

# Korvaako 64-rivitietokonetomografia kajoavan varjoainekuvauksen sepelvaltimotaudin diagnostiikassa?

## Tärkein tieto

- › Monirivitietokonetomografian diagnostinen osuvuus sepelvaltimoiden kuvantamisessa selvitettiin järjestelmällisellä kirjallisuuskatsauksella.
- › Monirivi-TT ei korvaa kajoavaa varjoainekuvauksista sepelvaltimotaudin diagnostiikassa, mutta tarjoaa vaihtoehdon tietyissä tilanteissa.
- › Silloin, kun toimenpiteiden tarve on ilmeinen, kannattaa kajoava varjoainekuvauksella suoraan, sillä TT-kuvauksen yhteydessä toimenpiteitä ei voi tehdä.
- › Sepelvaltimoiden TT-tutkimusta ei kannata tehdä, jos potilaan syke on epätasainen tai nopea beetasalpauksesta huolimatta.
- › Monirivi-TT:tä käytetään monissa keskuksissa vähäisen riskin potilaiden tutkimiseen silloin, kun sepelvaltimotauti halutaan sulkea pois. Kardiologin kliininen asiantuntemus on olennaista potilasvalinnassa.

Tietokonetomografian kehittyminen ja erityisesti monileiketekniikka on tuonut menetelmän myös kardiologiseen kuvantamiseen. Menetelmän nopea leviämisen sepelvaltimoiden kuvantamiseen alkoi 64-rivilaitteiden tultua markkinoille vuonna 2004. Uusimmilla laitteilla kuvantarkkuus on lähes perinteisen katetriangiografian luokkaa.

Tietokonetomografiakuvat muodostuvat tiheysarvomatriisista. Tiheyserotuskyky voittaa natiiviröntgenkuvauksen, mutta ei ole magneettikuvauksen luokkaa. Paikkaerotusky-

ky on erinomainen ja magneettikuvaukselta tarkempi. Parhailla laitteilla yksittäisen kuva-alkion tilavuus on jopa  $0,4 \times 0,4 \times 0,4$  mm. Laitteiston aikaerotuskyky on keskeinen, sillä se määrää, kuinka hyvin sydämen liike saadaan pysäytetyksi. Uusimpien laitteiden aikaerotuskyky on 85–165 ms. Jos sydämen syke on nopea, kuviin jää liikkeestä aiheutuvia häiriöitä. Ongelma on yritetty ratkaista joko rekonstruoimalla jokainen kuvapiste käyttäen useaa EKG-sykliä tai käyttämällä yhtäaikaaisesti kahta 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden sijaitsevaa röntgenputki-ilmaisinyhdistelmää (1).

Kuvan laatua parannetaan tahdistamalla kuvainformaation kerääminen sydämen sykkeen kanssa. Laitteesta ja ohjelmasta riippuen tahdistus voidaan tehdä joko etukäteen (prospektiivinen tahdistus) tai kuvauksen jälkeen (retrospektiivinen tahdistus). Prospektiivisellä tahdistuksella kuvataan vain etukäteen valitussa kohdassa sydämen sykliä, yleensä loppudiasolella. Etuna on alhaisempi sädeannos ja haittana suurempi herkkyys sydämen rytmin vaihteluille. Vain retrospektiivinen tahdistus mahdollistaa sydämen toiminnan arvioimisen.

Sepelvaltimoiden kuvauksessa käytetään jodipitoista varjoainetta. Varjoainemäärät ovat samaa suuruusluokkaa, joskin yleensä hieman suurempia katetriangiografiaan verrattuna. Aiempi varjoainereaktio jodipitoiselle varjoaineelle on yleensä vasta-aihe sepelvaltimoiden TT-angiografiatutkimukselle. Tällöin on harkittava tutkimuksen korvaamista muilla menetelmillä, mikäli mahdollista. Toinen vasta-aihe on sydämen eteisvärinä. Jodivarjoainetta annettaessa on huomioitava munuaisten vajaatoiminta ja diabeteslääkkeet.

Kun ns. scout- eli topogrammikuvan avulla on määritelty kuvausalue, aloitetaan varjoainekuvauksella. Se käynnistetään

yleensä täys- tai puoliautomaattisesti, kun aortassa on saavutettu riittävä varjoainepitoisuus. Hengityspidätyksen aikana suoritettava kuvaus kestää 64-rivilaitteella alle 10 sekuntia. Sydämen TT-kuvaustekniikka on kuvattu yksityiskohtaisesti aiemmin (2).

### Potilaat

TT-angiografian etuna on erinomainen negatiivinen ennustearvo sepelvaltimotaudin diagnostiikassa. Tästä syystä tutkimukseen ohjataan usein potilaita, joilla on epäselväksi jäänyt rintakipuoireisto ja korkeintaan kohtalainen sepelvaltimotaudin ennakkotodennäköisyys.

Julkaistut tutkimukset sepelvaltimoiden TT-kuvauksesta on tehty potilailla, joille jo on suunniteltu tehtäväksi kajoava sepelvaltimoiden katetriangiografia; näillä potilailla ahtaavan sepelvaltimotaudin todennäköisyys on suuri. Kajoamattomia menetelmiä kaivataan erityisesti niiden potilaiden tutkimiseen, joilla taudinmääritys on epäselvä ja kesken – siis sepelvaltimotaudin poissulkemiseen vähäisen riskin potilailta. Tutkimuksissa 2/3 potilaista on ollut miehiä, kun taas vähäisen riskin potilaista suurin osa on naisia.

TT-angiografiaa on käytetty sepelvaltimotaudin poissulkemiseen myös sydämen vajaatoimintaa sairastavilta (ei-iskeemisen kardiomyopatian epäily) ja läppäleikkaukseen menneiltä (pieni sepelvaltimotaudin todennäköisyys). Sepelvalti-

### Taulukko 1.

Katsauksen hyväksytyt alkuperäisartikkelit (n = 13). Potilasaineiston kuvaus.

