

Antti Saraste, Teemu Maaniitty ja Juhani Knuuti

Minkä kuvantamistutkimuksen valitsen sepelvaltimotaudin toteamiseksi?

Ahtauttavaa sepelvaltimotautia epäiltäessä kuvantamistutkimuksilla on mahdollista selvittää, onko potilaan kokemien oireiden syynä sepelvaltimotauti, sekä arvioida taudin vaikeusastetta, potilaan ennustetta ja tarvittavaa hoitoa. Sepelvaltimotauti löytyy aiempaa harvemmin potilailta, joita tutkitaan rintakivun ja kroonisen sepelvaltimo-oireyhtymän epäilyn vuoksi. Ahtauttavan sepelvaltimotaudin kliinisen ennakkotodennäköisyyden arvioiminen auttaa kohdistamaan diagnostiset tutkimukset oikeille potilaille. Sepelvaltimoiden tietokonetomografian avulla on mahdollista todeta kajoamattomasti alkavatkin tautimutokset ja sulkea pois ahtauttava tauti. Sydänlihaskemian toteamiseen perustuvat tutkimukset auttavat selvittämään, aiheutuvatko potilaan oireet sepelvaltimotaudista. Kliininen rasiuskoe tarjoaa hyödyllistä tietoa potilaan oireista, mutta EKG-muutosten diagnostinen tarkkuus on huonompi kuin kuvantamiseen perustuvien menetelmien. Sepelvaltimoiden varjoainokuvaus on tarpeen ennen ahtaumien kajoavaa hoitoa, mikä voi olla aiheellista esimerkiksi potilaille, joilla havaitaan vaikeat ahtauttavan sepelvaltimotaudin oireet tai kajoamattomissa tutkimuksissa suuren riskin löydöksiä. Turhien tutkimusten ja viiveiden välttämiseksi sepelvaltimotaudin diagnostiikkaan ja hoitoon perehtyneen lääkärin tulisi valita diagnostinen tutkimus tai valinta tulisi tehdä paikallisten hoitoketjujen mukaisesti huomioiden tutkimusten saatavuus.

Krooninen sepelvaltimo-oireyhtymä johtuu yleensä sepelvaltimoiden ateroskleroosista, joka oireisessa taudissa ahtauttaa sepelvaltimoa ja aiheuttaa sydänlihaksen iskemian (1). Kuvantamistutkimuksilla voidaan todeta myös oireetonta sepelvaltimoiden ateroskleroosia. Ahtauttavan sepelvaltimotaudin oireet vaihtelevat, ja usein tarvitaan diagnostisia tutkimuksia, joiden tavoitteena on selvittää, onko potilaan kokemien oireiden syynä sepelvaltimotauti, sekä arvioida taudin vaikeusastetta, potilaan ennustetta ja tarvittavaa hoitoa. Kliiniset esitiedot ja tarkka oireanamneesi ovat olennaisia diagnostisten tutkimusten kohdistamiseksi oikeille potilaille ja parhaiten sopivan tutkimuksen valitsemiseksi. Tässä katsauksessa kuvaamme diagnostisten tutkimusten valintaa ja löydösten tulkintaa rintakivun selvittelyssä kroonista sepelvaltimotautia epäiltäessä. Kajoamattomien kuvantamistutkimusten asema akuutin sepelvaltimotautikohtauksen diagnosoinnissa ei ole vakiintunut.

Onko sepelvaltimotaudin diagnostinen tutkimus tarpeen?

Sepelvaltimotaudin tyypillinen oire on rintalastan takana tuntuva, rasiuksessa ilmenevä kipu, joka helpottaa levossa tai nitraattien avulla (1). Kaikilla potilailla ei kuitenkaan ole rintakipua, vaan oireena voi olla rintakehällä tuntuva epä-mukavuus tai paine, hengenahdistus, närästys, pahoinvointi tai vain merkittävä suorituskyvyn heikkeneminen (1). Jos potilaan oirekuva ja rasiuksen sieto vaihtelevat merkittävästi tai muuttuvat äkillisesti huonommaksi, voi kyseessä olla sepelvaltimotautikohtaus, joka on syytä diagnosoida päivystyksellisesti (2). Toisin kuin akuutissa sepelvaltimotautikohtauksessa, kroonista sepelvaltimotautia epäiltäessä diagnosointi voidaan tehdä kiireettömästi. Ennustetta parantavan lääkityksen ja tarvittaessa oirelääkityksen tarve on kuitenkin syytä harkita kliinisen arvion perusteella jo ennen diagnostisten tutkimusten tekemistä (1).

