

Ragnar Danielsen, Sigurður Helgason, 12. desember 2007.

Ábendingar um notkun fjölsneiða tölvusneiðmynda af kransæðum.

Greinargerð unnin að beiðni landlæknis.

Ástæða og markmið

Myndgreining vegna hjartasjúkdóma hefur þróast ört á undanförunum árum og myndræn gæði fara sífellt batnandi, bæði hvað varðar tölvusneiðmyndir af kransæðum (TSK) og segulómun hjartans. Hér á landi hefur notkun fjölsneiða tölvusneiðmynda af kransæðum (FS-TSK) farið ört vaxandi frá því í júní 2005 enda þótt fagleg umræða um notagildi, sannaðar ábendingar eða staðfesta gagnsemi þessarar rannsóknar hafi ekki farið fram (1). Upplýsingar frá Tryggingastofnun ríkisins (TR) um fjölda FS-TSK rannsókna benda til þess að fjöldi þeirra á Íslandi sé mun meiri en gengur og gerist í nágrannalöndunum og án takmarkana, og er það ekki í samræmi við úttektir á notagildi tækninnar sem unnar hafa verið víða erlendis (Viðauki 1). Enn er notkunarvið FS-TSK óljóst eins og endurspeglast m.a. í ýmsum erlendum leiðbeiningum sem litið hafa dagsins ljós. Fjöldi stofnana, sem meta notagildi nýrrar heilbrigðistækni áður en hún kemst í almenna notkun og/eða er niðurgreidd af almanna- eða einkatryggingum, hafa líka birt álit sitt eða eru með slíkt í vinnslu (2–18). Þá eru tryggingaraðilar víðast hvar ekki sannfærðir um gagn FS-TSK-rannsókna umfram ógagn né heldur um hagsemi þeirra og hafa því sett takmarkanir í skilmála sína á því hvenær greitt er fyrir FS-TSK (Viðauki 2 og 3) (19, 20).

Með hliðsjón af þessu og í samræmi við nýsett lög um landlækni nr. 41/2007 (sbr. 5.gr. laganna) hefur landlæknir skipað nefnd til þess að vinna faglegar ráðleggingar um hvað teljast viðeigandi ábendingar fyrir FS-TSK-rannsókn í samræmi við núgildandi erlendar leiðbeiningar, heilbrigðistækniúttektir og grunnrannsóknir þar sem það á við. Markmið þessarar greinargerðar er að skoða greiningarhæfni og notagildi FS-TSK og setja fram ráðleggingar um skynsamlega notkun þessarar tækni.

Samantekt niðurstöðu

FS-TSK er réttlæt看leg rannsókn hjá eftirfarandi hópum:

- Sjúklingum sem líklega eru með stöðuga hjartaöng eða óljósan brjóstverk, litla áhættu og óákveðið álagspróf eða þeir geta ekki farið í álagspróf.
- Grunur er um óeðlileg upptök kransæðar eða þegar kransæð eða græðlingur finnst ekki í hjartaþræðingu.

Ekki er mælt með FS-TSK hjá eftirfarandi hópum:

- Til leitar að kransæðapregslum eða kalki í kransæðum eða til þess að fylgjast með þróun kalks hjá einkennalausum einstaklingum.
- Sjúklingum með brjóstverk/stöðuga hjartaöng og meðal eða mikla áhættu.
- Sjúklingum með brjóstverki á bráðamóttöku (BMT), nema ef notkun FS-TSK er hluti af rannsóknarverkefni; aðferðin er enn í þróun.
- Einstaklingum/sjúklingum með hjartsláttaróreglu.
- Eldri einstaklingum/sjúklingum (körlum ≥ 70 ára, konum ≥ 75 ára).
- Til mats á stoðneti og endurþregslum eftir kransæðavíkkun; er í þróun.
- Til mats á græðlingum og kransæðum eftir hjáveituaðgerð; er í þróun.
- Til mats á kransæðum hjá sjúklingum með nýrnabilun.

Bakgrunnur

Tvær mismunandi aðferðir hafa aðallega verið notaðar til að gera tölvusneiðmyndir af kransæðum. Annars vegar háhraða (*Electron beam*) tölvusneiðmyndataekni, sem hefur lengi verið notuð við mat á kalkbreytingum í kransæðum, og hins vegar fjölsneiða tölvumyndgreining (*Multislice computed tomography*). Fjölsneiða tölvumyndgreining er ný tækni sem hefur þróast hratt undanfarinn áratug. Fyrstu tækin frá því um 1999 voru 4 sneiða. Tæknin þróaðist hratt í 8, 16, og 32 sneiða og síðast komust 64 sneiða tæki í notkun haustið 2004. Í takti við þessa þróun jukust myndgæði og rannsóknartími styttest úr um 40 sekúndum í um 10 sekúndur. Íslendingar eru framarlega í tækni-nýjungum og vorið 2005, þegar áætlað er að 50 64 sneiða tæki hafi verið í notkun í

heiminum, var eitt þeirra hér á landi. Hvað snertir fjölgun tölvusneiðmyndataekja virðumst við síst eftirbátar annarra landa (14, 21).

Notkunarsvið þessara rannsóknaraðferða í klínískri vinnu hefur verið að þróast hratt og niðurstöður fjölda rannsókna á TSK birtist reglulega í vísindaritum. Kostur FS-TSK er að rannsóknin er ekki ífarandi (*non-invasive*) og minni hættu er á alvarlegum fylgikvillum auk þess að vera ódýrari en hefðbundin hjartaþræðing. Með bæði 16 og einkum 64 sneiða tækjum er hægt að meta æðakölkun í æðavegg og holrúm kransæðar að vissu marki. Ókostir eru geislaálag og hugsanlegar aukaverkanir á nýru og að sem stendur er ekki hægt að gera neitt inngríp eins og við hjartaþræðingu. Þannig kemur FS-TSK ekki í stað þræðingar þar sem ekki er unnt að beita meðferð með þeirri tækni, þótt það sé að vísu í þróun erlendis. Hins vegar getur FS-TSK hugsanlega leitt til fækkunar þeirra þræðinga sem ekki leiða til inngríps (hjáveituaðgerðar, kransæðavíkkunar) með því að stuðla að betra vali einstaklinga sem fara í hjartaþræðingu.

Til glöggvunar má benda á tölur frá Landspítala þar sem 1497 kransæðamyndatökur með hjartaþræðingu voru framkvæmdar árið 2004 og af þeim leiddu 556 (37%) til kransæðavíkkunar og 134 (9%) til hjáveituaðgerðar. Árið 2005 voru 93.470 þræðingar gerðar í Englandi (50,4 milljónir íbúa) og af þeim voru 25–50% neikvæðar eða eðlilegar (4, 13). Í Ástralíu og á Nýja Sjálandi er þetta hlutfall um 15% (17). Til samanburðar eru tölur frá Landspítala árið 2002, en af 1323 kransæðamyndum það ár reyndust alls 248 (19%) eðlilegar (32% hjá konum, 12% hjá körlum) (RD).