Artikkeli	Potilaita	Keski-ikä, v	Miesten osuus, %	Ahtauttava sepelvaltimotauti, % <sup>1</sup>	Aikaisempi sepelvaltimostentti	Ohitusleikkauspotilaita
Ehara 2006 (7)	69	67	75	88	39 potilasta, 80 stenttiä	2 <sup>2</sup>
Fine 2006 (8)	66	62	48	Ei ilmoiteta		9
Leber 2005 (9)	59	64	Ei ilmoiteta	56	10 potilasta <sup>2</sup>	
Leschka 2005 (10)	67	60	75	70		
Lim 2006 (11)	30	59	67	Ei ilmoiteta	5 stenttiä <sup>2</sup>	
Mollet 2005 (12)	52	60	65	75		
Ong 2006 (13) <sup>3</sup>	134	55	73	73	42 stenttiä <sup>2</sup>	
Pache 2006 (14) <sup>4</sup>	31	68	84	77		31
Plass 2006 (15) <sup>5</sup>	50	66	78	80		
Pugliese 2006 (16)	35	61	60	71		
Raff 2005 (17)	70	59	76	57		
Ropers 2006 (18)	84	58	52	31		
Schuijff 2006 (19)	61	60	46	77	33 potilasta	
Koko aineisto	808	61	67 <sup>6</sup>	70 (mediaani)		

<sup>1</sup> Niiden potilaiden osuus, joilla kajoavassa angiografiassa todettu vähintään yksi merkittävä sepelvaltimoahtaus. <sup>2</sup> Jätetty pois kuva-analysistä. <sup>3</sup> Aineiston potilaat jaettu kahteen ryhmään sepelvaltimoiden kalkkikertymän mediaanin perusteella (Agatston-pisteet alle/yli 142). <sup>4</sup> Aineistossa pelkästään ohitusleikkauja potilaita: 31 potilasta, 96 siirrännäissuunta. <sup>5</sup> Aineistossa 10 sydämen läppäleikkaukseen lähetettyä potilasta, joilla ei merkittäviä sepelvaltimoahtauksia. <sup>6</sup> Miesten osuus 12 tutkimuksessa (n = 523/749).

### Taulukko 2.

Sepelvaltimoiden TT-kuvauksen ja kuva-analyysin tiedot 13 tutkimuksessa.

Artikkeli	TT-laite	Leikkeitä	Efektiiivinen säteilyannos, mSv <sup>1</sup>	Keskisyke kuvauksen aikana	Esilääke <sup>2</sup>	Sokkoutettu analysointi <sup>3</sup>	Kuvausten aikaväli, pv <sup>4</sup>
Ehara2006 (7)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	72	-	Kyllä	0-34
Fine 2006 (8)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	Ei ilmoiteta	+	Epäselvä tieto	≤ 30
Leber 2005 (9)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	62	+	Ei ilmoiteta	≤ 2
Leschka 2005 (10)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	66	-	Kyllä	1-55
Lim 2006 (11)	Philips	40	Ei ilmoiteta	61	+	Epäselvä tieto	0-26
Mollet 2005 (12)	Siemens	64	m 15,2 / n 21,4	58	+	Kyllä	≤ 14
Ong 2006 (13)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	62	+	Kyllä	1-84
Pache 2006 (14)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	63	+	Kyllä	1-21
Plass 2006 (15)	Siemens	64	Ei ilmoiteta	65	-	Kyllä	1-21
Pugliese 2006 (16)	Siemens	64	m 15 / n 20	58	+	Kyllä	≤ 15
Raff 2005 (17)	Siemens	64	m 13 / n 18	65	+	Kyllä	≤ 30
Ropers 2006 (18)	Siemens	64	m 7,45 / n 10,24	59	+	Kyllä	1-3
Schuijff 2006 (19)	Toshiba	64	Ei ilmoiteta	60	+	Kyllä	49 ± 61

<sup>1</sup> Keskimääräinen efektiivinen säteilyannos TT-kuvauksessa, m = miehet, n = naiset. Pugliesen ym. työ on ainoa, jossa ilmoitetaan myös invasiivisen angiografian keskimääräiset annokset: miehillä 6 mSv ja naisilla 7 mSv.

<sup>2</sup> Esilääkitys tarvittaessa sykkeen rauhoittamiseksi (+ / kyllä, - / ei). Osalla tutkimuspotilaita jatkuva sydämen rytmiiä hidastava lääkitys. <sup>3</sup> Kuvien tulksittajat sokkoutettu vertailukuvien tuloksille.

<sup>4</sup> Aika TT-kuvauksen ja kajoavan varjoainekuvausten välillä. <sup>5</sup> Merkittävä ahtaus = kajoavassa varjoainekuvauksessa todettu prosentuaalinen vähenemä sepelvaltimon halkaisijassa poikkileikkauksista arvioituna.

<sup>6</sup> Ong: Kuvavertailun tulokset ilmoitettu erikseen kahdelle ryhmälle (Agatston-pisteet alle/yli 142). Koko aineistolle laskettu keskiarvo 90,3%. <sup>7</sup> Pache: Distaaliset anastomoosit mainittu erikseen: 48/51 (94%) liitoksessa riittävä näkyvyys TT:lla.

mo-ohitteiden avoimuuden arvioiminen on katsottu hyväksi käyttöaiheeksi. Julkaistua tietoa sepelvaltimoiden tietokone-tomografian diagnostisesta osuvuudesta näissä potilasryhmissä on vasta niukasti.

### Käytäntö Suomessa

Kajoavan kateriangiografian käyttöaihe on suomalaisen nykikäytännön mukaan selvä epäily sepelvaltimotaudista. Stakesin Hoitoilmoitusrekisterin tietojen mukaan Suomessa tehtiin vuonna 2005 noin 25 500 sepelvaltimoiden varjoainekuvausta (3).

Suomessa ensimmäiset 64-riviset TT-laitteet otettiin käyttöön vuonna 2004, ja sepelvaltimokuvaukset tällä uusimmalla laitetypillä aloitettiin vuonna 2006 ensimmäisenä Turussa.