Riskitekijöiden lukumäärä	Muu kipu						Epätypillinen rintakipu tai hengenahdistus						Tyypillinen rintakipu					
	Naiset			Miehet			Naiset			Miehet			Naiset			Miehet		
	0-1	2-3	4-5	0-1	2-3	4-5	0-1	2-3	4-5	0-1	2-3	4-5	0-1	2-3	4-5	0-1	2-3	4-5
Ikä 30-39 v	0	1	2	1	2	5	0	1	3	2	4	8	2	5	10	9	14	22
Ikä 40-49 v	1	1	3	2	4	8	1	2	5	3	6	12	4	7	12	14	20	27
Ikä 50-59 v	1	2	5	4	7	12	2	3	7	6	11	17	6	10	15	21	27	33
Ikä 60-69 v	2	4	7	8	12	17	3	6	11	12	17	25	10	14	19	32	35	39
Ikä 70-80 v	2	7	11	15	19	24	6	10	16	22	27	34	16	19	23	44	44	45

Riskitekijät: sukurasite, tupakointi, dyslipidemia, diabetes, verenpainetauti

KUVA 1. Ahtauttavan sepelvaltimotaudin kliininen ennakkotodennäköisyys (%) iän, sukupuolen, oireiden ja riskitekijöiden lukumäärän perusteella esitettynä prosentuaalisena osuutena potilaista. Sininen väri kuvaa erittäin pientä kliinistä ennakkotodennäköisyyttä, vihreä pientä ja keltainen suurentunutta kliinistä ennakkotodennäköisyyttä. Arvot ovat arvioita 35-, 45-, 55-, 65- ja 75-vuotiaista potilaista ja pyöristetty lähimpään kokonaislukuun (1,5).

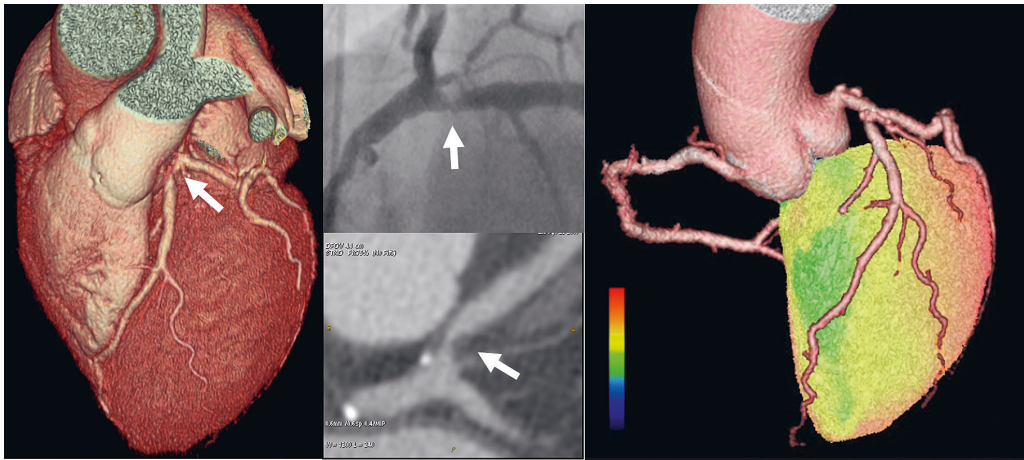
Sepelvaltimotaudin diagnostisia tutkimuksia ei suositella oireettomien potilaiden systemaattiseen seulontaan (1). Vaikka diagnostiset tutkimukset tarkentavat valtimotautitapahtuman riskin arviota kliiniseen arvioon verrattuna, riskitekijöiden hoito niiden perusteella ei ole vähentänyt tapahtuman riskiä verrattuna kliinisiin riskitekijöihin perustuvaan hoitoon (3,4).

