404 Module with slice width, sensitometry and pixel size



Mynd 2: Þetta er teiknuð axial mynd af líkaninu sem var notað í rannsókninni.(32)

Tafla 3: Hér eru efni sem eru mæld í Catphan 600 líkani að viðbættu vatni.

| EFNI | Gefin TS tala | Á að mælast á bilinu: |
|-------------|---------------|-----------------------|
| Loft | -1000 | -1046: -986 |
| PMP | -200 | -220: -172 |
| LDPE | -100 | -121: -87 |
| VATN | 0 | -7: 7 |
| POLYSTYRENE | -35 | -65: -29 |
| ACRYL | 120 | 92:137 |
| DELIRIN | 340 | 334:387 |
| TEFLON | 990 | 941:1060 |

3.1.3 Myndsuð

Myndsuð var metið með því að mæla SD af TS tölugildi innan þvermáls ROI hrings sem settur var inn að miðju hvers efnis í Catphan 600 líkaninu. Þannig að það kom meðal TS tölugildi og SD tala sem fylgdi því gildi sem er +/- TS talan sem sagt segir til um suð á þeim stað í efninu sem mælt var. Þetta var svo gert níu sinnum í hverju efni á hverju TS tæki.

3.1.4 Vinnustöð PACS

Við hvert TS tæki er vinnustöð myndvinnslukerfi PACS (e. *Picture archiving and communication system*) þar sem hægt er að skoða rannsóknir og mæla áhugasvæði ROI og fá TS tölur og SD ásamt því að skoða bakgrunns upplýsingar fyrir hverja mynd (33).

3.1.5 Heimildavinna

Heimildir sem notaðar eru í þessari rannsókn var leitað á pubmed, google scholar, í fræðibókum, geislavörnum ríkisins og einnig í leiðbeiningum sem fylgdu búnaði sem notaður var til að framkvæma þessa rannsókn. Heimildaskráningar forritið Zotero var svo notað til að skrá heimildirnar í þessa rannsóknarritgerð í Vancouver stíl.

4 Niðurstöður

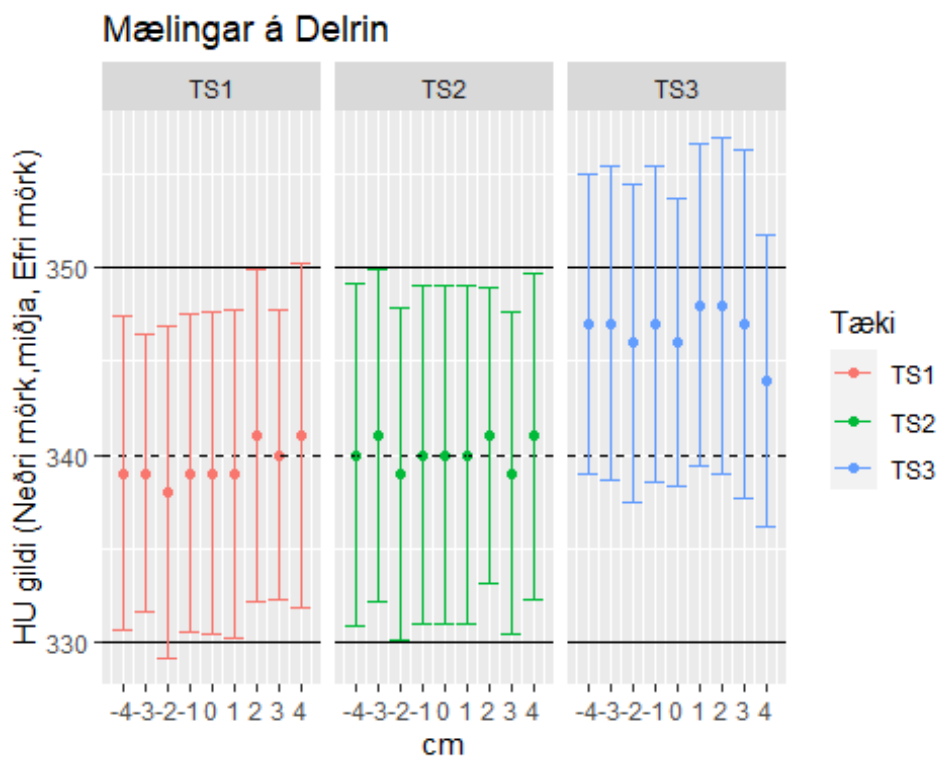
Eftirfarandi punktgröf sýna meðaltals TS tölu í hverri mælingu í hverju efni fyrir sig, Hornklofi sýnir svo suð (*SD*) fyrir hverja mælingu. 0 cm er mæling fyrir líkanið í miðju TS hringsins. Tækin sýna mælingu sem er frá -4 cm upp í +4 cm en mælt var við hverja 1 cm færslu.

Mælingar sýna niðurstöður með 1 staðalfrávik og öryggisbilið er 95% og er sýnt sem efri mörk og neðri mörk.

4.1 Delrin

Í töflu 4 hér að neðan má sjá niðurstöður mælinga fyrir Delrin.

Tafla 4 :Punkturir fyrir mælingar á Delrin.

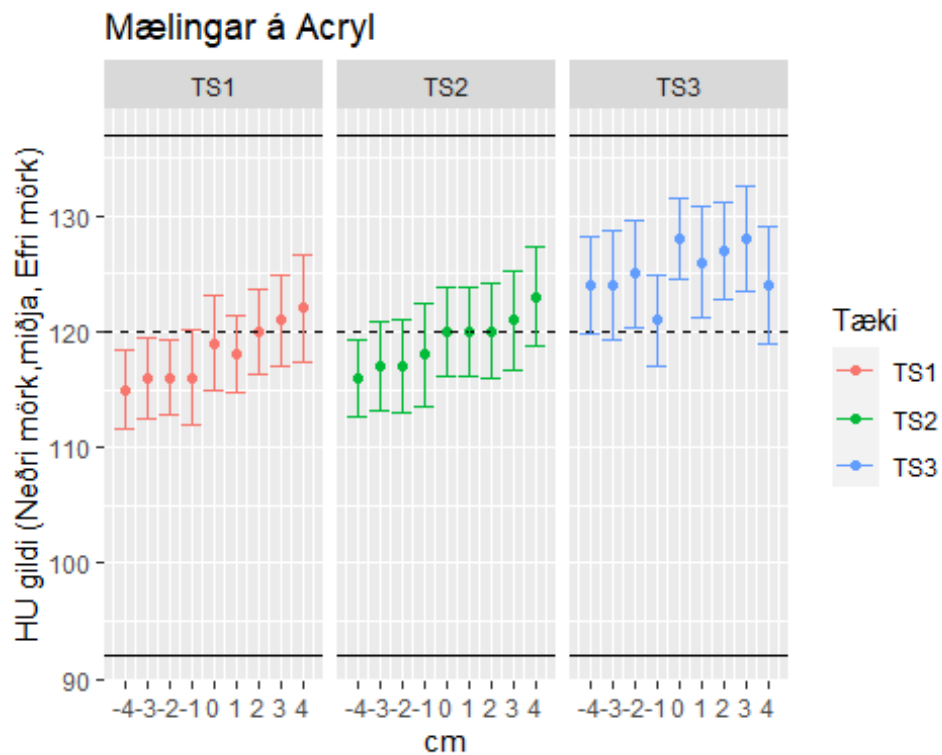


TS = tölvusneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentimetrar

4.2 Acryl

Í Töflu 5 hér að neðan eru niðurstöður mælinga á Acryl.