Selvitimme monirivi-TT-laitteiden hankintaa ja käyttöä sepelvaltimoiden kuvantamiseen Suomen sairaanhoitopiireissä alkuvuodesta 2007. Sähköinen kyselylomake lähetettiin 20 sairaanhoitopiirille, ja niistä 14 vastasi.

64-rivinen TT-laite oli hankittu neljään sairaanhoitopiiriin, ja hankintaa suunniteltiin yhdeksässä piirissä. Yhdessä sairaanhoitopiirissä oli 32-rivinen TT, ja yhdessä oli tehty päätös 40-rivilaitteen hankinnasta. Viidessä sairaanhoitopiirissä oli aloitettu sepelvaltimokuvaukset monirivi-TT:llä, ja seitsemässä suunniteltiin toiminnan käynnistämistä. Seitsemässä piirissä esitys monirivilaitteen hankinnasta tuli radiologeilta; neljässä piirissä esityksen tekivät radiologit ja kardiologit yhdessä.

Kyselyssä tiedusteltiin myös, mikä taho sairaalassa vastaa nyt tai jatkossa sepelvaltimoiden TT-kuvausten valvonnasta ja tulkinna. Neljässä sairaanhoitopiirissä radiologit ja kardiologit vastaavat toiminnasta yhdessä. Kolmessa sairaanhoitopiirissä ensisijainen vastuu oli radiologeilla ja kahdessa kardiologeilla. Kolmessa piirissä asia oli vielä päättämättä.

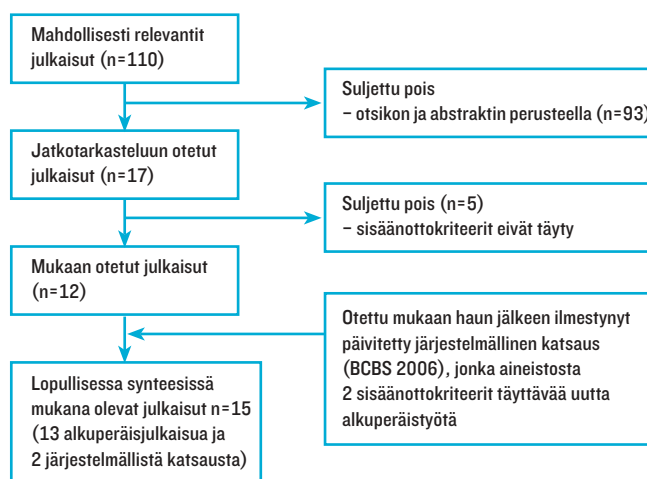
### Arviointitutkimuksen menetelmät

Tämän katsauksen tarkoituksena oli arvioida 64-rivi-tietokone-tomografian osuvuutta ja turvallisuutta sepelvaltimotaudin diagnostiikassa. Arviointi perustuu järjestelmälliseen kirjallisuuskatsaukseen. Kirjallisuushaku tehtiin työryhmän ja informaation yhteistyönä heinäkuussa 2006 seuraavista tietokannoista: CRD (DARE, NHS EED, HTA), Cochrane central ja Ovid Medline. Kieli- tai aikarajauksia ei asetettu. Hakustrategiat esitellään liitetaulukossa artikkelin sähköisessä versiossa ([www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi) > Sisällysluettelot > 14/2008).

Aineiston keruussa otettiin huomioon myös mukaan valittujen järjestelmällisten katsausten alkuperäistyöt sekä yksi kirjallisuushakumme jälkeen päivitetty menetelmien arviointiraportti (HTA-raportti).

Kuvio 1.

Katsauksen julkaisujen haku ja valinta.



Kapein analysoitu segmentti (halkaisija), mm	Analysoituja segmenttejä/potilas	Merkittävän ahtauman raja, % <sup>5</sup>	TT- kuvan laatu riittävä luotettavaan analyysiin			osuus potilaista, %
			osuus natiivisuonten segmenteistä, %	osuus stentti-segmenteistä, %	osuus siirränäissuonista, %	
Kaikki	14	> 50	90		87	Ei analysoitu
≥ 1,5	Ei analysoitu	> 50	Ei analysoitu		100	94
Kaikki	15	> 50/75	Ei ilmoitettu	Ei ilmoitettu		93
≥ 1,5	16	> 50	100			
≥ 1,5	16	≥ 50	97	Ei ilmoitettu		
Kaikki	17	≥ 50	100			98
≥ 1,5	11	≥ 50	93,6/86,9 <sup>6</sup>	Ei ilmoitettu		
Kaikki siirteet	Kaikki siirteet	>50	Ei analysoitu		100 <sup>7</sup>	
≥ 1,5	11	> 50	97			
≥ 1,5	17	≥ 50	97			
Kaikki	15	>50	88			100
≥ 1,5	17	> 50	96			96
Kaikki	17	≥ 50	99	100		100

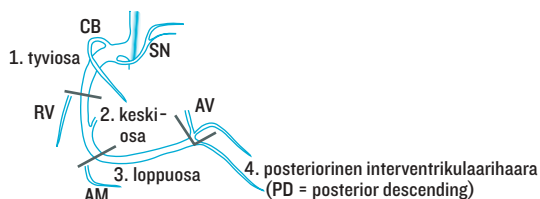
**Artikkelien valinta**

Mukaan valitun artikkelin tuli olla järjestelmällinen katsaus tai kliininen alkuperäistutkimus, jossa käsitellään sepelvaltimoiden kuvantamista 40–64-rivisellä TT-laitteella. Koska katsauksessa arvioidaan diagnostista menetelmää, aineistoon hyväksyttiin vain sellaiset tutkimukset, joissa kaikille potilaille on tehty monirivitetietokonetomografian lisäksi kultaisen standardin mukainen vertailututkimus eli kajoava katetriangiografia (4).