Kliinisellä ennakkotodennäköisyydellä tarkoitetaan ahtauttavan sepelvaltimotaudin todennäköisyyttä kliinisten esitetietojen perusteella, kun huomioidaan taudin yleisyys väestötasolla. Ennakkotodennäköisyyden arviointi auttaa käyttämään oikein sepelvaltimotaudin diagnostisia tutkimuksia, koska tutkimustuloksen luotettavuus riippuu taudin ennakkotodennäköisyydestä. Ahtauttava sepelvaltimotauti löytyy nykyisin selvästi aiempaa harvemmin potilailta, joita tutkitaan rintakivun vuoksi (5-7). **KUVASSA 1** esitetään ahtauttavan sepelvaltimotaudin ennakkotodennäköisyys rintakivun tyyppin, iän, sukupuolen ja valtimotaudin riskitekijöiden (tupakointi, verenpainetauti, diabetes, dyslipidemia ja sukurasite) lukumäärän perusteella perustuen tuoreeseen, yli 40 000 sepelvaltimotaudin epäilyn vuoksi tutkitun potilaan aineistoon (1,5). Sepelvaltimotautiin viittaavat muutokset lepo-EKG:ssä (Q-aallot, ST-muutokset) ja kaikukuvauksessa havaitut paikalliset häiriöt vasemman kammio supistumisessa lisäävät taudin todennäköisyyttä.

Sepelvaltimoiden kalkkikuvaus ei sinänsä sovellu ahtauttavan sepelvaltimotaudin toteamiseen, mutta silloin kun tieto sepelvaltimokalkin määrästä on saatavissa, siitä on hyötyä taudin ennakkotodennäköisyyden arvioinnissa, koska sepelvaltimokalkki on ateroskleroosin merkki (5). Varsinaisen sepelvaltimoiden kalkkikuvaus lisäksi näkyvät ainakin runsaat sepelvaltimokalkit esimerkiksi keuhkojen, aortan tai keuhkoemboliaepäilyn vuoksi tehdyssä tietokonetomografiassa (TT). Sepelvaltimokalkin puuttuessa ahtauttava tauti löytyy harvoin, ja toisaalta taudin todennäköisyys suurenee kalkin määrän lisääntyessä (5).

Kun kliininen ennakkotodennäköisyys on erittäin pieni (pienempi tai yhtäsuuri kuin 5%), on todennäköistä, että potilaan oireet johtuvat muusta syystä kuin sepelvaltimotaudista ja sydäntapahtuman riski on pieni (vuotuinen riski alle 1%) (5,8,9). Tässä potilasryhmässä väärän positiivisen tuloksen mahdollisuus on suhteellisesti suuri, kun käytetään kajoamatonta diagnostista tutkimusmenetelmää, eikä jatkotutkimuksia yleensä tulisi tehdä (1).

Mikäli ahtauttava sepelvaltimotauti ei ole suljettavissa pois kliinisen ennakkotodennäköisyyden perusteella (kliininen ennakkotodennäköisyys yli 5%), diagnostiset tutkimukset auttavat selvittämään, onko oireiden taustalla sepelvaltimotauti. Kun kliininen ennakkotodennäköisyys on pieni (suurempi kuin 5% -



KUVA 2. Vasemman eteen laskevan sepelvaltimon alkuosan ahtauma (nuolet) sepelvaltimoiden TT:ssä (vasemmalla kolmiulotteinen kuva, keskellä alhaalla leikekuva). Oikealla saman potilaan fuusiokuva, jossa näkyvät sepelvaltimoiden kulku TT:ssä ja PET:llä mitattu sydänlihaksen verenvirtaus adenosiniinestien aikana (sydänlihaksen vihreä väri kuvastaa heikentynyttä verenvirtausta eteen laskevan haaran suonittamalla alueella). Merkittävä ahtauma (nuoli) havaittiin myös sepelvaltimoiden kajoavassa varjoainekuvauksessa (keskellä ylhäällä).

pienempi tai yhtäsuuri kuin 15 %), löytyy ennusteen kannalta merkittävä sepelvaltimotauti vain harvoin ja diagnostisia tutkimuksia tulee käyttää harkiten (1,7–9). Kun kliininen ennakkotodennäköisyys on suurentunut (yli 15 %), diagnostisten tutkimusten hyöty on suurin.