Tafla 5: Punktarit fyrir mælingar á Acryl.

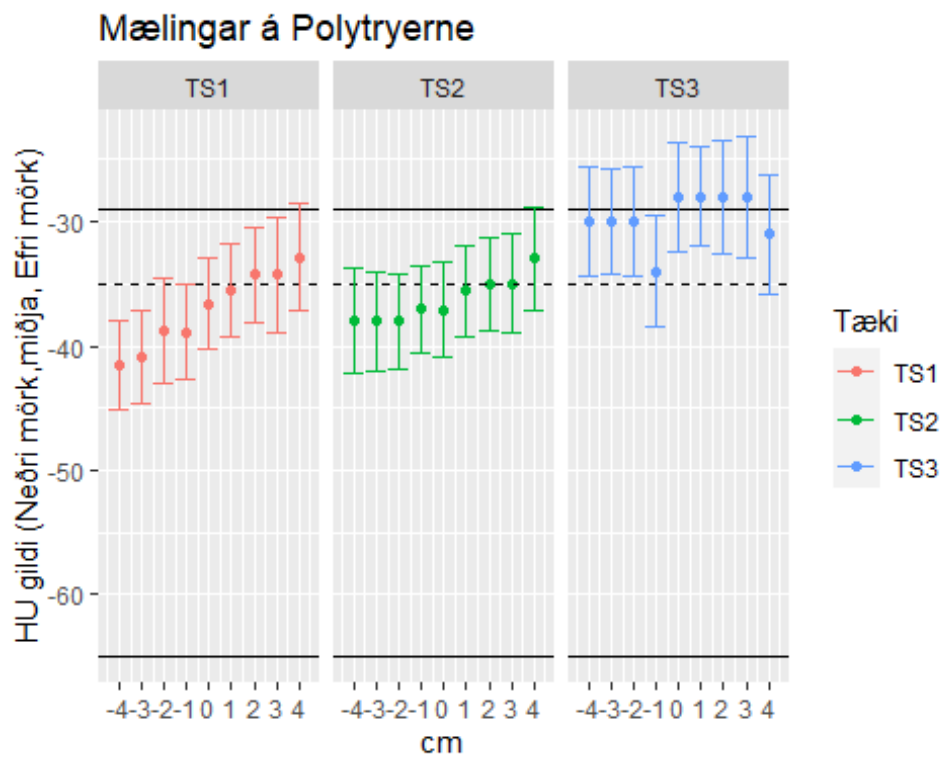


TS = tölvusneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentímetrar

4.3 Polytryerne

Hér að neðan í töflu 6 má sjá niðurstöður mælinga á polytryerne.

Tafla 6: Punktartit mælinga á Polytryerne.

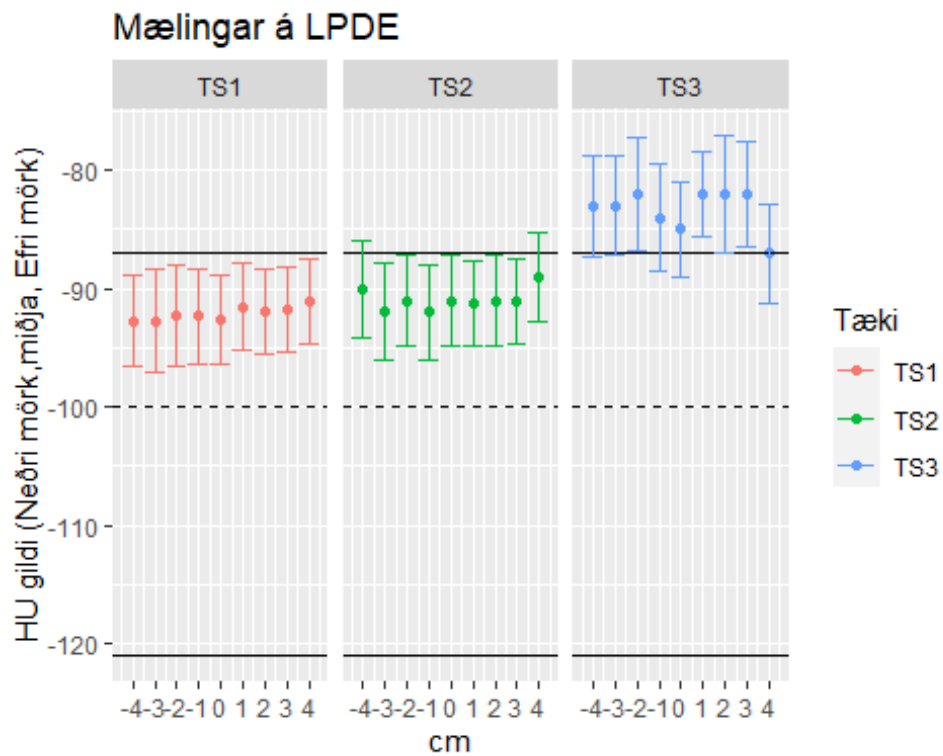


TS = tölvusneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentímetrar

4.4 LPDE

Í töflu 7 hér að neðan má sjá niðurstöður mælingar fyrir efnið LPDE.

Tafla 7: Niðurstöður mælinga á LPDE.

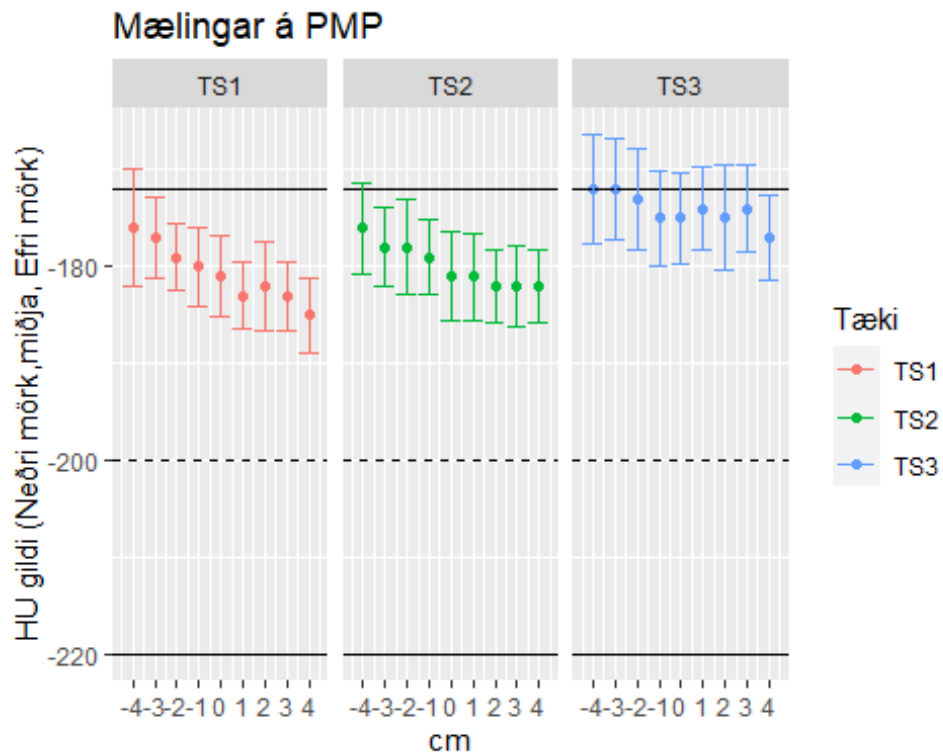


TS = tölvusneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentímetrar

4.5 PMP

Hérna að neðan í töflu 8 má sjá niðurstöður mælinga fyrir efnið PMP.