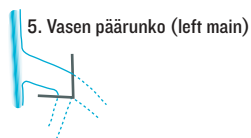
**Kuvio 2.**

**Sepelvaltimoiden haarat.**

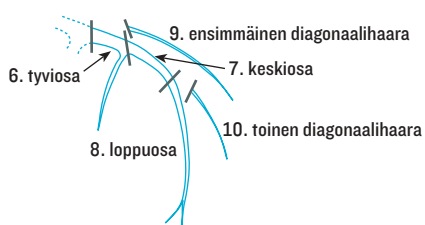
**OIKEA SEPELVALTIMO**



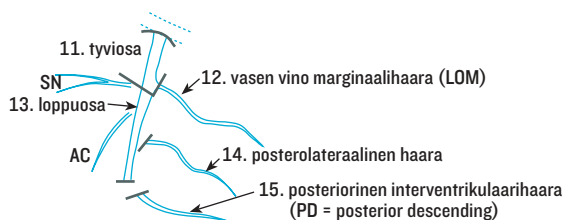
**VASEMMAN SEPELVALTIMON PÄÄRUNKO**



**VASEMMAN SEPELVALTIMON LASKEVA HAARA**



**VASEMMAN SEPELVALTIMON KIERTÄVÄ HAARA**



- CB (conus branch) = konushaara
- SN (sinus node branch) = sinus-nodushaara
- RV (right ventricular branch) = oikea ventrikulaarihaara
- AM (anterior marginal) = oikea marginaalihaara
- AV (AV node branch) = atrioventrikulaarinen nodushaara
- AC (atrial circumflex) = vasen atriaalihaara

Kaksi työryhmän jäsentä teki ensimmäisen karsinnan otiskoiden ja abstraktien perusteella itsenäisesti työskennellen. Mahdollisesti relevantit artikkelit tarkistettiin täysimittaisina julkaisuina. Lopullisen valinnan ja epäselvien tapausarvioinnin teki koko työryhmä. Lopulliseen tarkasteluun jäi kaksi järjestelmällistä katsausta (5,6) ja 13 alkuperäistyötä (7–19) (kuvio 1).

**Järjestelmälliset katsaukset ja alkuperäistutkimukset**

Järjestelmälliset katsaukset valittiin mukaan tausta-aineistoksi. Tuorein arviointiin sisällytetty järjestelmällinen katsaus on elokuussa 2006 ilmestynyt yhdysvaltalainen HTA-raportti (5), jonka kirjallisuushaut on tehty kesäkuussa 2006. Raportin akuuttia rintakipua käsittelevää osaa ei tässä käsitellä. Mukana on seitsemän 64-rivilaitteeseen liittyvää alkuperäistyötä, joista kaksi on omaan hakuamme sisällyttämättömiä julkaisuja.

Toinen mukaan valittu järjestelmällinen katsaus (6) on myös yhdysvaltalainen ja ilmestyi maaliskuussa 2006. Sen kirjallisuushaut on tehty maaliskuussa 2005. Mukana on 32 työtä, joissa on käytetty vanhempia TT-laitteita (4–16-riviset laitteet) ja yksi alkuperäistyö 64-rivilaitteesta.

Mukaan valitut 13 alkuperäistyötä (7–19) on julkaistu vuosina 2005–2006. Yhdessä tutkimuksessa käytettiin 40-rivistä TT-laitetta, muissa 64-rivistä. Tutkimusten aineistoa ja menetelmiä esitellään taulukossa 1 ja 2 ja tuloksia taulukossa 3.

**Tutkimustieto**

Mukaan kelpuutetuissa 13 tutkimuksessa oli yhteensä 808 potilasta, joiden keski-ikä oli 55–68 vuotta. Sukupuolijakama ilmoitettiin yhtä lukuun ottamatta kaikissa artikkeleissa; miesten osuus oli 70 % tutkituista (523/749).

Kaikissa tutkimuksissa potilaat oli alun perin lähetetty kajoavaan sepelvaltimoiden varjoainekuvaukseen joko epäillyn sepelvaltimotaudin vuoksi tai ahtauttavan sepelvaltimotaudin poissulkemiseksi läppäleikkaukseen meneviltä potilailta. Ahtauttavan sepelvaltimotaudin rajana pidettiin kajoavassa varjoainekuvauksessa todettua vähintään 50 prosentin vähenemää sepelvaltimon halkaisijassa poikkileikkauksista katsoen (vastaa 70 prosentin ahtaumaa suonon poikkipinta-alassa). Ahtauttavan sepelvaltimotaudin esiintyminen tutkituilla potilailla ilmoitettiin 11 tutkimuksessa. Kaikkiaan 63 %:lla tutkituista (479/755) todettiin vähintään yksi merkittävä ahtauma kajoavalla angiografiassa; prevalenssin vaihtelu oli 31–88 % (mediaani 73 %).

**Tulosten esittäminen**

Kaikissa julkaisuissa tulokset esitettiin herkkyyss- ja spesifisyysluvuilla. Yhdessätoista tutkimuksessa kajoamattomien sepelvaltimoiden tulokset ilmoitettiin segmentteittäin. Näistä kahdeksassa ilmoitettiin myös potilaskohtaiset tulokset. Yksi tutkimus raportoi ainoastaan suonikohtaiset tulokset. Sepelvaltimosiirteiden tulokset ilmoitettiin suoni- ja potilaskohtaisesti.

**Segmenttijako**

Tulokset ovat hoidon suunnittelun kannalta selkeimmin

hahmotettavissa sepelvaltimosegmenteittäin tehdyssä vertailussa: näin oli tehty 11 tutkimuksessa (taulukko 3). Segmenttijaon pohjana on American Heart Associationin (AHA) 15 segmentin malli (20) (kuvio 2).

Menetelmän osuvuuteen voi olennaisesti vaikuttaa arvioitujen suonien koko. Kolmessa tutkimuksessa osa sivuhaaroista jätettiin analysoimatta (7,13,15). Oikean sepelvaltimon posteriorista laskevaa haaraa ja vasemman kiertävän sepelvaltimon posteriorista interventrikulaarihaaraa ei analysoitu 11 segmentin mallissa, lisäksi vasemman kiertävän haaran vinoista marginaalihaaroista analysoitiin vain yksi, samoin vasemman laskevan haaran diagonaalihaaroista. Vasemman kiertävän haaran posteriorista interventrikulaarihaaraa ei analysoitu erikseen 14 segmentin mallissa. Neljäs tutkimuksessa (12,16,18,19) käytettiin 17 segmentin mallia, jossa AHA:n segmenttijaon lisäksi kaksi yleensä pienempää sepelvaltimohaaraa – oikean sepelvaltimon posterolateraalinen haara ja vasemmalla intermediaanihaara – arvioitiin erikseen. Intermediaanihaaran lähtökohta sijaitsee vasemman laskevan ja kiertävän haaran haarakohdassa ja se kulkee diagonaalihaaran suuntaisesti. Seitsemässä tutkimuksessa huomioitiin vain halkaisijaltaan yli 1,5 millimetrin segmentit.