Kliininen rasituskoee

Kliinisessä rasituskoeksessa ahtauttavan sepelvaltimotaudin aiheuttama sydänlihaskemia voidaan todeta tyypillisten oireiden ja EKG-muutosten perusteella (10). Kuvantamistutkimuksiin verrattuna rasitus-EKG:n diagnostinen osuvuus on selvästi huonompi erityisesti EKG:n tulkinnan osalta (11). Kun sepelvaltimotaudin ennakkotodennäköisyys on pieni, väärän positiivisen tuloksen mahdollisuus on suuri (11,12). Potilailla, joiden ennakkotodennäköisyys on suurentunut, ahtauttava sepelvaltimotauti ei puolestaan aina näy EKG:ssä, joka ei riitä varmistamaan tai poissulkemaan sepelvaltimotautia (11).

Rasituskoee puoltaa kuitenkin paikkaansa valikoiduille potilaille, koska sen avulla saadaan hyödyllistä tietoa rasitukseen liittyvistä oireista, rytmihäiriöistä, suorituskyvystä ja ennusteesta, mikä voi auttaa tarkempien tutkimusten tarpeen arvioinnissa ja hoitolinjan valinnassa (1,10). Rasituskoeksessa tärkeäksi todettuja se-

pelvaltimotaudin huonoa ennustetta kuvaavia löydöksiä ovat kevyessä rasituksessa ilmaantuva tyypillinen rintakipuoire tai iskeeminen EKG-muutos, suuri tai laaja-alainen iskeeminen EKG-muutos, heikko suorituskyky, poikkeava verenpainevaste ja kammiorytmihäiriöt (1,10). Kun rasituskoeken löydös on normaali ja kliininen ennakkotodennäköisyys pieni, ahtauttava tauti on erittäin epätodennäköinen eikä jatkotutkimuksia tarvita (13). Kun kuvantamistutkimuksia ei ole saatavilla, kliinistä rasituskoetta voidaan käyttää muutenkin toissijaisena diagnostisena vaihtoehtona (1).

Sepelvaltimoiden tietokonetomografia

Sepelvaltimoiden TT mahdollistaa sepelvaltimoiden anatomian tarkan kajoamattoman kuvantamisen laskimoon annettavan varjoaineen avulla (KUVA 2). Ahtaumien toteamisessa sepelvaltimoiden TT on erittäin herkkä menetelmä (herkkyys ja negatiivinen ennustearvo yli 95 %) ja mahdollistaa sepelvaltimotaudin sulkemisen pois luotettavasti (11,14). Sepelvaltimoiden TT soveltuu ahtauttavan sepelvaltimotaudin poissulkemiseen valikoiduilta oireisilta potilailta, joilla taudin kliininen ennakkotodennäköisyys on pieni (5–15 %) tai suurentunut (yli 15 %) (1). Tutkimusta voidaan myös harkita, jos oirei-

selta potilaalta halutaan varmuudella sulkea pois ahtauttava sepelvaltimotauti huolimatta erittäin pienestä ennakkotodennäköisyydestä (1).

Sepelvaltimoiden TT:ssä näkyvät ahtaumien lisäksi synnynäiset rakennepoikkeavuudet ja sepelvaltimoita ahtauttamaton ateroskleroosi, joka ei selitä potilaan kokemia oireita. TT:ssä todetun ateroskleroosin tai ahtauman hemodynaamisen merkittävyyden arvioiminen voi edellyttää jatkotutkimuksia muilla kuvantamismenetelmillä, sillä TT ei anatomisena kuvantamismenetelmänä anna suoraa tietoa sydänlihaksen iskemiasta.