Tafla 8: Niðurstöður mælinga fyrir efnið PMP.

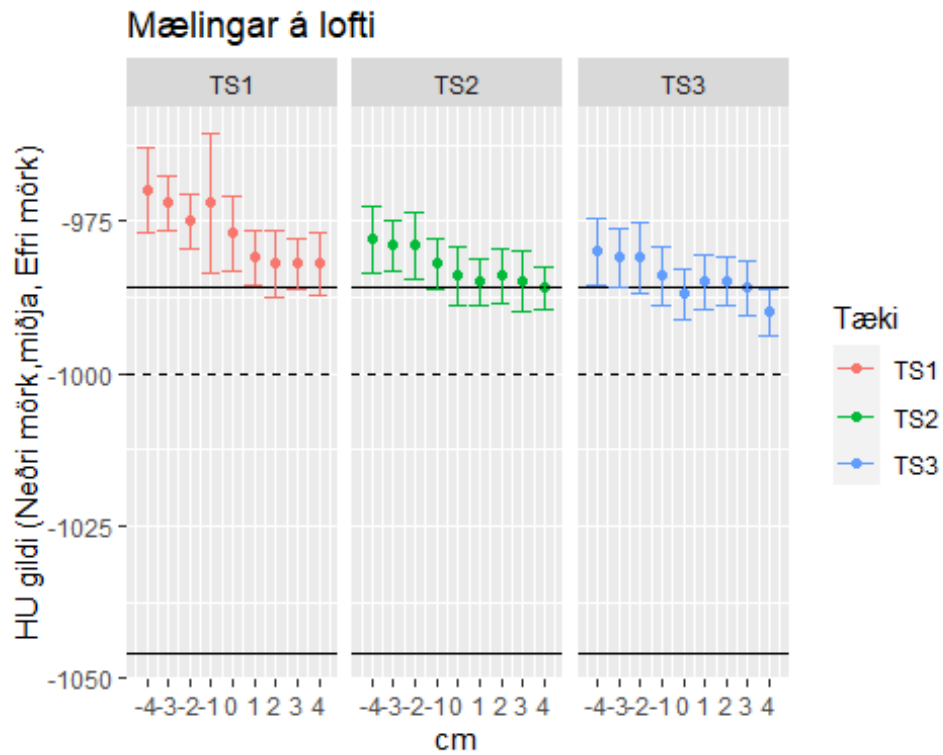


TS = tölvasneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentimetrar

4.6 Loft

Í töflu 9 hér að neðan má sjá niðurstöður mælinga fyrir loft.

Tafla 9: Mælingar á lofti í líkaninu. Loft er svart í mynd.

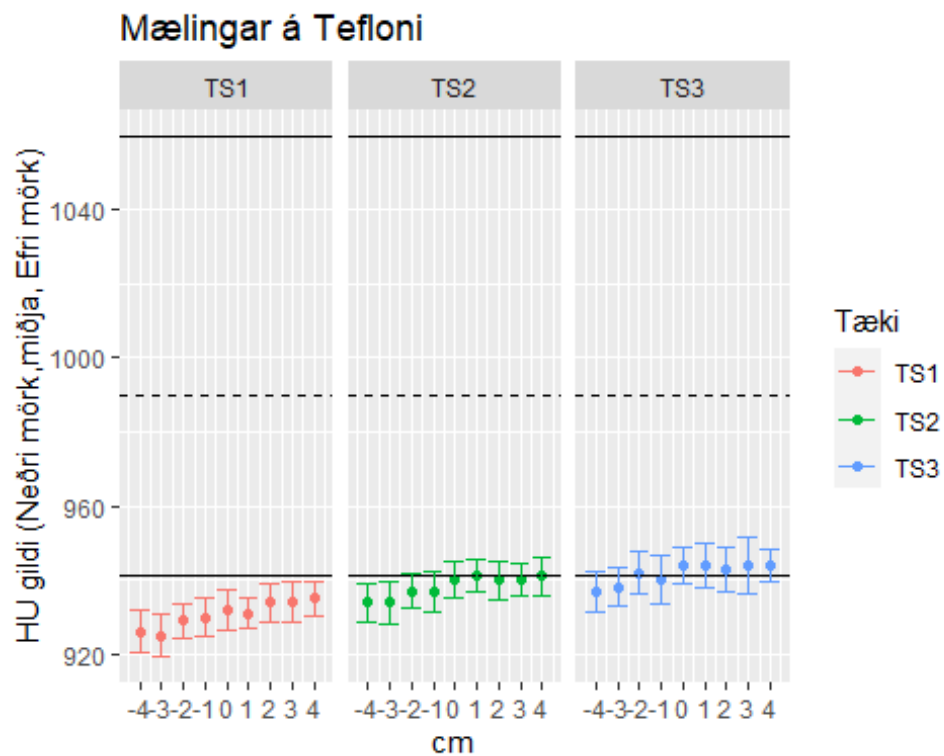


TS = tölvusneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentímetrar

4.7 Teflon

Tafla 10 hér að neðan sýnir niðurstöður mælinga á Tefloni.

Tafla 10: Niðurstöður mælinga fyrir Teflon.



TS = tölvusneiðmyndaþæki, HU gildi= TS tala, cm = sentimetrar

5 Umræða

Það sem rannsakendur vilja sjá þegar verið er að skoða innstillingar er að þegar innstilling færast frá miðju TS hrings þá ætti TS talan að færast frá 0 punktinum línulega. Það ætti að gefa til kynna að myndgæði versni við það að færast frá miðju TS hrings.

Það sem kom hins vegar út úr þessari rannsókn var að í flestum tilfellum þá gerðist það að mælingin breyttist línulega í takt við að líkanið var hækkað og lækkað frá miðju TS hrings, en það sem kom á óvart var það að í sumum tilfellum voru tækin ekki endilega að mælaskil í meðal TS tölu gildi það er að segja þau voru stundum alveg í neðri mörkum TS tölu gildi eða alveg í efstu mörkum.

Innstilling líkansins hafi áhrif á TS töluna við og þar af leiðandi hafði hún áhrif á myndgæðin. Svo má líka hugsa um það hvort að þetta hafi marktæk áhrif á myndgæði en miðað við punktariti þá er í sumum tilfellum TS talan þó lág að hún gæti mögulega litið út fyrir að vera annað efni en hún er í raun.