#### Tulokset segmenteittäin

TT-kuvien tekninen laatu oli hyvä ja diagnostiikka mahdollista 92–100 %:ssa segmenteistä (taulukko 2). Tietokonetomografian herkkyys määrittää kajoavassa sepelvaltimokuvauksessa todettu yli 50 prosentin ahtauma oli 73–99 % ja spesifisyys 93–98 %. Leberin ym. tutkimuksessa herkkyys oli 73 % vähintään 50 prosentin ahtaumalle ja 80 % vähintään 75 prosentin ahtaumalle.

Menetelmän arvoa merkittävien sepelvaltimoahtaumien poissulkemisessa kuvaava negatiivinen ennustearvo (NPV) oli 95–100 %. Positiivinen ennustearvo (PPV) vaihteli selväs-

ti enemmän (56–94%). Kaikissa tutkimuksissa PPV- tai NPV-arvoja ei ilmoitettu. Sekä PPV että NPV ovat riippuvaisia taudin yleisyydestä tutkitussa väestössä, joten niiden yleistettävyys on huono.

Yhdessä tutkimuksessa (12) osoitettiin suonien kalkkisuuden vaikuttavan tuloksiin. Kalkittomissa segmenteissä spesifisyys oli 99 % ja PPV 80 %. Jo vähäisen tai kohtalaisen kalkkikertymän myötä (Agatston-pisteet 11–400) spesifisyys oli 95 % ja PPV 73 %. Runsaiden sepelvaltimokalkkien raportoitiin vähentäneen analysoitavien segmenttien määrää yhdessä tutkimuksessa (13). Pienet suonet ovat erityisen haasteellisia, ja näissä menetelmän osuvuus kärsii.

Potilaskohtaisesti arvioitiin tietokonetomografian kykyä määrittää oikein yksikin yli 50 prosentin ahtauma, siis todeta ahtauttavaa sepelvaltimotautia sairastavat. Näin arvioituna menetelmän herkkyys oli 88–100 %, spesifisyys 85–100 %, PPV 83–98 % ja NPV 86–100 %.

#### Sepelvaltimostentit

Stenttien saaneita potilaita oli mukana viidessä tutkimuksessa, joista kahdessa analysoitiin myös stenttisegmenttien tulokset. Toisessa näistä (7) oli yhteensä 67 stentillä laajennettua sepelvaltimosegmenttiä, joista yhdeksän (13 %) suljettiin pois riittämättömän kuvanlaadun vuoksi. Tulokset laskettiin lopuille 58 segmentille. Herkkyys määrittää yli 50 prosentin ahtauma oli 93 % ja spesifisyys 96 %. Toisessa tutkimuksessa oli 44 stentillä hoidettua segmenttiä, ja TT määrittäi täysin oikein sekä ahtauneet että ahtautumattomat segmentit (sensitiivisyys ja spesifisyys 100 %) (19). Stentillä hoidettujen leesioiden määrä oli pieni. Stenttien koko ja rakenne (21) sekä kuvaus- ja rekonstruktioparametrit (22) vaikuttavat olennaisesti tuloksiin. Yleistäen analysoitavuus ja diagnostinen luotettavuus vähenevät suonien ja stentin halkaisijan pienessä.

### Taulukko 3.

TT-kuvauksen diagnostinen osuvuus ahtauttavan sepelvaltimotaudin toteamisessa. Kuvavertailun tulokset kajoamattomille suonille (ei stenttejä tai siirteitä) 12 tutkimuksessa. Luvut perustuvat alkuperäisjulkaisun ilmoittamiin tuloksiin. Se = sensitiivisyys (herkkyys), Sp = spesifisyys (tarkkuus), PPV = positive predictive value (positiivinen ennustearvo), NPV = negative predictive value (negatiivinen ennustearvo).

Artikkeli	Segmenttikohtainen analyysi				Potilaskohtainen analyysi			
	Se	Sp	PPV	NPV	Se	Sp	PPV	NPV
Ehara 2006 (7)	90	94	89	95	98	86	98	86
Fine 2006 (8) <sup>1</sup>								
Leber 2005 (9)	73	97			88	85		
Leschka 2005 (10) <sup>2</sup>	94	97	87	99	100	100		
Lim 2006 (11)	99	98	94	99				
Mollet 2005 (12)	99	95	76	100	100	92	97	100
Ong 2006 (13) <sup>3</sup>	85/80	98/93	77/79	99/94				
Plass 2006 (15) <sup>2</sup>	93	97	91	98				
Pugliese 2006 (16) <sup>2</sup>	99	96	78	99	100	90	96	100
Raff 2005 (17)	86	95	66	98	95	90	93	93
Ropers 2006 (18)	93	97	56	100	96	91	83	98
Schuijff 2006 (19) <sup>4</sup>	85	98	82	99	94	97	97	93

<sup>1</sup> Tutkimuksessa ilmoitetaan vain suoni-kohtaisesti lasketut tulokset: Se 95, Sp 96, PPV 97, NPV 92 (%). <sup>2</sup> Segmenttikohtaisten tulosten laskennassa on huomioitu kaikki kuvatut segmentit. Muissa tutkimuksissa laskettu ainoastaan ne segmentit, joissa kuvan laatu riittävä analyysiin. <sup>3</sup> Tulokset ilmoitettiin erikseen kahdelle ryhmälle: Agatston-pisteet alle/yli mediaanin 142. <sup>4</sup> Analyysiin sisällyttiin 44 (5 %) stentattua segmenttiä.