Sepelvaltimoiden TT on osoittautunut suurissa, etenevissä tutkimuksissa hyväksi vaihtoehdoksi tavanomaisille sydänlihaskemian osoitukseen perustuvilla tutkimuksilla ja sepelvaltimoiden kajoavalle varjoainekuvaukselle (15–17). Satunnaistetussa SCOT-HEART-tutkimuksessa noin 4 000 rintakipupotilaalle tehtiin ensivaiheessa joko kliininen rasituskoe tai tämän lisäksi sepelvaltimoiden TT (16). Keskimäärin viiden vuoden seurannan aikana sepelvaltimotaudista johtuvia kuolemia tai sydäninfarkteja oli vähemmän potilailla, joille tehtiin TT (2,3 % vs 3,9 %). Ryhmien revascularisaatiomäärät eivät eronneet merkittävästi, mutta sepelvaltimoiden TT:n jälkeen käytettiin valtimotaudin ennustetta parantavaa lääkehoitoa useammin kuin pelkän kliinisen rasituskoeen jälkeen (18).

DISCHARGE-monikeskustutkimuksessa puolet noin 3 500 potilaasta satunnaistettiin sepelvaltimoiden kajoavan varjoainekuvauksen sijasta tehtävään sepelvaltimoiden TT:hen (17). Sepelvaltimoiden TT:ssä 13 %:lta potilaista löytyi ahtauttava tauti, joka hoidettiin pallolajennuksella tai ohitusleikkauksella, eikä neljän vuoden seurannan jälkeen rintakipuoireiston yleisyydessä ollut ero ryhmien välillä. Sydän-sairauksiin liittyviä kuolemia, sydäninfarkteja tai aivohalvauksia ilmeni seurannan aikana yhtä vähän TT:n ja kajoavan varjoainekuvauksen jälkeen (2,1 % ja 3,0 %). Merkittäviä tutkimus- ja hoitotoimenpiteisiin liittyviä haittoja ilmaantui sepelvaltimo-TT-ryhmässä 0,5 %:lle ja varjoainekuvausryhmässä 1,9 %:lle potilaista.

Sepelvaltimoiden TT:n käyttö on lisääntynyt kroonisen sepelvaltimo-oireyhtymän

diagnostiikassa viime vuosina, ja oikea potilasvalinta on tärkeää, koska sepelvaltimoiden TT-löydökset voivat johtaa tarpeettomiin lisätutkimuksiin, kun potilailla on runsaasti sepelvaltimokalkkia tai kuvanlaatu on huono. Sepelvaltimoiden TT:n luotettava tulkinta edellyttää myös koulutusta ja kokemusta (19). Runsas sepelvaltimokalkki vaikeuttaa ahtaumien arvioimista TT:ssä ja voi aiheuttaa erityisesti vääriä positiivisia löydöksiä. Sepelvaltimokalkin todennäköisyys lisääntyy iän myötä, ja iäkkäiden osalta sepelvaltimoiden TT-löydösten kliininen merkitys on vähäisempi kuin nuorempien (20).

Sepelvaltimokalkki on yleinen löydös potilailla, joilla on aiemmin todettu sepelvaltimotauti tai muu ateroskleroottinen sairaus (1). Lisäksi sepelvaltimoiden TT:ssä on vaikea arvioida sepelvaltimostenttien sisäisiä ahtaumia, ellei kyseessä ole halkaisijaltaan suurikokoinen stentti. Ohitussiirteet näkyvät TT:ssä hyvin, mutta ahtaumien arvioiminen on vaikeaa siirteiden saumakohdissa ja vastaanottavissa, usein kalkkisissa suonissa. Epäsäännöllinen syke (runsaasti lisälyöntejä tai eteisvärinä) tai nopea syke, jota ei ole mahdollista lääkityksellä hidastaa, voivat ratkaisevasti huonontaa kuvanlaatua. Myös huomattava ylipaino huonontaa kuvanlaatua.

Jos sepelvaltimotauti on ennestään tiedossa, sepelvaltimokalkkien todennäköisyys on muuten suuri tai diagnostinen kuvanlaatu on epätodennäköinen epäsäännöllisen sykkeen, nopean sykkeen tai huomattavan ylipainon vuoksi, kannattaa sepelvaltimoiden TT:n sijaan käyttää muuta diagnostista tutkimusta. Lisäksi tulee huomioida mahdollinen yliherkkyys jodivarjoaineille sekä tutkimuksen aiheuttama ionisoiva säderasite, joka on kohtalainen (1–5 mSv), kun käytetään asianmukaista tekniikkaa (21).