5.1 Líkansmælingar

Mælingar með líkani eru gerðar vikulega á TS tækjum röntgendeildar LSH og þá er verið að nota líkan sem er fyrir kviðarhol en ekki höfuð líkt og var notað í þessari rannsókn. Rannsakandi notaði samt prógrammið vikulegar mælingar þar sem það er eina prógrammið sem var í boði til að framkvæma rannsóknina. Hægt hefði verið að nota prógramm fyrir höfuð en það hefði verið talsvert umfangsmeira verkefni að vinna úr gögnum þar sem sneiðafjöldi og stærri hluti líkansins hefði verið myndaður.

Hægt er að mæla fleiri breytur í líkaninu eins og línupör eða kontrast og það væri gaman að gera slíkt sem part af stærra verkefni til dæmis ef mæla ætti geislaskammta líkt og Karim, Shaffiq og Isa gerðu með líkani í sinni rannsókn (34) þar sem þeir máttu geislaálag á líkan í TS höfuð rannsókn og hvernig geislaálag jókst þegar líkanið fjarlægðist miðju TS hringsins en þeir færðu líkanið um +/- 5, 10, 15 og 20 cm sem er mætti kannski hugsa frekar mikil tilfærsla frá miðju TS hrings en áhugverð rannsókn.

Það væri áhugavert að gera ítarlegri rannsókn á LSH með því að mæla geislaskammt, TS tölur, Suð, línupör og kontrast og hvaða áhrif það hefur á myndgæði.

5.1.1 Delrin

Delrin er plastefni sem hefur gefna TS tölu +340 líkt og sjá má í töflu 3 og mælibil frá +334 til +387 Mælt var með 1 staðalfráviki til að fá SD innan 95% öryggisbils. Delrin gæti verið hægt að skoða út frá smá kölkunum sem hafa TS tölu frá +30 til +500 eða skuggaefni sem hefur TS tölur á bilinu +100 til +600.

Allar mælingarnar eru vel innan marka en má áætla að þegar maður skoðar líkanið að Delrin er hægra megin við miðju líkansins (sjá mynd 2) miðað við að maður horfi á myndina eins og TS mynd og því má áætla að það efni sem svo nálægt miðju að TS talan sé ekki að sveiflast mikið við þessa litlu borðfærslu.

TS1 mælir frá miðju í +/- 1 cm alveg sömu gildi örlítið neðan við +340 gildið eða frá + 338 til + 341 og raun hefur lítil áhrif á TS töluna þrátt fyrir að fara upp og niður um 4 cm.

TS2 sýnir mjög svipaða niðurstöðu og TS1 nema er frá miðju í +/- 1 cm alveg í +340 TS tölugildi og svo gerðist sami hluturinn við borðfærsluna að það breyttist lítið eða frá +339 til + 341.

TS3 tækið sýndi þó allt aðra útkomu og var næst +340 TS tölunni þegar það var komið í +4 cm en var samt að sýna að TS tölurnar í hverri mælingu voru á svipuðu reki eða frá +344 til +348.

5.1.2 Acryl

Acryl er plastefni sem hefur gefna TS tölu upp á +120 en hefur staðalfrávik upp á +92 til + 137. Eins og sést á punktaritinu fyrir acryl þá er línuleg breyting á TS tölunum í TS1 og TS2 þegar borðfærslan færast frá miðju og TS tölurnar elta færsluna sem á sér stað. Hins vegar þá gerðist það ekki á TS3 þar birtast tölurnar dreifðari og tilviljanakennt þó mjög nálægt hvor annarri en yfir meðaltali.

. Á TS1 má sjá að þegar borðið er komið upp um 2 cm þá er TS tölunni +120 náð en tölurnar eru samt nálægt meðaltali og innan marka.

TS2 mælir meira nákvæmt eða alveg í TS tölu +120 og svo elta tölurnar borðfærsluna línulega.

Svo er það TS3 sem er í öllum tilfellum að sýna TS tölur yfir meðallagi nærri efri mörkum en innan marka og tölurnar eru ekki dreifast línulega en eru mjög svipaðar og dreifast frá +121 til +128 og var í +121 þegar tækið var í -1cm.

5.1.3 Polytryerne

Hægt væri að segja að Polytryerne sé með svipaða TS tölu og fita í vefjagerð en Polytryerne er með TS töluna -35 og hefur staðalfrávik í -65 til -29 (sjá töflu 3)og fita hefur TS tölur á bilinu -70 til -30 eins og sjá má í töflu 6. Í líkaninu liggur Polytryerne ofarlega vinstra megin á TS mynd.

TS1 er með línulega breytingu eins og maður vill sjá þegar líkanið færast frá miðju tækis hvort sem það er upp eða niður og mælist innan hæstu og lægstu gilda og sama má segja um TS2 það sýnir minni mun en samt línulega breytingu frá miðju.

TS3 hegðar sér hins vegar allt öðruvísi og mælir aðeins yfir mörkum eða í -28 frá 0 upp í +3cm en er þó mjög einsleitt nema -1cm er næst HU gildinu sem Polytryerne hefur verið gefið.

Mætti líka spá í því hvort að ítrekunar reikniforritið sé að laga til myndina. Niðurstaðan er þó sú að TS1 og TS2 eru í línulegu mynstri út frá miðju en TS3 er ekki að gera það.

5.1.4 LDPE

LDPE er skammstöfun fyrir Low density polyethylene sem er með gefna TS tölu -100 og hefur staðalfrávik frá -121 til -87. LDPE er efni sem er notað í glærar mjúkar plastumbúðir fyrir matvæli til að

lofttæma. Þetta efni er staðsett vinstra megin við miðjuna á líkaninu og það gæti útskýrt mjög litla breytingu milli mælinga í hverju tæki fyrir sig.

TS1 er með TS tölu mælingu frá -91,1 til 92,7 sem er afskaplega lítill munur í en er þó munar mest 7 TS tölugildum frá -100 sem efninu hefur verið gefið. TS tölurnar eru þó mjög nálægt efri mörkum. Staðalfrávik hverrar mælingar er þó ekki mikil og innan marka.

TS2 er með mjög svipaðar niðurstöður og TS1 að undanskildum TS tölunum fyrir -4 og +4 cm þar sem þær á svipuðum stað þrátt fyrir 9 cm mun á milli þeirra. Staðalfrávikði í plús fer líka örlítið upp fyrir efra mark.

TS3 er enn og aftur að sýna mjög óreglulega niðurstöðu og TS tölurnar eru á svipuðum stað og eru ekki með línulega breytingu miðað við borðfærslu og mælist yfir efri mörkum staðalfrávíks.

5.1.5 PMP

PMP er skammstöfun fyrir Polymethylpentene sem er hitapolið glært plastefni eins og plastfilma sem notuð er í matargerð mjög létt efni sem hefur TS töluna -200. PMP er neðarlega í líkaninu vinstra megin og eins og sjá má punktaritinu þá mældu öll tækin línulega breytingu frá miðju þar sem aukin fjarlægð jók eða minnkaði TS tölurnar eftir því hvort efnið færðist nær miðjunni eða fjær.

TS1 er með línulega breytingu eftir borðfærslu þó nær efri mörkum staðalfrávíks. TS2 er með nánast sömu niðurstöðu og TS1 sama TS tala í miðjum TS hring.

TS3 er með línulega breytingu miðað við borðfærslu en er alveg við efri mörk öryggisbils og efri mörk SD er upp fyrir efri mörk í öllum tilfellum nema í +4cm.