Notkunarsvið FS-TSK er enn óljóst og langtímarannsóknir sem meta faraldsfræðileg áhrif þessarar greiningartækni á klínískan gang kransæðasjúkdóms í þjóðfélaginu liggja ekki fyrir (4, 14, 18). Á árunum 2005–2006 voru gerðar 2176 fjölsneiða FS-TSK rannsóknir hér á landi (karlar 1275, konur 901). Kostnaður vegna þessara rannsókna er verulegur (yfir 80 milljónir greitt frá TR, hlutur sjuklings undanskilinn). Af þessum FS-TSK rannsóknum voru 498 (23%) gerðar á sjúklingum 65 ára og eldri (218 (17%) á körlum, 280 (31%) á konum). Óvíst er um notagildi FS-TSK hjá þessum aldurshópi þar sem algengi kalkbreytinga hjá honum er hátt og truflar myndræna túlkun rannsóknarinnar (1, 22).

Heimildavinna

Leitað var í hefðbundnum gagnaböndum frá 2003 til mars 2007 (Medline, PubMed, Cochrane, DARE) en megináhersla var á gagnagrunna yfir kerfisbundin yfirlit, heilbrigðistækniúttektir (HTA) og klínískar leiðbeiningar. Auk þess var leitað að greinargerðum um FS-TSK á vefsetrum læknasamtaka, heilbrigðisyfirvalda og almanna- og einkatrygginga í fjölda landa og gerð fyrirspurn um notkun FS-TSK í nokkrum nágrannalöndum. Í viðauka 3 er skrá yfir þessa leitarstaði. Farið var yfir heimildalista og sönnunartöflur í lykilgreinum til að sannreyna heimildaleit auk þess sem sérstök leit var gerð að ákveðnum höfundum. Notaðir voru hlutar af leitaráferð tveggja nýlegra heilbrigðistækniúttekta (3, 4).

Vinnsla greinargerðar

Dæmi um hvaða spurningum þarf að svara til að hægt sé að taka upplýsta ákvörðun um hvaða sess m.a. FS-TSK á að hafa í heilbrigðisþjónustu má finna í greinargerð frá Duke Evidence-based Practice Center í Bandaríkjunum (4). Greinargerðin var unnin að beiðni Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) og er ætlað að vera undirstaða fyrir stjórnendur, lækna og aðra sem taka stefnumótandi ákvarðanir um hvaða þjónustu á að veita. Þar eru eftirfarandi sex spurningar settar fram og leitað svara við þeim:

- 1.–3. Hversu mikil víska er fyrir því að nægar og góðar sannanir liggi fyrir til að meta hvort FS-TSK :
 - geti greint marktæk kransæðapreglsli?
 - geti með nákvæmni metið staðsetningu kransæðapregsla?
 - geti af nákvæmni metið mikilvægt útlit (stærð, lögun, æðaskelluútlit) kransæðapregsla?
4. Hversu mikil víska er fyrir því að FS-TSK megi nota í stað hjartaþræðingar til að ákveða meðferð kransæðasjúkdóms? Í hvaða hópum ætti þá að nota FS-TSK ef víska er fyrir þessu?
5. Ef nota á FS-TSK til viðbótar við hjartaþræðingar, hversu mikil víska er þá fyrir því að FS-TSK auki ávinning eða skaða þegar hún er gerð fyrir eða eftir hjartaþræðingu?

6. Hversu mikil víska er fyrir því að:

- greiningarhæfni FS-TSK megi yfirfæra á almenning?
- greining og meðferð, þar sem FS-TSK er hluti af greiningarferlinu, leiði til heilsuávinninga í samanburði við ferli þar sem hjartaþræðing er notuð?

Nýlega hafa m.a. evrópsk, bandarísk, kanadísk og áströlsk-nýsjálensk samtök hjartalækna og myndgreiningarsérfræðinga birt ráðleggingar um notagildi FS-TSK (6-8, 10, 17) og fjöldi stofnana sem meta notagildi nýrrar heilbrigðistækni hafa birt niðurstöður sínar og ráðleggingar til m.a. heilbrigðis- og tryggingaryfirvalda (3-5, 12-16, 23). Auk klínískra leiðbeininga er til sérstök aðferðafræði sem notuð er í gæðastjórnun til þess að meta hvort ákveðin rannsókartækni eða meðferð sé viðeigandi eða ekki og nýlega birti samstarfsnefnd á vegum bandarísku hjartalæknasamtakanna og ýmissa sérgreinasambanda myndgreiningarlækna skýrslu um notkun FS-TSK (10).

Evrópsku og bandarísku hjartalæknasamtökin nota ákveðna stigun ráðlegginga til að skilgreina ábendingar fyrir FS-TSK hjá helstu sjúklingahópum og hvaða vísindagrunnur liggur að baki ráðleggingunum ([stigun ráðlegginga](#)). Hér hefur flokkun og uppsetning þeirra verið notuð en tillit jafnframt tekið til vandaðra upplýsinga frá öðrum aðilum (Tafla 1 og 2).

Nýjustu ráðleggingarnar (febrúar 2007) eru frá Kanada og unnar sem álitagerð af samtökum hjartalækna (Canadian Cardiovascular Society) og nokkrum samtökum myndgreiningarsérfræðinga (Canadian Association of Radiologists, Canadian Association of Nuclear Medicine, Canadian Nuclear Cardiology Society, Canadian Society of Cardiac Magnetic Resonance) (6). Þar er farið yfir 19 rannsóknir á 16 sneiða FS-TSK og 4 rannsóknir á 64 sneiða FS-TSK. Næmi og sértæki 16 sneiða FS-TSK við að greina kransæðasjúkdóm er 87% og 96% í æðarbútum (þvermál >1,5 mm) sem voru dæmdir matshæfir en 91% og 95% þegar reiknað er út frá einstaka sjúklingi. Ágæti 64 sneiða FS-TSK hefur verið metið í færri rannsóknum enn sem komið er, en ljóst er þó að unnt er að meta fleiri æðarbúta en með 16 sneiða FS-TSK. Samantekt ráðlegginganna með viðeigandi stigun (flokkunarkerfið byggir á ACC/AHA flokkun í I, IIa, IIb, III) (6, 9) er eftirfarandi:

Ábending í meðmælaflokki I:

Mat á afbrigðilegum upptökum kransæða (sönnunarstig C).

Ábending í meðmælaflokki IIa:

16 eða nýrra (64 sneiða+) FS-TSK til að greina hjá sjúklingum 50% eða meiri kransæðaþrengsli (sönnunarstig B).

16 eða nýrra (64 sneiða+) FS-TSK til að greina í kransæðarbút sem er >1,5mm 50% eða meiri þrengsli (sönnunarstig B).

16 eða nýrra (64 sneiða+) FS-TSK til að meta græðling (sönnunarstig B).