### Ohitusleikkauksissa käytetyt siirteet

Yhteensä yhdeksän laskimosiirteiden tutkimuksessa tietokonetomografia luokitteli kaikki oikein, vaikka ahtaumien lukumäärää ei kerrota (8). Toisessa työssä tutkittiin 31 potilaan yhteensä 96 siirrettä, joista kolmea ei kuvattu kajoavalla angiografialla. Analyysiin otetut 22 valtimo- ja 71 laskimosiirrettä näkyivät hyvin, ja 94 % distaalisisistä anastomooseista oli analysoitavissa (14). Tietokonetomografian herkkyyttä määrittää kajoavassa angiografiassa todettu yli 50 prosentin ahtauma oli 98 % ja spesifisyys 89 % suonikohtaisesti.

### Haitat ja edut

Sepelvaltimoiden tietokonetomografiaa ei kannata tehdä, jos potilaan sydämen syke on epätasainen tai nopea beetasalpauksesta huolimatta. Koska sepelvaltimotoimenpiteitä ei voi tehdä TT-kuvauksen yhteydessä, kannattaa ilmeisissä toimenpidetarpeissa tehdä suoraan kajoava varjoainekuvauks.

Monirivitetietokonetomografiaan liittyvä säderasitus on suu-rempi kuin kajoavan varjoainekuvauksen käytettäessä tavanomaista spiraalitekniikkaa ja jälkikäteistä kuvarekonstruktioita. Tämän aineiston tutkimuksista neljässä ilmoitettiin TT-kuvauksen keskimääräinen efektiivinen säteilyannos: se oli miehillä 7,45–15,2 mSv ja naisilla 18–21,4 mSv. Invasiivisen angiografian säteilyannos ilmoitettiin ainoastaan yhdessä tutkimuksessa (16), ja siinä miesten keskimääräinen efektiivinen annos oli 6 mSv ja naisten 7 mSv.

Prospektiivisella kuvauksella on mahdollista pienentää säderasitusta merkittävästi, mutta tällöin diagnostisten kuvien saaminen ei välttämättä aina onnistu. Erilaisia ratkaisuja sädeannoksen pienentämiseen on kehitetty, ja säderasitusta on yleensä pystytty vähentämään 10–40 %. Ns. step and shoot -tekniikalla (23) sädeannos vähenee jopa 70 % (Heikki Ukkonen, henkilökohtainen tiedonanto). Kumulatiivinen säderasitus on otettava huomioon erityisesti silloin, kun potilaalle joudutaan tekemään kontrollitutkimuksia tai muiden sairauksien takia vartalon ja rintakehän TT-tutkimuksia. Rintarauhasten sädeannosta voidaan vähentää käyttämällä vismuttisuojia pinta-annoksen vähentämiseksi. Näiden suojien vaikutuksesta sepelvaltimokuvausten tarkkuuteen ei ole julkaistua tietoa. Tyypillisiä sädeannoksia eri TT-tutkimuksissa on esitetty taulukossa 4.

Tarkalla monirivitekniikalla voi tulla myös sattumalöydöksiä, jotka johtavat lisätutkimuksiin (24).

64-rivilaitteen eittämätön etu on nopeus: sepelvaltimoita kuvattaessa laiteaika on 5–15 minuuttia asetteluneen. Myös potilaan valmistelu ja jälkiseuranta ovat kevyempiä kuin kajoavassa katetriangiografiassa. Varjoaine annetaan kynnärlaskimoon, kun taas katetriangiografia edellyttää valtimon katetrointia. Tietokonetomografia sitoo siis vähemmän henkilöä. Etuna on myös se, että TT-kuvauksella voidaan välttää katetriangiografioihin liittyvä pieni (alle 1 %) mutta todellinen vakavien komplikaatioiden riski (kuolema, aivoverenkiertohäiriöt, verisuonirepeämät) (25).

TT-kuvissa voidaan nähdä valtimoseinämien kalkkikertymät, joiden tiedetään liittyvän valtimotautikohtauksen riskiin silloinkin, kun suonon poikkipinta-ala ei ole merkittävästi ahtaunut. Tästä on hyötyä hoidon suunnittelussa. Toisaalta runsaat verisuonikalkit voivat aiheuttaa TT-kuvissa vääriä positiivisia löydöksiä.

### Kustannukset ja kustannusvaikuttavuus

Suomesta ei ole saatavana kustannusvaikuttavuustietoa monirivitetietokonetomografiasta. Arviointia vaikeuttaa se, että samaa TT-laitteistoa käytetään moniin eri tarkoituksiin.

### Pohdinta

On selvää, että TT-angiografia ei syrjäytä kajoavaa angiografiaa sepelvaltimotaudin diagnostiikassa. Tietokonetomografia on yksi mahdollinen diagnostinen menetelmä; muita ovat rasituksen yhteydessä tehtävät isotooppiperfuusio- ja kaikututkimukset sekä magneettikuvaus.

Useissa keskuksissa tietokoneangiografian sopivimmaksi käyttöalueeksi katsotaan ahtauttavan sepelvaltimotaudin poissulkeminen, kun potilaan taudin todennäköisyys on pieni tai korkeintaan kohtalainen. Näiden potilaiden valitseminen tutkimuksiin ei ole ongelmatonta, ja tutkimusnäyttö juuri tästä potilasryhmästä on vielä hyvin vähäistä. Vertailevat tutkimukset on tehty potilailla, joilla ahtauttavan sepelvaltimotaudin todennäköisyys on suuri. Niiden tulokset eivät ole suoraan sovellettavissa vähäisemmän riskin potilaisiin.

Tähän katsaukseen kootut tulokset ovat kokeneista keskuksista. Toimintaa aloittavan ja harjoittavan yksikön pitää järjestää lääkäreille ja muulle henkilökunnalle riittävä koulutus ennen toiminnan aloittamista sekä huolehtia täydennyskoulutuksesta. Monirivi-TT-laitteet hankitaan yleensä radiologian yksikköön, sillä valtaosa niiden käyttökapasiteetista menee muihin kuin kardiologisiin tutkimuksiin. Suomessa lääkäreillä on perinteisesti ollut varsin vapaat kädet uusien menetelmien ja uuden teknologian käyttöönotossa. Tämä vapaus on koskenut kaikkia sairaaloita ja terveydenhuollon yksiköitä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa eri menetelmien ja tutkimusten laatua on pyritty valvomaan asettamalla lääkäreille selkeät koulutus- ja kokemusvaatimukset (26).