TS tölurnar eru samt sem áður langt fyrir ofan gildið sem PMP er gefið en þegar tækið er hækkað alveg upp um 4 cm þá færast TS talan nær -200 sem hægt væri að túlka þannig að staðsetning efnisins er komið nær miðju TS hringins.

Öll tækin mældust í innan efri marka þegar líkanið var í miðjunni og allar mælingar á TS1 og TS2 voru innan efri marka en í TS3 var rétt miðjuð mæling rétt undir efri mörkum og því neðar sem líkanið fór þá voru -3 og -4 cm á efri mörkunum og efri mörk staðalfrávíka alltaf aðeins upp fyrir. Mælingarnar á TS3 eru línulegri en á fyrri efnum í þessari rannsókn.

5.1.6 Loft

Loft hefur TS töluna -1000 en staðalfrávik frá -1046 til -986. Í líkaninu var loft neðst fyrir miðju og hér má sjá að öll tækin mæla TS tölurnar línulega eftir því sem það er fært frá miðju þar sem +4 cm sýnir að staðsetning lofts í líkaninu er komið næst miðjunni á TS hringnum.

TS1 er yfir efri mörkum í öllum mælingum sem og SD er yfir efri mörkum nema þegar líkanið er í +2 cm og +4cm þá er það rétt undir efri mörkum. Í TS2 eru mjög svipaðar niðurstöður allar mælingar yfir mörkum nema +4 sem er á efri mörkum, en frá 0 cm til +4 cm SD þó undir efri mörkum.

TS3 er einnig með svipaða niðurstöður og TS2 þó er +4 cm undir efri mörkum allar mælingar tækjanna eru þó línulegar og sýna breytingar út frá 0 cm borðfærslu. Í +4cm er talan undir efri mörkum sem er í samræmi við það að loftið er komið nær miðju TS hrings.

5.1.7 Teflon

Teflon er efni sem mjög kunnugt okkur og er notað til að húða potta og pönnur ásamt öðru. Þetta efni er hart og hefur TS töluna +990 sem er hægt að segja sé eins og bein, kalk og málmur sem hafa TS töluna +1000. Staðalfrávik sem gefið er fyrir Teflon er frá +941 til +1060 en eins og sést á punktaritinu fyrir Teflon þá eru öll tækin að mæla við neðri mörkin.

TS1 er undir neðri mörkum í öllum mælingunum en Teflon er neðarlega hægra megin í líkaninu. Mælingin er þó að skila línulegri niðurstöðu en þó má sjá að frá 0 til +4 cm er merki um að Teflonið sé að færast nær miðju TS hringsins.

TS2 hér er Teflonið undir mörkum frá -1 til -4 en fer í neðri mörkin eftir 0 og upp í +4 sem er að sýna borðfærslu upp á við og Teflonið nálgast miðju TS hrings.

TS3 er nánast með sömu niðurstöður og hin tækin er þó aðeins hærra en þó alveg við neðri mörkin og tölurnar breytast línulega miðað við borðfærslu.

5.2 Túlkun

Ef skoðað er svona gagnasafn þá þarf að hafa í huga á hvaða bili tölurnar eru til dæmis þegar tala getur verið með 120 tölur á milli efri og neðri marka þá skiptir kannski minna máli þó að mæling sé að hanga í efri mörkum þar sem hún hefur kannski mikinn kontrast mun frá öðrum vefjagerðum. Við viljum samt að TS tölurnar sýni línulega breytingu miðað við borðfærslu upp og niður frá miðju TS hringsins. TS tækið ætti alltaf að vera að sýna bestu myndgæðin þegar myndefni er í miðju TS hringsins.

Þegar við skoðum svo efni þar sem talan er með 35 tölum á milli efri og neðri marka þá þarf að velja því upp hvort að það sé farið að hafa áhrif á myndgæði ef að tölurnar eru komnar ofan í efri mörkin eða alveg í neðri mörkum þar sem að auðvelt væri missa af einhverju.

5.2.1 Heilavefir og TS tölur

Í töflu 1 má til skoða gráa efnið í heilanum sem er með TS töluna 35 og hvíta efnið með TS töluna 25 svo eru vöðvar og mjúkvafir með TS tölur á bilinu 20-40 þegar höfuðið er svo myndað þá fáum við

upp myndir sem að sýna okkur heilavefinn og þá verður að vera hægt að nota ROI til að skoða áhugasvæði og sjá TS töluna ef eitthvað sem birtist í mynd lítur út fyrir að vera sjúkleg breyting.

Sé hins vegar sjúklingurinn ekki vel miðjaður þá má áætla að geislun sé ójöfn á höfuðið og því gætu myndgallar komið sem virðast vera eitthvað sem er svo ekki til staðar. Það mætti hugsa sem svo að gráa efnið lendi í meiri geislun sem lækkar niður TS töluna þannig að hún sé komin niður í 25 þá gæti það litið þannig út að það sé einhver sjúkleiki til staðar eða hreinlega að það sé eitthvað sjúklegt ástand sem fær of mikla geislun sem að hverfur eða greinist ekki á myndinni.

5.2.2 TS tækin

Þegar spáð er í TS tækin í þessari rannsókn þá er mjög óraunhæft að fara að bera þau saman þar sem þetta eru nokkuð ólík en TS1 er Prime 80 sneiða tæki og orðið 5 ára gamalt og síðan það var tekið í notkun þá hefur tækninni fleytt fram og þegar One tækið á stofu 2 í Fossvogi var tekið í notkun í mars 2018 þá var komið 320 sneiða tæki og þó að það séu bar tvö ár á milli tækjanna þá er bara búið að breyta og bæta tæknina talsvert og fleiri möguleikar í boði. Eins og borðfærslan til dæmis en í TS1 stillir geislafræðingur inn sjúkling í höfuð og svo eru teknar yfirlits myndir og ef sjúklingurinn er of mikið til hliðar þá er ekkert hægt að gera í því en það er þó hægt að vinkla tækinu ef sjúklingurinn er með höfuðið sveigt aftur. Í TS2 er hægt að hækka og lækka og færa sjúklingin til hliðanna eftir að yfirlits mynd er tekin þetta getur skipt ótrúlega miklu máli fyrir myndgæðin að færa sjúklinginn í miðju TS hringsins og mynda svo.

TS3 sem er á Hringbraut er ONE Genesis tæki sem er 320 sneiða en hugbúnaður reiknar sneiðarnar upp í 640 sneiðar sem er ótrúlega flott og hentar einstaklega vel í hjartarannsóknir þar sem það er hægt að mynda hjartað í einum hjartslætti og fá frábærar myndir.

Það má segja að TS1 sé að verða gamalt að þessu leiti þó að 80 sneiða tæki sé alveg að duga vel í flestar rannsóknir þá má samt velta fyrir sér hvort það sé mikill munur á myndgæðum í sumum rannsóknum og hvort þá að rannsóknir sem eru gerðar í þessu tæki séu nógu sambærilegar að það hefur ekki áhrif á niðurstöður. Einnig mætti skoða geislaskammta í TS1 því þegar var búið að mynda 9 sinnum þá kom aðvörunar textabox á skjáinn þar sem var verið að vara við of mikilli geislun á sjúkling. Þetta kom ekki á hinum tækjunum.