Samantekt með hliðsjón af leiðbeiningum frá Evrópu 2006, Bandaríkjunum 2006, Ástralíu-Nýja-Sjálandi 2006, Kanada 2007, Skotland 2007 og fl. (Tafla 3):

Einkennalausir einstaklingar

Í erlendum klínískum leiðbeiningum, t.d. frá Bandaríkjunum og Kanada, er ekki mælt með því að taka tölvusneiðmyndir af kransæðum hjá einkennalausum einstaklingum. Ekki eru talin liggja fyrir næg faraldsfræðileg gögn um gagnsemi slíkrar skimunar (sönnunarstig C). Venjulegt áhættuþáttamat (Framingham eða Hjartavernd) til þess að ákveða hvort hefja eigi fyrirbyggjandi meðferð gegn þróun kransæðasjúkdóms, t.d. með blóðfitulækkandi lyfjum, er hins vegar aðferð sem hefur sannað sig í faraldsfræðilegum rannsóknum (8, 9).

Hjá einkennalausum einstaklingum og til almennrar skimunar í þjóðfélaginu taldi bandarísk gæðamatsnefnd að FS-TSK ætti enn eftir að sanna gildi sitt (10). Jafnvel hjá einkennalausum einstaklingum, sem töldust vera í mestu áhættu samkvæmt mati með Framingham-skala, eða hjá einstaklingum sem höfðu jafnvel áður farið í kransæðamyndatöku eða í FS-TSK þar sem sést hafði kalk, var ekki talin þörf á frekara mati með FS-TSK, enda ættu slíkir einstaklingar að vera komnir í fyrirbyggjandi meðferð. Byggir þetta mat á því að ekki liggja fyrir langtíma faraldsfræðileg gögn sem sýna fram á gagnsemi FS-TSK til þess að fylgja eftir einstaklingum sem áður hefur verið sýnt fram á að séu með breytingar í kransæðum.

Ef einkennalausir einstaklingar eru nánar metnir með Framingham-áhættumati er talið að sjúklinga í lítilli áhættu (< 10% líkur á hjartadrepum eða -dauða næstu 10 ár) eigi ekki að meta frekar með FS-TSK þar sem faraldsfræðileg gögn styðja ekki, enn sem komið er, að þessi hópur eigi að fá fyrirbyggjandi meðferð. Sama á við um þá sem eru í mikilli áhættu (> 20% líkur næstu 10 ár), þeir eiga hvort sem er að fá fyrirbyggjandi meðferð.

Þeir sem eru í meðaláhættu (10–20% líkur á hjartadrepum eða -dauða næstu 10 ár) gætu haft gagn af nánari mati með FS-TSK þar sem niðurstöður slíkrar rannsóknar gæti betur stutt ákvörðun um að hefja fyrirbyggjandi lyfjameðferð, en notagildið er enn ósannað (7). Samkvæmt gögnum Hjartaverndar eru líkur á að fá kransæðasjúkdóm (hjartadrep, kransæðavíkkun, hjáveituaðgerð) tvisvar sinnum meiri en líkur á hjartadauða. Evrópsku ráðleggingarnar um forvarnir skilgreina mikla áhættu hjá einkennalausum einstaklingi sem $\geq 5\%$ líkur á hjartadauða á næstu 10 árum. Hér á landi hefur því mikil áhætta verið skilgreind sem $>10\%$ líkur á að fá kransæðasjúkdóm innan 10 ára (www.landlæknir.is). Sum lönd, t.d. Skotland, Ástralía og Nýja-Sjáland, hafna enn sem komið er alfarið notkun FS-TSK hjá einkennalausum einstaklingum (2, 15, 19).

Sjúklingar með brjóstverk og grun um hjartaöng

Hjá sjúklingum með brjóstverk og grun um stöðuga hjartaöng (*stable angina*), sem eru í meðaláhættu eða mikilli áhættu, er mælt með venjulegu uppvinnsluferli með álagsprófi (álags-EKG, álags-ómun eða álags-ísótópaskanni) og síðan hjartaþræðingu ef niðurstaða gefur tilefni til. Notkun FS-TSK er í þessum tilfellum talið óþarfa millistig vegna aukins kostnaðar og geislaálags (8). Hjá sjúklingum með brjóstverki og hugsanlega hjartaöng, sem eru í lítill áhættu og með óákveðið álagspróf eða geta ekki farið í álagspróf af einhverjum orsökum, er nánara mat með FS-TSK talið geta komið til greina. Bæði bandarísku og evrópsku hjartalæknasamtökin styðja slíka notkun þótt sönnunarstig sé frekar lágt (B/C). Samtök hjartalækna í Ástralíu og Nýja-Sjálandi styðja slíka notkun, en einnig hjá sjúklingum í meðaláhættu (2). Kanadískar leiðbeiningar eru íhaldssamari hvað þetta varðar og mæla ekki með FS-TSK (6). Hins vegar telur bandarísk gæðamatsnefnd að FS-TSK geti verið viðeigandi rannsókn fyrir þá sjúklinga sem eru með einkenni og grun um kransæðasjúkdóm, ef hættan á kransæðasjúkdómi er í meðallagi mikil, hjartalínurit erfitt í túlkun ellegar álagspróf óákveðið eða sjúklingur ekki fær um að framkvæma það (10).

Sjúklingar í brjóstverkjamóttöku

Klínískar leiðbeiningar hafa verið gefnar út hér á landi um uppvinnsluferli fyrir sjúklinga með bráða brjóstverki sem leita á bráðamóttökur heilbrigðisstofnana (24). Þessir sjúklingar eru metnir eftir klínísku ástandi, útliti hjartalínurits og gildi

trópónínmælinga. Hjá sjúklingum sem eru með óákveðið eða eðlilegt hjartalínurit og eðlilegt trópónín hefur jafnan verið mælt með áhættumati og álagsprófi. Í áliti bandarísku gæðamatsnefndarinnar, sem áður var nefnd, er talið réttlætanlegt að nota tölvusneiðmyndir af kransæðum hjá sjúklingum með bráða brjóstverki ef hættan á kransæðasjúkdómi telst í meðallagi og ekki sjást neinar hjartalínuritsbreytingar og hjartaensím eru eðlileg (10). Samtök hjartalækna í Ástralíu og Nýja-Sjálandi mæla sem stendur ekki með notkun FS-TSK í rannsókn sjúklinga með brád kransæðaeinkenni (2). Bráðir brjóstverkir hjá einstaklingum sem leita á bráðamóttöku eru þannig ekki viðurkennd ábending um að rétt sé að nota FS-TSK víðast hvar, en nýlegar rannsóknir lofa þó góðu (17, 25–27). Verið er að kanna notagildi FS-TSK til að meta nánar sjúklinga sem koma í bráðamóttökur með brjóstverki, bæði erlendis og hér á landi (25, 28).)