Sepelvaltimoiden tietokonetomografiatutkimusten suorittaminen on yleensä hyvin suoraviivaista ja selkeää, mutta toiminta edellyttää myös huolellista potilasvalintaa ja kuvien tulkintaa. Menetelmän erinomaisen negatiivisen ennustearvon tuoma lisäarvo menetetään helposti huonomman positiivisen ennustearvon vuoksi, jos potilasvalintaan ei kiinnite-

### Taulukko 4.

Tyypilliset sädeannokset eri TT-tutkimuksissa Säteilyturvakeskuksen selvityksen mukaan (www.stuk.fi).

Tutkimus	Tyypilliset efektiiviset sädeannokset, mSv
Tavallinen thoraxröntgen	0,03-0,1
Pään TT	2
Vatsan TT	12
Keuhkojen TT	9
Lannerangan TT	9

tä huomiota. Sepelvaltimoiden tietokonetomografioita tekevissä yksikössä on myös syytä perehtyä sepelvaltimotaudin hoitoperiaatteisiin. Eri erikoisalojen lääkärien on tehtävä asiassa tiivistä yhteistyötä.

### Kirjallisuutta

- Flohr TG, McCollough CH, Bruder H ym. First performance evaluation of a dual-source CT (DSCT) system. *Eur Radiol* 2006;16:256–68.
- Knuuti J, Kajander S, Ukkonen H. Sydämen tietokonetomografia. *Duodecim* 2007;123:2963–72.
- Stakesin hoitoilmoitustietokannat vuodelta 2005. [http://www.stakes.fi/FI/tilastot/aiheittain/Terveyspalvelut/toimenpiteelliset\\_hoitokasot.htm](http://www.stakes.fi/FI/tilastot/aiheittain/Terveyspalvelut/toimenpiteelliset_hoitokasot.htm)
- Mäkelä M, Kaila M, Lampe K, Teikari M, toim. Menetelmien arviointi terveydenhuollossa. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim 2006.
- Contrast-enhanced cardiac computed tomographic angiography in the diagnosis of coronary artery stenosis or for evaluation of acute chest pain. Blue Cross Blue Shield Association (BCBS) 2006 (TEC Assessment 21(5)). [http://www.bcbs.com/betterknowledge/tec/vols/21/21\\_05.pdf](http://www.bcbs.com/betterknowledge/tec/vols/21/21_05.pdf)
- Stein PD, Beemath A, Kayali F, Skaf E, Sanchez J, Olson RE. Multidetector computed tomography for the diagnosis of coronary artery disease: a systematic review. *Am J Med* 2006;119:203–16.
- Ehara M, Surmely JF, Kawai M ym. 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. *Circ J* 2006;70:564–71.
- 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. *Am J Cardiol* 2006;97:173–4.
- Leber AW, Knez A, von Ziegler F ym. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:147–54.

- Leschka S, Alkadhi H, Plass A ym. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64-slice technology: first experience. *Eur Heart J* 2005;26:1482–7.
- Lim MCL, Wong TW, Yaneza LO, De Larrazabal C, Lau JK, Boey HK. Non-invasive detection of significant coronary artery disease with multi-section computed tomography angiography in patients with suspected coronary artery disease. *Clin Radiol* 2006;61:174–80.
- Moller NR, Cademartiri F, van Mieghem CA ym. High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. *Circulation* 2005;112:2318–23.
- Ong TK, Chin SP, Liew CK ym. Accuracy of 64-row multidetector computed tomography in detecting coronary artery disease in 134 symptomatic patients: influence of calcification. *Am Heart J* 2006;151:1323.e1–6.
- Pache G, Saueressig U, Frydrychowicz A ym. Initial experience with 64-slice cardiac CT: non-invasive visualization of coronary artery bypass grafts. *Eur Heart J* 2006;27:976–80.
- Plass A, Grunenfelder J, Leschka S ym. Coronary artery imaging with 64-slice computed tomography from cardiac surgical perspective. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;30:109–16.
- Pugliese F, Mollet NR, Runza G ym. Diagnostic accuracy of non-invasive 64-slice CT coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *Eur Radiol* 2006;16:575–82.
- Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005;46:552–7.
- Ropers D, Rixe J, Anders K ym. Usefulness of multidetector row spiral computed tomography with 64- x 0.6-mm collimation and 330-ms rotation for the noninvasive detection of significant coronary artery stenoses. *Am J Cardiol* 2006;97:343–8.
- Schuijff JD, Pundziute G, Jukema JW ym. Diagnostic accuracy of 64-slice multislice computed tomography in the noninvasive evaluation of significant coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2006;98:145–8.
- Austen WG, Edwards JE, Frye RL ym. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation* 1975;51:5–40.
- Rixe J, Achenbach S, Ropers D ym. Assessment of coronary artery stent restenosis by 64-slice multi-detector computed tomography. *Eur Heart J* 2006;27:2567–72.
- Sirineni GK, Kalra MK, Pottala K, Waldrop S, Syed M, Tigges S. Effect of contrast concentration, tube potential and reconstruction kernels on MDCT evaluation of coronary stents: an in vitro study. *Int J Cardiovasc Imaging* 2007;23:253–263.
- Hsieh J, Londt J, Vass M ym. Step-and-shoot data acquisition and reconstruction for cardiac x-ray computed tomography. *Med Phys* 2006;33:4236–48.
- Onuma Y, Tanabe K, Nakazawa G ym. Noncardiac findings in cardiac imaging with multidetector computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:402–6.
- West R, Ellis G, Brooks N. Joint Audit Committee of the British Cardiac Society and Royal College of Physicians of London. Complications of diagnostic cardiac catheterisation: results from a confidential inquiry into cardiac catheter complications. *Heart* 2006;92:810–4.
- Budoff MJ, Cohen MC, Garcia MJ ym; American College of Cardiology Foundation; American Heart Association; American College of Physicians Task Force on Clinical Competence; American Society of Echocardiography; American Society of Nuclear Cardiology; Society of Atherosclerosis Imaging; Society for Cardiovascular Angiography & Interventions; Society of Cardiovascular Computed Tomography. ACCF/AHA clinical competence statement on cardiac imaging with computed tomography and magnetic resonance. *Circulation* 2005;112:598–617.