5.2.3 Tölfræði

Gangasafnið sýndi niðurstöður mælinga fyrir hvert efni með TS tölu og SD alls 27 mælingar fyrir hvert efni. Hins vegar áttaði rannsakandi sig á að það er ekki raunhæft að bera saman þessi 3 tæki þar sem þau eru ólík sérstaklega TS1 það er orðið gamalt og er 80 sneiða.

Niðurstöður mælinga voru svo settar upp í Excel (*Microsoft® Office Excel 2019*) til nánari úrvinnslu í forritið R. Rannsakandi prófaði sig áfram með nokkrar týpur af myndritum til að skýra niðurstöður. Eftir að hafa ráðfært sig við tölfræðiráðgjöf HÍ og einnig fengið tíma hjá tölfræði kennara sem gat hjálpa við

uppsetningu R kóða þá ákvað rannsakandi að setja þetta upp í punktarið sem eru hér að ofan með 1 staðalfrávik og bilið milli efri og neðri marka er því 95% öryggisbilið.

Punktariðin sýna niðurstöðuna nokkuð vel í mælingum á flestum eignum þar sem tölurnar eru nokkuð normaldreifðar og sýna línulega breytingu frá miðjum TS hring. Sem segir okkur það að það sé breyting á myndgæðum þegar líkanið er ekki rétt stillt inn í tækið.

5.2.4 Kostir og gallar

Það er margt hægt að læra þegar svona rannsókn er gerð og kostir þessarar rannsóknar er jú fræðslan sem að rannsakandi fær af því að lesa bækurnar og allar greinarnar sem þarf til að skilja það sem verið er að gera. Og helsti kosturinn er að læra af því hvað betur mætti fara og tileinka sér góð vinnubrögð þegar unnið er við TS rannsóknir.

Gallarnir við þessa rannsókn er að það hefði mátt láta reyna á að mynda líkanið eins og um alvöru höfuð væri að ræða en ekki nota vikulegar mælingar og taka aðeins 4 sneiðar. Velta mætti því upp að þar sem við vorum með beinahring á líkaninu sem líkir eftir höfuðkúpu þá hefði verið fróðlegt að taka mælingu af því og það væri svo sannarlega efni í aðra rannsókn. Rannsakandi ásamt leiðbeinanda höfðu þó prófað að gera það með líkaninu sem er notað í vikulegar mælingar og það kom ekki vel út enda um kviðarhols líkan að ræða en það var ekki að virka og komust að því að sennilega væri best að nota vikulegar mælingar.

Einnig er líkanið uppsett þannig að hvert efni er með sinn stað (*sjá mynd 2*) og þá er til dæmis sum efnanna í miðju þegar búíð er að lækka niður um -4 cm eða hækka upp í -4 cm. Það gæti einnig lítað niðurstöðurnar að því leita að sum efnanna voru ekki í sinni gefnu TS tölu.

5.2.5 Óvænt uppgötvun

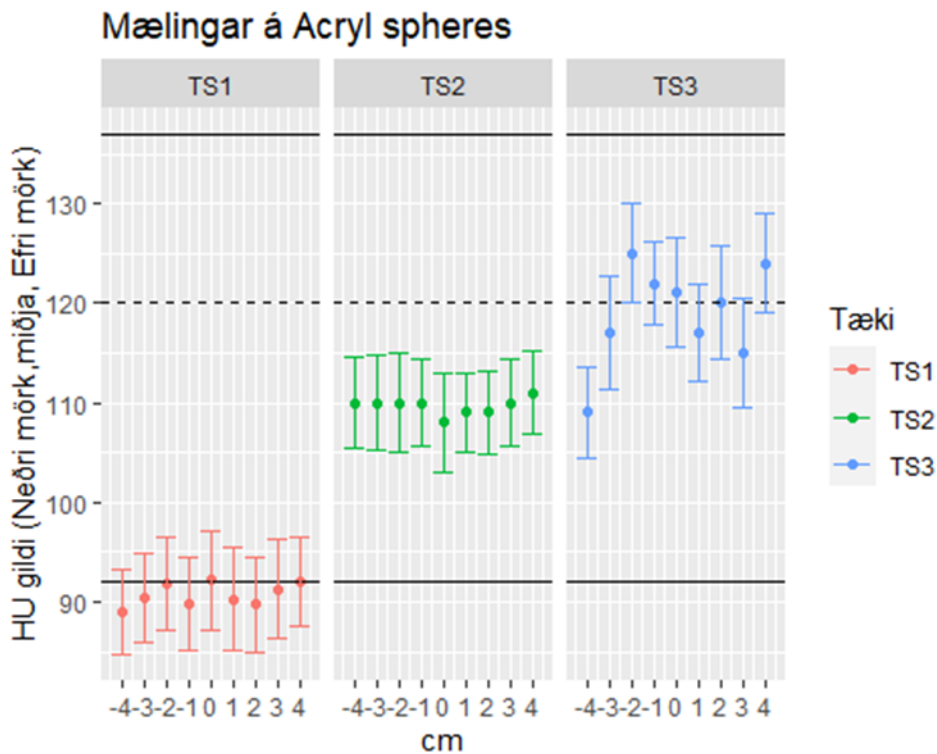
Í Cathpan 600 líkaninu eru Acryl spheres eða misstórar acryl kúlur fyrir miðju líkani (*sjá mynd 2*) þær eru 5 og frá 0.2 cm í 1cm í þvermál. Þessar kúlur eru í líkaninu til að mæla kontrast samkvæmt handbók líkansins (32). Það sem rannsakandi tók eftir var að þegar hann byrjaði að framkvæma rannsóknina þá var byrjað að safna 9 keyrslum á hvert tæki. Svo var farið í að vinna í göngunum og þá mátti sjá á myndum frá TS1 að stærsta acryl kúlan sem er 1 cm í þvermál sést rétt svo á fyrstu mynd en svo þegar skoðaðar eru myndirnar þegar tækið færast frá miðju TS tækisins að þessi kúla er varla að sjást hvað þá hinar sem eru þarna líka. En þær sáust mjög vel á hinum tveim tækjunum og rannsakandi ákvað því að taka líka mælingu af stærstu acryl kúlunni og setja það einnig í punktarið. En eins og áður hefur komið fram og sjá má í töflu 3 að Acryl hefur TS töluna +120.

Í töflu 11 má sjá niðurstöðurnar úr TS tölu mælingum fyrir þessa acryl kúlu í öllum tækjunum að auki suð (*SD*). Og niðurstöðurnar fyrir þessa mælingu er sú að TS1 er alveg í neðri mörkum í TS tölugildi fyrir efnið sem er +92 og TS2 er í kring um +110 og TS3 er næst +120 en sveiflast þó upp og niður fyrir þegar borðfærsla á sér stað og ekki línulega.

Þessi niðurstaða sýnir alla vega í þessari rannsókn getu tækjanna til að greina í sundur smá atriði og það væri mjög áhugavert að gera aðra rannsókn á þessu þar sem kontrast, línupör og geislaskammtar væru skoðaðir.