Mat á sjúklingum eftir kransæðavíkkun og hjáveituaðgerð

Þegar sjúklingar hafa farið í kransæðavíkkun og fengið stoðnet eða gengist undir opna hjáveituaðgerð og fá aftur einkenni er mælt er með hefðbundnu klínísku mati, álagsprófi og hjartaþræðingu í kjölfarið ef þess er talin þörf. Enda þótt FS-TSK geti sýnt græðlinga ágætlega og einnig kransæðar að vissu marki hefur aðferðin ekki enn sannað gildi sitt í þessum sjúklingahópi. Há tíðni ótúlkana æðarbúta hamlar notagildi FS-TSK í mati á stoðneti, en myndgæði fara þó sífellt batnandi (29-33). Hjartaþræðing er sem stendur talin ítarlegri og betri rannsókn þótt tvær nýjar rannsóknir og ein yfirgreining (*metaanalysis*) bendi til þess að FS-TSK kunni að fá aukið gildi við mat á græðlingum (34–36).

Önnur notkun tölvusneiðmynda

FS-TSK er rannsókn sem kemur til greina að nota:

1. Ef grunur er um óeðlileg upptök kransæðar eða græðlingur finnst ekki í hjartaþræðingu.
2. Hjá sjúklingi sem er með stækkaðan og skertan vinstri slegil þar sem mismunagreining liggur t.d. á milli hjartavöðva- eða kransæðasjúkdóms og

niðurstaða er talin hafa áhrif á meðferð. Hvort FS-TSK eða hjartaþræðing er hér valin fer eftir aldri og klínísku ástandi sjúklings.

3. Hjá völdum sjúklingum þar sem lokuaðgerð er ráðgerð kemur til greina að gera FS-TSK-rannsókn í stað hjartaþræðingar. Ef hinsvegar klínískt mat bendir til kransæðasjúkdóms er hjartaþræðing eðlilegri valkostur.

Nokkuð hefur verið gert af því að nota FS-TSK til þess að meta kransæðar hjá sjúklingum sem eru að fara í nýrnaígræðslu. Þessir sjúklingar eru oft með verulegar kalkbreytingar, bæði í hjartalokum og í kransæðum, sem torvelda mat með FS-TSK. Gögn eru ófullnægjandi og styðja ekki notkun FS-TSK hjá þessum sjúklingahópi. Gagnsemi FS-TSK við að meta áhættu hjá sjúklingum sem eru að fara í stórar aðgerðir, aðrar en hjartaaðgerðir, er einnig enn til athugunar.

Úrvinnsla FS-TSK

Samræmi í myndtúlkun á FS-TSK milli skoðanda virðist vera nokkuð breytilegt í rannsóknum þar sem Kappa-stuðull er 0,44–0,77 (3, 37, 38). Í einni rannsókn var Kappa-stuðull fyrir samræmi í túlkun sama skoðanda á sjúklingum 0,56 en fyrir æð eða æðarbúta var stuðullinn 0,72 (39).

Frábendingar

Ýmsir þættir hafa áhrifa á tæknilega framkvæmd FS-TSK og gæði úrlestrar og ættu einstaklingar með eftirfarandi vandamál venjulega ekki að fara í FS-TSK (6, 40):

- a) Óreglulegan og/eða hraðan hjartslátt, s.s. gáttatif eða tíð aukaslög.
- b) Staðfesta, mikla æðakölkun eða þegar grunur er um slíkt ástand.
- c) Sjúklingur getur ekki haldið niðri í sér andanum í 10–20 sekúndur eða nógu lengi fyrir FS-TSK.
- d) Sjúklingur má ekki fá skuggaefni í æð t.d. vegna ofnæmis eða nýrnabilunar.
- e) Sjúklingur má ekki verða fyrir geislun.
- f) Mjög feitir einstaklingar (líkamsþyngdarstuðull $>40 \text{ kg/m}^2$).

Aukaverkanir og geislaálag

Notkun FS-TSK leiðir til geislaálags fyrir sjúklinginn sem þarf að hafa í huga. Þar sem nú er lögð aukin áhersla á að gera skuli kröfur um að réttlæta sérhverja læknisfræðilega geislun og að öll geislun sé eins lítil og unnt er með tilliti til markmiðs geislunar hverju sinni (www.geislavarnir.is/starfsemi/ og lög nr. 44/2002 um geislavarnir) er ekki óhugsandi að gera ætti kröfu um upplýst samþykki sjúklinga fyrir rannsóknir sem fela í sér mikinn geislaskammt (41). Með 16 sneiða tölvusneiðmyndataeki er geislaskammtur á bilinu 7–15 mSv og með 64 sneiða tæki er skammturinn 5–15 mSv, en það er 2–3 sinnum meiri geislun en við hefðbundna hjartapræðingu þar sem geislaskammtur er 2,1–6,0 mSv (2, 4, 6, 38, 42–44). Á Landspítala hefur meðalgeislaskammtur við hjartapræðingu mælst 4,1 mSv (KE), en meðal geislaskammtur við töku FS-TSK í Domus Medica er 12 ± 2 mSv (BJ).

Í nýlegri kanadískri skýrslu var kannað geislaálag við tölvusneiðmyndatökur á 18 stofnunum þar sem 64 sneiða tölvusneiðmyndataeki voru í notkun (45). Þar kom fram að geislaálag á sjúklinga vegna tölvusneiðmynda er að aukast (um 10% rannsókna eru tölvusneiðmyndir, en þær valda um 60% geislaálags). Geislaálag við tölur með FS-TSK er hið sama og við almenna tölvusneiðmynd af brjóstholi á Íslandi (http://www4.landspitali.is/lsh-ytri.nsf/pages/rontgen_0018). Er það um 8–10 sinnum meiri geislun en venjulegur Íslendingur verður fyrir á ári hverju (um 1,2 mSv ef læknisfræðileg notkun jónandi geislunar er undanskilin) og getur orðið sambærileg við þá geislun sem um 100 til 200 venjulegar lungnaröntgeomyndir valda (*Skýrsla Geislavarna ríkisins GR99:02*). Krabbameinshætta af völdum 100 mSv geislunarskammts (sambærilegt við um 10 tölvusneiðmyndir af kviðarholi) er talin veruleg, eða á bilinu 6 til 10 á hverja 1000 einstaklinga (45). Samkvæmt skýrslu Geislavarna ríkisins er hættan á myndun krabbameins talin vera 5% per Sv og því um 1–2 tilfelli á hverjar 2000 tölvusneiðmyndarannsóknir sem hver um sig veldur 10–20mSV geislaálagi, t.d. tölvusneiðmynd af brjóstholi, kvið, grindarholi eða ristli.

Margir aðrir þættir en geislaálag hafa áhrif, s.s. á hvaða aldri fólk er þegar það verður fyrir geislun. Þannig er áhætta barna og yngra fólks allt að tvisvar til þrisvar sinnum meiri en hjá fullorðnum, en allt að 5 sinnum minni hjá fólki yfir 60 ára. Hér ber að hafa

í huga að einstaklingar, sem grunur leikur á að séu með kransæðasjúkdóm, eru yfirleitt miðaldra fólk, en meðalaldur þeirra sem farið hafa í FS-TSK á Íslandi er um 55 ár (1). Þó ekki hafi verið sýnt fram á það með óyggjandi hætti að lítið geislaálag eins og við almenna læknisfræðilega myndgreiningu hafi í för með sér aukna áhættu, þá er full ástæða til varkárni og aðgæslu og sérstaklega þegar um geislaþungar rannsóknir eins og tölvusneiðmyndir er að ræða. Grundvallaratriðið liggur í því að allar rannsóknir séu réttlætanlegar þannig að skýr læknisfræðilegur ávinningur af rannsókn vegi upp hugsanlega aukna áhættu (<http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>).