### English summary

## Can 64-slice computed tomography replace invasive angiography in the diagnosis of coronary disease?

The diagnostic accuracy of multislice computed tomography in the imaging of coronary arteries was investigated by systematic literature review. Multislice CT cannot replace invasive angiography in the diagnosis of coronary disease but it may offer an alternative in certain situations. In published studies it has been used for patients in whom a diagnosis of coronary disease has been considered probable enough for invasive catheter angiography to be indicated. In addition, due to its ability to exclude obstructive coronary disease, multislice CT has been used in many centers to examine low risk patients. Multislice CT can be used for many purposes and the equipment is usually acquired by radiology units. Clinical cardiological expertise is essential in choosing the right patients for imaging.

*Heikki Ukkonen*

Dr.Med., Specialist in Internal Medicine and Cardiology  
Turku University Central Hospital  
E-mail: heikki.ukkonen@tyks.fi

*Pentti Lohela, Eeva Mäkinen, Minna Kaila*

*HALO-ryhmä:*

Heikki Ukkonen

IT, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri

TYKS

heikki.ukkonen@tyks.fi

*Pentti Lohela*

LL, radiologian erikoislääkäri, ylilääkäri

Kanta-Hämeen keskussairaala

*Eeva Mäkinen*

LL, yleislääketieteen erikoislääkäri, tutkijalääkäri

Finohta/STAKES Tampereen alueyksikkö

*Minna Kaila*

dosentti, ylilääkäri

Finohta/STAKES Tampereen alueyksikkö

### Liiteaineisto

[www.laakarilehti.fi](http://www.laakarilehti.fi)

> Sisällysluettelo > 14/2008

## Liitetaulukko I.

Hakustrategiat.

Tietokanta	Hakuaika	Hakuprofiili	Hakutuloksia
(DARE, NHS EED, HTA)/CRD		Slice or row or multislice or channel or multidetector/All fields AND tomograph or angiograph/ All fields AND coronar or stenosis or calcific or obstruct/All fields - 12 Hits (1-12)	
Ovid MEDLINE(R) 1966 to July Week 1 2006		<ol style="list-style-type: none"> <li>1 exp Coronary Disease/di, ra [Diagnosis, Radiography] (34548)</li> <li>2 (coronar\$ or calcificat\$ or stenosis or obstruct\$).ti,ab. (376834)</li> <li>3 exp Coronary Angiography/ (29977)</li> <li>4 exp Tomography, X-Ray Computed/ (175839)</li> <li>5 1 or 2 (386673)</li> <li>6 3 and 4 (1406)</li> <li>7 (angiograph\$ and tomograph\$).ti,ab. (10700)</li> <li>8 6 or 7 (11566)</li> <li>9 5 and 8 (3613)</li> <li>10 1 and 6 (831)</li> <li>11 ("64" and (row or multidetector)).ti. (5)</li> <li>12 ("64" and (slice or multidetector)).ti. (32)</li> <li>13 ("64" and (row or multidetector)).ab. (98)</li> <li>14 ("64" and (slice or multidetector)).ab. (273)</li> <li>15 ("64" and channel and multidetector).ti. (1)</li> <li>16 ("64" and channel and multidetector).ab. (0)</li> <li>17 ((sixty four and row) or (sixty four and slice)).ti. (0)</li> <li>18 ((sixty four and row) or (sixty four and slice)).ab. (6)</li> <li>19 ("64" and (multirow or multislice)).ti,ab. (54)</li> <li>20 (Siemens adj2 somatom).ti,ab. (95)</li> <li>21 11 or 12 or 13 or 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 20 (442)</li> <li>22 10 and 21 (45)</li> <li>23 limit 22 to yr="2000 - 2006" (44)</li> </ol>	
Ovid MEDLINE(R) In-Process, Other Non-Indexed Citations <July 14, 2006>	17.7.2006	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 (coronar\$ or atherosclero\$ or calcificat\$ or stenosis or obstruct\$).ti,ab. (10087)</li> <li>2 (angiograph\$ or tomograph\$ or CT).ti,ab. (6957)</li> <li>3 ("64" and (row or multirow or multidetector)).ti. (5)</li> <li>4 ("64" and (slice or multislice)).ti. (21)</li> <li>5 ("64" and (row or multirow or multidetector)).ab. (23)</li> <li>6 ("64" and (slice or multislice)).ab. (46)</li> <li>7 ((sixty four adj2 row) or (sixty four adj2 slice)).ti,ab. (0)</li> <li>8 (Siemens adj2 somatom).ti,ab. (4)</li> <li>9 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 (64)</li> <li>10 1 and 2 and 9 (38)</li> </ol>	
EBM Reviews - Cochrane Central Register of Controlled Trials <2nd Quarter 2006>	17.7.2006	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 (coronar\$ or atherosclero\$ or calcificat\$ or stenosis or obstruct\$).mp. (26760)</li> <li>2 (angiograph\$ or angioscop\$).mp. and (tomograph\$ or CT).ti,ab. [mp=title, original title, abstract, mesh headings, heading words, keyword] (310)</li> <li>3 (row or multirow or multidetector).ti. (42)</li> <li>4 (slice or multislice).ti. (27)</li> <li>5 (row or multirow or multidetector).ab. (101)</li> <li>6 (slice or multislice).ab. (164)</li> <li>7 ((non-invasive adj2 row) or (non-invasive adj2 slice)).ti,ab. (1)</li> <li>8 (Siemens adj2 somatom).ti,ab. (2)</li> <li>9 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 (275)</li> <li>10 1 and 2 and 9 (16)</li> </ol>	