Kaikille potilaille, joilla sepelvaltimoiden TT:ssä todetaan ahtauttava sepelvaltimotauti, tulee aloittaa ennustetta parantava lääkehoito ja tarvittaessa oireita lievittävä lääkehoito (1). Runsas sepelvaltimoiden ateroskleroosi on merkki erityisen suuresta valtimotautiriskistä ahtaumasta riippumatta, mikä tulee huomioida riskitekijöiden hoidon tavoitteissa (1). Vaikka ahtauttavaa tautia ei todeta, statiinin käyttöön liittyy pienempi sydäninfarktin ja kuoleman

riski, kun sepelvaltimoissa on ateroskleroosia, ja ero statiinia käyttämättömiin henkilöihin on sitä suurempi, mitä enemmän ateroskleroosia on (22,23).

Toisin kuin kolesterolipitoisuutta pienentävällä lääkehoidolla, asetyylisalisyylihapolla ei näytä olevan ennustetta parantavaa vaikutusta, ellei kyseessä ole ahtauttava sepelvaltimotauti (22). Suureen valtimotautitapahtuman riskiin viittaavia löydöksiä ovat ahtauma vasemman sepelvaltimon päärungossa, ahtauttava kolmen suonen sepelvaltimotauti ja ahtauma vasemman eteen laskevan sepelvaltimohaaran alkuosassa (24). Nämä voivat olla sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen aiheita oireista riippumatta, mikäli revaskularisaatiota (pallolaajennus tai ohitusleikkaus) harkitaan ennusteen parantamiseksi (1).

Sydänlihasiskemian osoitus kuvantamisella

Ahtauttavan sepelvaltimotaudin aiheuttama sydänlihasiskemia voidaan todeta kajoamatomasti rasisutuskaukukuvaauksessa sekä sydänlihasen verenvirtauksen magneettikuvaauksessa, isotooppitutkimuksessa (SPECT-tutkimus) tai positroniemissiotomografiassa (PET). Sydänlihasiskemian osoitukseen perustuvat kuvantamismenetelmät näyttävät hemodynaamisesti merkittävän, oireita aiheuttavan sepelvaltimotaudin tarkemmin kuin sepelvaltimoiden anatominen kuvantaminen TT:lla (11,24–26). Ne soveltuvat ahtauttavan sepelvaltimotaudin toteamiseen, kun oireisten potilaiden taudin kliininen ennakkotodennäköisyys on suurentunut, mukaan lukien iäkkäät potilaat ja potilaat, joiden sepelvaltimotauti on ennestään tiedossa (1). Sydänlihasiskemia voidaan osoittaa kuvantamistutkimuksilla käyttämällä lääkerasitusta myös silloin kun fyysinen rasisutustesti ei ole mahdollinen.

Rasisutuskaukukuvaauksessa ahtauttava sepelvaltimotauti näkyy iskemian aiheuttamana supistumishäiriönä (27). Tutkimuksen luotettava tulkinta vaatii osaamista, ja sen käyttö sepelvaltimotaudin diagnostiikassa on ollut Suomessa varsin vähäistä samoin kuin sydänlihasen verenvirtauksen magneettikuvaauksen (27). Sy-