Nýleg grein hefur varað við hugsanlega aukinni hættu á myndun krabbameina með vaxandi notkun 64 sneiða FS-TSK, einkum myndun brjóstakrabbameins hjá ungum konum. Mest er geislaálagið þegar FS-TSK af hjarta, lungum og ósæð er tekin samtímis til að útiloka eða staðfesta kransæðasjúkdóm, lungnarek eða ósæðarrof (46). Að taka FS-TSK hjá sjúklingi, þegar klínisk einkenni, áhættuþættir og niðurstaða álagsprófs samkvæmt venjulegum vinnureglum benda til þess að hjartaþræðing sé nauðsynleg, leiðir því til óþarfa geislaálags og kostnaðar en á móti þarf að hafa hugfast að FS-TSK fylgir mun minni hætta á alvarlegum aukaverkunum en við hjartaþræðingu. Eins og við allar tölvusneiðmyndatökur af æðum þar sem notað er röntgenskuggaefni þarf einnig að hafa í huga mögulegar aukaverkanir á nýru.

Umræða

FS-TSK er rannsóknaraðferð í örri þróun en notkunarsvið þessarar tækni er enn óljóst þegar kemur að mati á kransæðasjúkdómi. Notkun FS-TSK hér á landi virðist hafa farið fram úr því sem almennt er talið eðlilegt miðað við núgildandi erlendar klínískar leiðbeiningar, úttektir á notagildi unnar af tryggingafélögum og almannatryggingum víða um heim og ekki í samræmi við litla notkun FS-TSK annars staðar á Norður-löndunum enn sem komið er (RD). Í Skotlandi voru birtar landsleiðbeiningar um meðhöndlun kransæðasjúklinga í febrúar 2007 þar sem FS-TSK telst ekki hluti af hefðbundinni klínískri vinnu þarlendis, enda þótt það kunni að breytast þegar nánara mat á notagildi þessarar aðferðar hefur farið fram (15). Hjá rétt völdum einstaklingum getur FS-TSK hins vegar verið mikilvæg og gagnleg rannsókn til að staðfesta eða útiloka kransæðasjúkdóm og ákveða viðeigandi meðferð.

Myndræn gæði FS-TSK fara batnandi. Benda má á að nú orðið er víðast hvar notað 64 sneiða tæki eins og hér á landi, en stór hluti þeirra vísindarannsókna sem fyrir liggja byggir á niðurstöðum frá 16 sneiða tækjum. Fyrirliggjandi rannsóknir snúast einnig fyrst og fremst um greiningarhæfni FS-TSK-tækninnar í samanburði við hefðbundna hjartaþræðingu en ekki um beint notagildi, né hvar þessi rannsókn á heima í heildarmatsferli sjúklinga þannig að ekki verði um tvíránsóknir að ræða með mögulegum aukaverkunum og óþarfa kostnaði (17, 47, 48). Skilja þarf á milli rannsókna á FS-TSK-tækninni, sem leitast við að meta greiningarhæfni eingöngu, og þeirra sem svara spurningum um horfur sjúklinga. Síðarnefnda spurningin er að sjálfsögðu sú sem sjúklingar og læknar leggja meir upp úr, þ.e. hvað eru miklar líkur á að sjúklingur fái hjartaáfall eða deyi á næsta ári.

Fáar rannsóknir á FS-TSK sem nú eru til svara spurningum um horfur sjúklinga. Tvær rannsóknir, sem athuguðu horfur sjúklinga með bráð kransæðaeinkenni, sýndu að þeir sem voru metnir í lítilli áhættu samkvæmt FS-TSK höfðu mjög góðar horfur næstu 6 eða 15 mánuðina. Neikvætt forspárgildi var mjög hátt eða nánast 100%, en galli rannsóknanna var hversu fáir sjúklingar voru metnir (67 í annarri og 35 í hinn, allir metnir í lítilli áhættu) og einnig það að samanburður var ekki gerður við hefðbundið uppvinnsluferli (klínískt áhættumat, blóðrannsóknir og hjartalínurit). Hvaða umframnotagildi næst fram með FS-TSK er enn ósannað (26, 27). Auk þessara tveggja rannsókna hefur verið gerð ein rannsókn á notkun FS-TSK, þar sem sjúklingum oed grun um kransæðasjúkdóm var fylgt eftir, og önnur þar sem kalsíumskor var notað í sama tilgangi (49, 50).

Þær rannsóknir sem til eru hafa yfirleitt verið gerðar á fámennum og völdum sjúklingahópum sem þegar er áætlað að fari í hefðbundna kransæðamyndatöku (hjartaþræðingu) auk þess sem niðurstaða er oft túlkuð út frá greiningarhæfni í einstaka æð eða æðarbút en ekki miðað við horfur sjúklingsins (4, 51, 52). Rannsókn á völdum sjúklingum, sem þegar hafa eða eru sterklega grunaðir um að vera með kransæðasjúkdóm, getur skekkt mat á næmi rannsóknarinnar þannig að það virðist hærra (6, 52). Neikvætt forspárgildi er samt í nær öllum rannsóknum hátt þannig að hjá völdum einstaklingum gæti FS-TSK gagnast til að útiloka grun um kransæðasjúkdóm (52).

Í ljósi þess hversu sérhæfð rannsókn FS-TSK er ætti eingöngu að nota hana ef við á sem hluta af heildarmatsferli hjá sjúklingi með einkenni sem vekja grun um kransæðasjúkdóm eða ef önnur viðurkennd ábending er fyrir rannsókninni. Áður en ákvörðun um

FS-TSK er tekin ætti sjúklingur því fyrst að vera búinn að fara í álagspróf ef þess er kostur. Forðast þarf að bæta FS-TSK eingöngu við sem einu lagi í viðbót í uppvinnsluferlinu, án þess að niðurstaða þess hafi áhrif sem nokkru nemur á ákvörðun læknis og sjúklings um næstu rannsóknir eða meðferð. Hafa ber í huga að æðakölkunarbeytingar í kransæðum, sem geta skert mjög greiningarhæfni FS-TSK, þróast þegar upp úr tvítugsaldri og eru orðnar algengar eftir miðjan (50–60 ára) aldur (>50%). Almennt er ekki talið gagn að FS-TSK hjá körlum eldri en 70 ára og konum eldri 75 ára. Misjafnt er í rannsóknum hversu stóran hluta æðarþóta eða einstaklinga er ekki hægt að meta vegna kalks eða hreyfitruflana (3-12%) (39, 44, 52-58). Kalk hefur mismikil áhrif á niðurstöður FS-TSK, en mikið kalk (Agatson stig >400) torveldar verulega mat kransæða, en þó minna í rannsóknum með hinum nýrri 64 sneiða tækjum (4, 44, 50, 52, 54).