Það má líka velta fyrir sér hvort að það þyrfti að skoða sérstaklega TS1 og sjá hvort að þetta sé tilviljun í þessari rannsókn og hvort að það væri sniðugt að skoða þetta í TS höfuð verklagi en ekki vikulegum mælingum. Einnig væri áhugavert að skoða geislaskammta samhliða í stærri rannsókn þar sem væri mældar væru TS tölur, suð, kontrast og línupör.

Tafla 11: Í þessari töflu eru TS tölugildi fyrir acryl kúlu.



TS = tölusneiðmyndatæki, HU gildi= TS tala, cm = sentimetrar

5.2.6 Vinnubrögð

Eins og sjá má á öllum punktaritunum að í flestum tilfellum eru tölurnar að breytast þegar borðfærsla á sér stað frá 0 cm eða miðju TS hrings. Þó svo að TS tala hvers efnis sé ekki að mælast endilega á gefinni TS tölu þá sjást línulegar breytingar í flestum tilfellum sem bendir til þess að innstillingin skipti talsverðu máli. Þá sérstaklega á TS1 þar sem ekki er hægt að breyta stöðu sjúklings nema vinkla tækinu það er ekki hægt að hækka og lækka bekkinn eða færa sjúklinginn til hliðanna nema taka nýja yfirlits myndir (e. scout). Í TS2 og TS3 er hægt að taka yfirlits myndir og lagfæra hæð og hliðra sjúkling og vinkla.

Það skiptir líka miklu máli að upplýsa sjúkling vel um hvað er að fara að gerast og mikilvægi þess að hreyfa sig ekkert rétt á meðan rannsóknin er gerð og að hún taki skamma stund. Nota festibúnaðinn

sem er á höfuðstandinum til áminningar fyrir sjúklinginn að vera kyrr. Svo eru auðvitað sjúklingar sem eru mjög veikir eiga erfitt með að vera kyrrir þá getur verið gott að gefa sér tíma í að setja púða undir fætur nota líka festibúnað sem hægt er að setja utan yfir hendur og brjóst og skorða svo höfuðið vel með festibúnaðinum á höfuðstandinum.

5.2.7 Aðrar rannsóknir

Það hafa verið gerðar ótal rannsóknir tengdar myndgæðum og þá sérstaklega tengdar geislaskömmtum. Ein af rannsóknunum snerist um að mæla sex mismunandi IR í TS heilarannsókn af líkani með mismunandi geislaskömmtum í fjórum mismunandi TS tækjum. Í þessari rannsókn var skoðað hvaða áhrif mismunandi geislaskammtar hefðu á myndgæði og hversu vel IR bætti myndgæðin. IR minnkaði suð mikið og bætti myndgæðin til muna sérstaklega þar sem lægri geislaskammtar voru notaðir.(35) Þess má geta að þarna er ekki verið að skoða mismunandi innstillingar. Það væri þó mjög áhugavert að skoða þetta hér á landi og þá kannski fleiri tæki til dæmis öll TS tæki sem eru á höfuðborgarsvæðinu.

Önnur rannsókn um áhrif geislaskammta á augun þar sem skoðuð er innstilling á líkani með tilliti til augna og einnig var mæld áhrif þess þegar líkanið færðist frá miðju TS hring um +/- 2 ,4 og 6 cm og þar sýndi sig að þegar fjarlægð frá miðjum TS hring jókst þá jókst einnig geislaskammturinn á augu (36). Þetta er eitthvað sem er umhugsunarvert þegar unnið er með jónandi geislun.

6 Ályktanir

Þegar kemur að efnunum sem mæld voru í líkaninu þá hafði borðfærsla ekki stórar breytingar á TS tölum við mismunandi innstillingar. TS tölur og suð breyttust línulega í flestum tilfellum þó ekki öllum. Hægt er að álykta sem svo að innstilling hafi áhrif á myndgæði þar sem tölurnar breyttust þegar borðfærsla átti sér stað. Ekki er þó hægt að fullyrða yfir allan vafa að niðurstöðurnar hafi teljandi áhrif á greiningargildi í þessari rannsókn.

Innstilling hafði þó áhrif á miðju líkans í TS1 þannig að acryl kúlur í miðju líkans sem eru til að meta kontrast voru mjög daufar í miðjum TS hring og voru nánast horfnar þegar líkanið var komið meira en +/- 2 cm frá miðjum TS hring. Ef það er tekið inn í rannsóknina þá hafði innstilling áhrif á myndgæði í TS1 að því leiti að kontrast minnkaði við borðfærslu frá miðju.

Heimildaskrá

1. Bautz W, Kalender W, Godfrey N. Hounsfield und die Folgen. *Radiol* [Internet]. 2005 Apr 1 [cited 2021 Apr 10];45(4):350–5. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00117-005-1200-7>
2. Seeram E. *Computed tomography: physical principles, clinical applications, and quality control*. Fourth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2016. 487 p.
3. Petrik V, Apok V, Britton JA, Bell BA, Papadopoulos MC. Godfrey Hounsfield and the Dawn of Computed Tomography. *Neurosurgery* [Internet]. 2006 Apr 1 [cited 2021 Mar 9];58(4):780–7. Available from: <https://academic.oup.com/neurosurgery/article/58/4/780/2581185>
4. Bushong SC. *Radiologic science for technologists: physics, biology, and protection*. Tenth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier; 2013. 654 p.
5. Statkiewicz-Sherer MA, Visconti PJ, Ritenour ER, Haynes K. *Radiation protection in medical radiography*. Seventh edition. Maryland Heights, MO: Elsevier/Mosby; 2014. 392 p.
6. Hellman E, Lindgren M. Radiographers' Perceptions of Patients Care Needs During a Computed Tomography Examination. *J Radiol Nurs* [Internet]. 2014 Dec [cited 2021 Mar 26];33(4):206–13. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S154608431400100X>
7. Barca P, Paolicchi F, Aringhieri G, Palmas F, Marfisi D, Fantacci ME, et al. A comprehensive assessment of physical image quality of five different scanners for head CT imaging as clinically used at a single hospital centre—A phantom study. *Prax G*, editor. *PLOS ONE* [Internet]. 2021 Jan 14 [cited 2021 Mar 14];16(1):e0245374. Available from: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0245374>
8. Daneman R. The blood-brain barrier in health and disease. *Ann Neurol* [Internet]. 2012 Nov [cited 2021 Mar 26];72(5):648–72. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/ana.23648>
9. Fig. 1 Preoperative CT scans in the axial (A), coronal (B) and sagittal... [Internet]. ResearchGate. [cited 2021 Apr 29]. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Preoperative-CT-scans-in-the-axial-A-coronal-B-and-sagittal-C-planes-showing-a_fig1_315826313
10. Murphy A. Radiation protection | Radiology Reference Article | Radiopaedia.org [Internet]. Radiopaedia. [cited 2021 Mar 29]. Available from: <https://radiopaedia.org/articles/radiation-protection?lang=us>
11. Maldjian PD, Goldman AR. Reducing Radiation Dose in Body CT: A Primer on Dose Metrics and Key CT Technical Parameters. *Am J Roentgenol* [Internet]. 2013 Apr [cited 2021 Mar 29];200(4):741–7. Available from: <http://www.ajronline.org/doi/10.2214/AJR.12.9768>
12. Lim Fat D, Kennedy J, Galvin R, O'Brien F, Mc Grath F, Mullett H. The Hounsfield value for cortical bone geometry in the proximal humerus—an in vitro study. *Skeletal Radiol* [Internet]. 2012 May [cited 2021 Mar 28];41(5):557–68. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00256-011-1255-7>
13. Raslau FD, Zhang J, Riley-Graham J, Escott EJ. Understanding and Mitigating Unexpected Artifacts in Head CTs: A Practical Experience. *Neurographics*. 2016 Mar 1;6(2):102–10.
14. Catani M, Thiebaut de Schotten M. *Atlas of human brain connections*. Oxford ; New York: Oxford University Press; 2012. 519 p.