LOKAORÐ

Mikil vísindavinna fer nú fram um noktunarsvið FS-TSK. Þar til viðurkenndar rannsóknarniðurstöður liggja fyrir er mælt með því að gæta hófs í notkun FS-TSK hér á landi og að rannsóknin sé notuð í samræmi við viðurkenndar ábendingar, sem sífellt eru í endurskoðun. Notkun FS-TSK til að meta kalk í æðum í því skyni að gefa nákvæmara áhættumat hjá einkennalausum einstaklingum er í skoðun í nokkrum rannsóknum. Stærsta rannsóknin af þeim toga er á vegum National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI) í Bandaríkjunum og lýkur henni árið 2009 (10 ára rannsókn).

Hugsanlega má draga lærdóm af því hvernig FS-TSK-tæknin var tekin í notkun hér á landi þegar hugað er að innleiðingu nýrrar tækni í heilbrigðisþjónustunni. Almennt er viðurkennt að nýja heilbrigðistækni þarf að meta m.t.t. öryggis áður en hún fer í almenna notkun. Á það við um ný lyf, tækninýjungar, svo sem myndgreiningu, aðrar rannsóknaraðferðir eða meðferð. Auk öryggis þarf að meta hvort notagildi við raunverulegar vinnuaðstæður réttlætir aukinn kostnað. Víða erlendis er algengt að opinberar stofnanir eða einkaaðilar geri úttekt á nýrri heilbrigðistækni áður en hún er tekin í notkun eða greidd af almanna- eða einkatryggingum til að tryggja að fjármagn til heilbrigðismála sé skynsamlega notað og þar sem það skilar mestum ávinningi. Æskilegt væri að slíkt matsferli væri einnig í föstum skorðum hér á landi. Dæmi um slíkt mat má finna á vef [Tryggingarstofnunar ríkisins](#) (59).

<p style="text-align: center;">Tafla 1. Flokkun ráðlegginga /ábendinga American College of Cardiology og American Heart Association flokka ráðleggingar/ábendingar í I, II og III á eftirfarandi hátt (60)</p>	
I	Sannað er eða almennt samkomulag um að viðkomandi próf/rannsókn eða meðferð sé gagnleg og virk.
II	Vísindaleg sönnun ekki ljós og/eða ekki samdóma álit um gagnsemi eða virkni meðferðar eða prófs/rannsóknar.
IIa	Að meginhluta til hallast vísindaleg sönnun/álit að því að meðferð eða próf/rannsókn sé gagnleg eða virk.
IIb	Gagnsemi/virkni meðferðar eða prófs/rannsóknar styðst ekki við vísindalega sönnun/álit í jafnríkum mæli.
III	Sannað er eða almennt samkomulag um að viðkomandi próf/rannsókn eða meðferð sé ekki gagnleg og geti í sumum tilvikum verið skaðleg.

<p style="text-align: center;">Tafla 2. Flokkun vísindalegs bakgrunns</p>	
A	Gögn fengin frá mörgum íhlutunarrannsóknum (<i>randomized controlled trials</i>) eða meta-analýsum.
B	Gögn fengin frá einni íhlutunarrannsókn (<i>randomized controlled trials</i>) eða stórum óslembuðum rannsóknum.
C	Samdóma álit sérfræðinga og/eða niðurstaða úr litlum eða afturvirkum rannsóknum og jafnvel sjúklingaskráum eða hópum tilfella.

Tafla 3. Leiðbeiningar um notkun tölvusneiðmynda (TS) af kransæðum

<u>Sjúklingahópur</u>	<u>Meðmælaflokkur</u>	<u>Sönnunar- stig</u>	<u>Heimild</u>	<u>Athugasemdir</u>
Skimun hjá einkennalausum einstaklingum. Leit að kalki í kransæðum eða til að fylgjast með þróun þess.	III Ekki mælt með TS í þessum tilgangi.	C	AHA 2006 Kanadísk gögn. ANZ ekki meðmælt.	Ekki til næg gögn um gagnsemi TS. Venjulegt áhættuþáttamat til að ákveða fyrirbyggjandi meðferð.
Einkennalausir með: a) litla áhættu < 1%/ár; b) mikla áhættu > 2%/ár; c) meðal áhættu 1–2%/ár:	III Ekki mælt með TS. Ekki mælt með TS. IIb Hægt að nota TS til frekari áhættumats.	B B	AHA 2006	a) Ekki sýnt fram á gagnsemi TS. b) Þarf ekki TS. Eiga þegar að fara á fyrirbyggjandi meðferð. c) TS og kalkmat getur aukið ábendingu fyrir að hefja fyrirbyggjandi meðferð.
Sjúklingar líklega með stöðuga hjartaöng eða óljósan brjóstverk, lága áhættu og óákveðið álagspróf eða geta ekki farið í álagspróf.	IIa/b TS kemur til greina.	B/C	AHA 2006. ESC 2006. ANZ 2006. Kanada ekki.	Oftast hægt að gera álagspróf.
Sjúklingar með brjóstverk/stöðuga hjartaöng og meðal/mikla áhættu. (?)	TS oftast óþarfa millistig?		ESC 2006	Venjulegt uppvinnsluferli, álagspróf og svo hjartaþræðing eftir útkomu þess og klínikk.
Uppvinnsluferli fyrir sjúklinga með brjóstverki í BMT og óákveðið/eðlilegt EKG og neikvætt trópónín.	IIb TS kemur til greina	B	AHA 2006 með ANZ 2006 ekki.	Oftast álagspróf. Notkun TS í þessu samhengi í þróun.
Stækkað hjarta og grunur um hjartavöðvasjúkdóm vegna blóðþurrðar.	IIb TS kemur til greina.	B	AHA 2006	TS eða hjartaþræðing eftir aldri og ástandi sjúklings.

Mat á stoðneti og endurþrengslum eftir kransæðavíkkun.	III	C	AHA 2006	Ekki mælt með TS í þessum tilgangi, en er í þróun.
Mat á græðlingum og kransæðum eftir hjáveituaðgerð.	IIb	C	AHA 2006 ANZ 2006 (græðlingar)	Þótt TS geti sýnt græðlinga ágætlega er hjartaþræðing ýtarlegri og betri rannsókn.
Grunur um óeðlileg upptök kransæðar eða þegar kransæð eða græðlingur finnst ekki í hjartaþræðingu.	IIa	C	AHA 2006 ANZ 2006	TS gagnlegt við þessar aðstæður.
Mat á kransæðum hjá sjúklingum fyrir nýrnaígræðslu.				Ófullnægjandi gögn um notkun TS.

Heimildir

1. Jónsdóttir B, Danielsen R. Samanburður á mati kransæðapregsla með tölvusneiðmyndataekni og hjartaþræðingu. *Icel Med J* 2006;92:27-32.
2. Adelaide Health Technology Assessment on behalf of National Horizon Scanning Unit. Computed tomography coronary angiography; Horizon scanning Prioritising Summary. Health Technology Assessment: Adelaide Health Technology Assessment; 2006 March. Report No.4.
3. Agencia de Evaluacion de Tecnologias Sanitarias de Andalucia. Multi-slice computerised tomography coronary angiography. Technical Report. Seville; 2006 February 2006. Report No. 1.
4. Agency for Healthcare Research and Quality A. Non-Invasive Imaging for Coronary Artery Disease. Technology Assessment Report; 2006 October 3.
5. Blue Cross Blue Shield Association. Contrast-enhanced cardiac computed tomographic angiography in the diagnosis of coronary artery stenosis or for evaluation of acute chest pain. Assesment Report; 2006 August. Report No.5.
6. Beanlands RS, Chow BJ, Dick A, Friedrich MG, Gulenchyn KY, Kiess M, et al. CCS/CAR/CANM/CNCS/CanSCMR joint position statement on advanced noninvasive cardiac imaging using positron emission tomography, magnetic resonance imaging and multidetector computed tomographic angiography in the diagnosis and evaluation of ischemic heart disease--executive summary. *Canadian Journal of Cardiology* 2007;23(2):107-19.
7. Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, Carr JJ, Goldin JG, Greenland P, et al. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2006;114(16):1761-91.
8. Fox K, Garcia MA, Ardissino D, Buszman P, Camici PG, Crea F, et al. Guidelines on the management of stable angina pectoris: executive summary: the Task Force on the Management of Stable Angina Pectoris of the European Society of Cardiology.[see comment]. *European Heart Journal* 2006;27(11):1341-81.
9. Greenland P, Bonow RO, Brundage BH, Budoff MJ, Eisenberg MJ, Grundy SM, et al. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: a report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus Document on Electron Beam Computed Tomography) developed in collaboration with the Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention and the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *Journal of the American College of Cardiology* 2007;49(3):378-402.
10. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Carr JC, Gerstad NA, et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American College of Radiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, American Society of Nuclear Cardiology, North American Society for Cardiac Imaging, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and

Society of Interventional Radiology. Journal of the American College of Cardiology 2006;48(7):1475-97.

11. Medical Services Advisory Committee (MASAC). Computed tomography coronary angiography. In: Medical Services Advisory Committee Australia; 2007.
12. National Horizon Scanning Centre. Computed tomography (CT) screening in risk assessment for coronary artery disease: Horizon Scanning Technology Briefing. Technology Briefing: University of Birmingham; 2006 December.
13. National Horizon Scanning Centre. Computed tomography (CT) angiography for the diagnosis and management of coronary artery disease: Horizon Scanning Technology Briefing: University of Birmingham; 2006 December.
14. Ontario Ministry of H, Long-Term C. Multi-detector computed tomography angiography for coronary artery disease: OHTAC; 2005 April 8.
15. Scottish Intercollegiate Guideline Network S. Management of stable angina. National Guideline. Edinburgh: SIGN Guideline no.96; 2007.
16. Sturzlinger H, Anthony K, Pichlbauer E. Computed tomography for the measurement of coronary calcification in asymptomatic risk patients. Köln: German Agency of Health Technology Assessment at German Institute for Medical Documentation Information, 2006. Report No.35.
17. Worthley SM, TH. Feneley, M. Noninvasive Coronary Artery Imaging: Current Clinical Applications: The Cardiac Society of Australia and New Zealand; 2006.
18. Waugh NB, C. Walker, S.McIntyre, L. Cummins, E. Hillis, G. The effectiveness and cost-effectiveness of computed tomography screening for coronary artery disease: systematic review. Health Technology Assessment: Health Technology Assessment NHS R&D HTA programme; 2006 October. Report No.39.
19. Australian Government Department of Health and Ageing. Medicare Benefits Schedule Book. Medicare Benefits Schedule Book: Australian Government Department of Health and Ageing. 2006 1 november.
20. AETNA. CT angiography and calcium scoring for evaluating coronary artery disease. Clinical Policy bulletins; 2006.
21. Foerster V, Murtagh J, Lentle BC, Wood RJ, Reed MH, Husereau D, et al. CT and MRI for selected clinical disorders: A systematic review of clinical systematic reviews. Technology report no 59. Ottawa: Canadian Coordinating Office for Health Technology Assessment; 2005 October 2005.
22. Hoffmann MH, Shi H, Schmitz BL, Schmid FT, Lieberknecht M, Schulze R, et al. Noninvasive coronary angiography with multislice computed tomography.[see comment][erratum appears in JAMA. 2005 Sep 14;294(10):1208]. JAMA 2005;293(20):2471-8.
23. Blue Cross Blue Shield Association. Contrast-enhanced cardiac computed tomographic angiography for coronary artery evaluation. Assessment Report; 2005 May. Report No. 4.
24. Danielsen R, Arnar DO. Bráð kransæðaeinkenni. In: Landlæknisembættið, Klínískar leiðbeiningar; 2002.
25. Acute Coronary Syndrome Guidelines Working Group. Guidelines for the management of acute coronary syndromes. MJA 2006;184(8 supplement):S1-S32.
26. Goldstein JA, Gallagher MJ, O'Neill WW, Ross MA, O'Neil BJ, Raff GL. A randomized controlled trial of multi-slice coronary computed tomography for