15. Gardner RC, Yaffe K. Epidemiology of mild traumatic brain injury and neurodegenerative disease. *Mol Cell Neurosci* [Internet]. 2015 May [cited 2021 Mar 26];66:75–80. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1044743115000305>
16. O'Brien D, O'Dell MW, Eversol A. Delayed traumatic cerebral aneurysm after brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 1997 Aug [cited 2021 Apr 17];78(8):883–5. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999397902057>
17. Roland T, Jacobs J, Rappaport A, Vanheste R, Wilms G, Demaerel P. Unenhanced brain CT is useful to decide on further imaging in suspected venous sinus thrombosis. *Clin Radiol* [Internet]. 2010 Jan 1 [cited 2021 Apr 17];65(1):34–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009926009003535>
18. Ordieres-Ortega L, Demelo-Rodríguez P, Galeano-Valle F, Kremers BMM, ten Cate-Hoek AJ, ten Cate H. Predictive value of D-dimer testing for the diagnosis of venous thrombosis in unusual locations: A systematic review. *Thromb Res* [Internet]. 2020 May 1 [cited 2021 Apr 17];189:5–12. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0049384820300542>
19. Johnson DR, Guerin JB, Giannini C, Morris JM, Eckel LJ, Kaufmann TJ. 2016 Updates to the WHO Brain Tumor Classification System: What the Radiologist Needs to Know. *RadioGraphics* [Internet]. 2017 Nov [cited 2021 Apr 17];37(7):2164–80. Available from: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.2017170037>
20. McFaline-Figueroa JR, Lee EQ. Brain Tumors. *Am J Med* [Internet]. 2018 Aug [cited 2021 Apr 17];131(8):874–82. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002934318300317>
21. Hinds T, Shalaby-Rana E, Jackson AM, Khademian Z. Aspects of Abuse: Abusive Head Trauma. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* [Internet]. 2015 Mar [cited 2021 Apr 17];45(3):71–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1538544215000188>
22. Coronado VG, Haileyesus T, Cheng TA, Bell JM, Haarbauer-Krupa J, Lionbarger MR, et al. Trends in Sports- and Recreation-Related Traumatic Brain Injuries Treated in US Emergency Departments: The National Electronic Injury Surveillance System-All Injury Program (NEISS-AIP) 2001-2012. *J Head Trauma Rehabil* [Internet]. 2015 May [cited 2021 Apr 17];30(3):185–97. Available from: <https://journals.lww.com/00001199-201505000-00006>
23. Ng SY, Lee AYW. Traumatic Brain Injuries: Pathophysiology and Potential Therapeutic Targets. *Front Cell Neurosci* [Internet]. 2019 Nov 27 [cited 2021 Apr 17];13:528. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fncel.2019.00528/full>
24. Sarrazin J-L, Bonneville F, Martin-Blondel G. Brain infections. *Diagn Interv Imaging* [Internet]. 2012 Jun [cited 2021 Apr 18];93(6):473–90. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211568412001696>
25. DeTure MA, Dickson DW. The neuropathological diagnosis of Alzheimer's disease. *Mol Neurodegener* [Internet]. 2019 Aug 2 [cited 2021 Apr 18];14(1):32. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13024-019-0333-5>
26. Dobson R, Giovannoni G. Multiple sclerosis – a review. *Eur J Neurol* [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 18];26(1):27–40. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ene.13819>
27. Sveinbjornsdottir S. The clinical symptoms of Parkinson's disease. *J Neurochem* [Internet]. 2016 [cited 2021 Apr 18];139(S1):318–24. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jnc.13691>

28. Hobson EV, Harwood CA, McDermott CJ, Shaw PJ. Clinical aspects of motor neurone disease. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2021 Apr 18];44(9):552–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1357303916301074>
29. Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral Palsy: An Overview. *Am Fam Physician* [Internet]. 2020 Feb 15 [cited 2021 Apr 18];101(4):213–20. Available from: <https://www.aafp.org/afp/2020/0215/p213.html>
30. Kahle KT, Kulkarni AV, Limbrick DD, Warf BC. Hydrocephalus in children. *The Lancet* [Internet]. 2016 Feb 20 [cited 2021 Apr 18];387(10020):788–99. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673615606948>
31. Poplin V, Boulware DR, Bahr NC. Methods for rapid diagnosis of meningitis etiology in adults. *Biomark Med* [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2021 Apr 18];14(6):459–79. Available from: <https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/bmm-2019-0333>
32. Catphan+500600+Manual.pdf [Internet]. [cited 2021 Mar 27]. Available from: <https://static1.squarespace.com/static/5367b059e4b05a1adcd295c2/t/58b5cb7b8419c25b96cba228/1500473967372/Catphan+500600+Manual.pdf>
33. Jorwekar GJ, Dandekar KN, Baviskar PK. Picture Archiving and Communication System (PACS): Clinician’s Perspective About Filmless Imaging. *Indian J Surg* [Internet]. 2015 Dec [cited 2021 Mar 29];77(S3):774–7. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s12262-013-0998-x>
34. Karim DM, Shaffiq S. The effect of mis-centering on radiation dose in CT examinations of the head: a phantom study. 2019;4.
35. Löve A, Olsson M-L, Siemund R, Stålhammar F, Björkman-Burtscher IM, Söderberg M. Six iterative reconstruction algorithms in brain CT: a phantom study on image quality at different radiation dose levels. *Br J Radiol* [Internet]. 2013 Oct 9 [cited 2021 Apr 29];86(1031):20130388. Available from: <https://www.birpublications.org/doi/full/10.1259/bjr.20130388>
36. Anam C, Fujibuchi T, Toyoda T, Sato N, Haryanto F, Widita R, et al. The impact of head miscentering on the eye lens dose in CT scanning: Phantoms study. *J Phys Conf Ser* [Internet]. 2019 Apr [cited 2021 Apr 29];1204:012022. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1204/1/012022>

Fylgiskjöl / birtar greinar



04.01.2021

Ólöf Árný Þorkelsdóttir Ófjörð, geislafræðinemi

Efni: Leyfi vegna gæðaverkefnis

Með vísan í umsókn þína sem dagsett var þann 3.des 2020 staðfestist það hér með að leyfi hefur verið veitt af hálfu röntgendeildar til að framkvæma rannsókn sem snýr að myndgæðum í tölvusneiðmyndum. Rannsóknin er diplómaverkefni í geislafræði við læknadeild Háskóla Íslands.

Virðingarfyllst,

Steinunn E. Thorlacius

Steinunn Erla Thorlacius

Deildarstjóri röntgendeildar LSH