- evaluation of acute chest pain.[see comment]. *Journal of the American College of Cardiology* 2007;49(8):863-71.
27. Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, Jaffe R, Karkabi B, Flugelman MY, et al. Usefulness of 64-slice cardiac computed tomographic angiography for diagnosing acute coronary syndromes and predicting clinical outcome in emergency department patients with chest pain of uncertain origin. *Circulation* 2007;115(13):1762-8.
 28. Schoepf UJ, Zwerner PL, Savino G, Herzog C, Kerl JM, Costello P. Coronary CT Angiography. *Radiology* 2007;244(1):48-63.
 29. Ehara M, Surmely JF, Kawai M, Katoh O, Matsubara T, Terashima M, et al. Diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography for detecting angiographically significant coronary artery stenosis in an unselected consecutive patient population: comparison with conventional invasive angiography. *Circulation Journal* 2006;70(5):564-71.
 30. Rixe J, Achenbach S, Ropers D, Baum U, Kuettner A, Ropers U, et al. Assessment of coronary artery stent restenosis by 64-slice multi-detector computed tomography. *European Heart Journal* 2006;27(21):2567-72.
 31. Rist C, von Ziegler F, Nikolaou K, Kirchin MA, Wintersperger BJ, Johnson TR, et al. Assessment of coronary artery stent patency and restenosis using 64-slice computed tomography. *Academic Radiology* 2006;13(12):1465-73.
 32. Oncel D, Oncel G, Karaca M. Coronary Stent Patency and In-Stent Restenosis: Determination with 64-Section Multidetector CT Coronary Angiography--Initial Experience. *Radiology* 2007;242(2):403-409.
 33. Das KM, El-Menyar AA, Salam AM, Singh R, Dabdoob WAK, Albinali HA, et al. Contrast-enhanced 64-Section Coronary Multidetector CT Angiography versus Conventional Coronary Angiography for Stent Assessment. *Radiology* 2007;245:2061389.
 34. Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A, Foell D, Ghanem N, Kotter E, et al. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts. *European Heart Journal* 2006;27(8):976-80.
 35. Meyer TS, Martinoff S, Hadamitzky M, Will A, Kastrati A, Schomig A, et al. Improved noninvasive assessment of coronary artery bypass grafts with 64-slice computed tomographic angiography in an unselected patient population.[see comment]. *Journal of the American College of Cardiology* 2007;49(9):946-50.
 36. Jones CM, Athanasiou T, Dunne N, Kirby J, Aziz O, Haq A, et al. Multi-detector computed tomography in coronary artery bypass graft assessment: a meta-analysis. *Annals of Thoracic Surgery* 2007;83(1):341-8.
 37. Chiou KR, Wu MT, Hsiao SH, Mar GY, Pan HB, Yang CF, et al. Safety and accuracy of multidetector row computed tomography for early assessment of residual stenosis of the infarct-related artery and the number of diseased vessels after acute myocardial infarction. *American Heart Journal* 2005;149(4):701-8.
 38. Kefer J, Coche E, Legros G, Pasquet A, Grandin C, Van Beers BE, et al. Head-to-head comparison of three-dimensional navigator-gated magnetic resonance imaging and 16-slice computed tomography to detect coronary artery stenosis in patients. *Journal of the American College of Cardiology* 2005;46(1):92-100.
 39. Muhlenbruch G, Seyfarth T, Soo CS, Pregalathan N, Mahnken AH. Diagnostic value of 64-slice multi-detector row cardiac CTA in symptomatic patients. *European Radiology* 2007;17(3):603-9.

40. Baumbach A, Hamilton MC. Non Invasive Coronary Imaging With Computed Tomography. In: E-Journal of Cardiology Practice European Society of Cardiology,; 2007.
41. Picano E. Informed consent and communication of risk from radiological and nuclear medicine examinations: how to escape from a communication inferno. *BMJ* 2004;329(7470):849-51.
42. Coles DR, Smail MA, Negus IS, Wilde P, Oberhoff M, Karsch KR, et al. Comparison of radiation doses from multislice computed tomography coronary angiography and conventional diagnostic angiography.[see comment]. *Journal of the American College of Cardiology* 2006;47(9):1840-5.
43. Dewey M, Teige F, Schnapauff D, Laule M, Borges AC, Wernecke KD, et al. Noninvasive detection of coronary artery stenoses with multislice computed tomography or magnetic resonance imaging.[see comment]. *Annals of Internal Medicine* 2006;145(6):407-15.
44. Mollet NR, Cademartiri F, van Mieghem CA, Runza G, McFadden EP, Baks T, et al. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography.[see comment]. *Circulation* 2005;112(15):2318-23.
45. Ontario Health Technology Advisory Committee (OHTAC). Computed tomography radiation safety issues in Ontario: OHTAC; 2006 June 16.
46. Einstein A, Henzlova MJ, Rajagopalan S. Estimating risk of cancer associated with radiation exposure from 64-slice computed tomography coronart angiography. *JAMA* 2007;298:317-323.
47. Garcia MJ, Lessick J, Hoffmann MH, Investigators CS. Accuracy of 16-row multidetector computed tomography for the assessment of coronary artery stenosis. *Jama* 2006;296(4):403-11.
48. Stein PD, Hoffmann U, Beemath A, Moselewski F. Noninvasive imaging of the coronary arteries. *Minerva Cardioangiologica* 2006;54(5):619-31.
49. Pundziute G, Schuijf JD, Jukema JW, Boersma E, de Roos A, van der Wall EE, et al. Prognostic value of multislice computed tomography coronary angiography in patients with known or suspected coronary artery disease. *Journal of the American College of Cardiology* 2007;49(1):62-70.
50. Pundziute G, Schuijf JD, Jukema JW, Lamb HJ, de Roos A, van der Wall EE, et al. Impact of coronary calcium score on diagnostic accuracy of multislice computed tomography coronary angiography for detection of coronary artery disease. *Journal of Nuclear Cardiology* 2007;14(1):36-43.
51. Bardach A, Garcia Marti S, Lopez A, Glujovsky D. Usefulness of multislice computed tomography (MSCT) for coronary disease. Report. Buenos Aires: Institute for Clinical Effectiveness and Health Policy (IECS); 2005 14 November.
52. Vanhoenacker PK, Heijenbrok-Kal MH, Van Heste R, Decramer I, Van Hoe LR, Wijns W, et al. Diagnostic Performance of Multidetector CT Angiography for Assessment of Coronary Artery Disease: Meta-analysis. *Radiology* 2007; 244(2): 419-428.
53. Ropers D. Multislice computer tomography for detection of coronary artery disease.[see comment]. *Journal of Interventional Cardiology* 2006;19(6):574-82.
54. Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography.[see comment]. *Journal of the American College of Cardiology* 2005;46(3):552-7.

55. Leschka S, Alkadhi H, Plass A, Desbiolles L, Grunenfelder J, Marincek B, et al. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience.[see comment]. *European Heart Journal* 2005;26(15):1482-7.
56. Leber AW, Knez A, von Ziegler F, Becker A, Oikolaou K, Paul S, et al. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound.[see comment]. *Journal of the American College of Cardiology* 2005;46(1):147-54.
57. Gallagher MJ, Ross MA, Raff GL, Goldstein JA, O'Neill WW, O'Neil B. The diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography coronary angiography compared with stress nuclear imaging in emergency department low-risk chest pain patients. *Annals of Emergency Medicine* 2007;49(2):125-36.
58. Fine JJ, Hopkins CB, Ruff N, Newton FC. Comparison of accuracy of 64-slice cardiovascular computed tomography with coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. *American Journal of Cardiology* 2006;97(2):173-4.
59. Samninganefnd Heilbrigðis og Tryggingarráðuneytis. Beiðni til samninganefndar HTR um kaup á heilbrigðisþjónustu. In: *Tryggingarstofnun Ríkisins*; 2007.
60. Landlæknisembættið Klínískar leiðbeiningar. Stigun ráðlegginga og flokkun vísindalegs bakgrunns. *Landlæknisembættið, Klínískar leiðbeiningar*; 2004.

Þakkir

Læknarnir Birna Jónsdóttir, Eyþór Björgvinsson, Gestur Þorgeirsson, Gunnar Þór Gunnarsson og Torfi F. Jónasson, ásamt Guðlaugi Einarssyni hjá Geislavörnum Ríkisins, funduðu með höfundum, lásu yfir greinargerðina og gáfu góðar ábendingar.