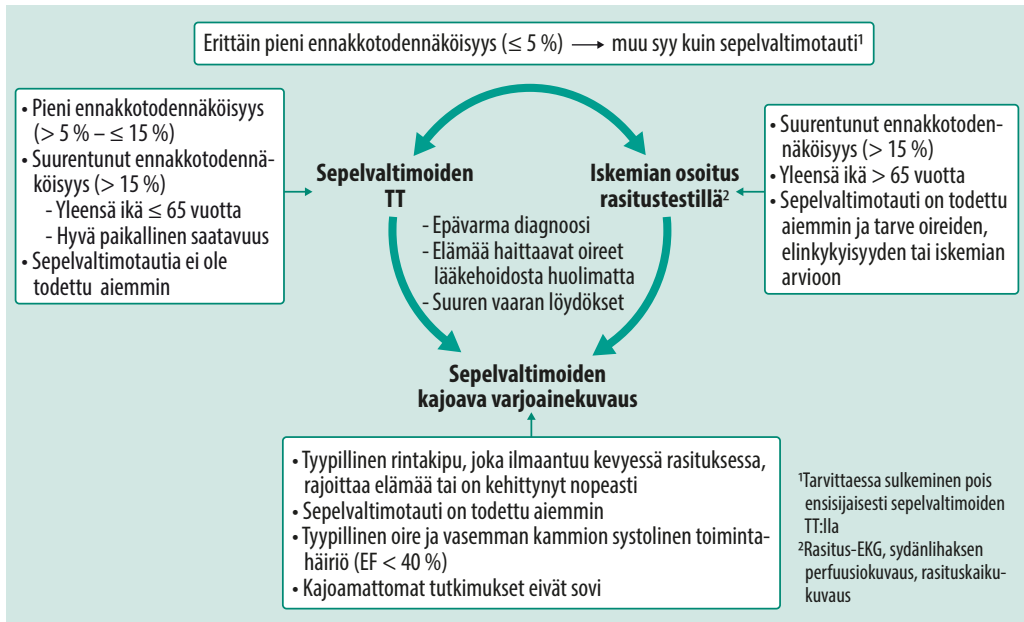
Ydinasiat

- ▶ Sepelvaltimotaudin ennakkotodennäköisyys auttaa kohdistamaan diagnostiset tutkimukset oikein.
- ▶ Sepelvaltimoiden tietokonetomografian avulla on mahdollista sulkea pois ahtauttava sepelvaltimotauti luotettavasti.
- ▶ Sydänlihasiskemian toteamiseen perustuvat tutkimukset auttavat selvittämään, aiheutuvatko potilaan oireet sepelvaltimotaudista.
- ▶ Osa potilaista voidaan lähettää suoraan sepelvaltimoiden kajoavaan varjoainekuvaukseen.
- ▶ Diagnostinen tutkimus tulisi valita sepelvaltimotaudin diagnostiikkaan ja hoitoon perehtyneen lääkärin toimesta tai paikallisten hoitoketujen mukaisesti.

dänlihasen verenvirtauksen SPECT- ja PET-kuvaukset tehdään käyttämällä radioaktiivista merkkiainetta, jonka pitoisuus sydänlihaksessa kuvastaa verenvirtauksen määrää (28). Ahtauttava sepelvaltimotauti näkyy isotooppitutkimuksessa rasisutuksessa muuta sydänlihasta vähäisempänä merkkiaineen kertymänä tai PET:ssä poikkeavan vähäisenä sydänlihasen verenvirtauksena (**KUVA 2**) (28,29).

PET:llä on mahdollista mitata sydänlihasen verenvirtauksen määrä kvantitatiivisesti, mikä parantaa tutkimuksen herkkyyttä ahtauttavan sepelvaltimotaudin toteamisessa ja auttaa määrittämään sepelvaltimotaudin laajuuden tarkasti (11,25,28–30). Lisäksi PET voi auttaa tunnistamaan pienten sepelvaltimoiden toiminnallisesta häiriöstä johtuvan sydänlihasen heikentyneen verenvirtauksen, mikä voi pienellä osalla potilaista selittää krooniselle sepelvaltimo-oireyhtymälle tyypillisiä oireita riippumatta ahtauttavasta sepelvaltimotaudista (31).

Sydänlihasen verenvirtauksen isotooppitutkimus SPECT-kameralla on hyvän saatavuuden ansiosta eniten käytetty sydänlihasiskemian kajoamaton kuvantamistutkimus. Sydänlihasen verenvirtauksen PET-tutkimukseen soveltuvien merkkiaineiden lyhyt puoliintumisaika ra-



KUVA 3. Rintakipupotilaan tutkimusstrategian suuntaviivoja epäiltäessä kroonista ahtauttavaa sepelvaltimotautia (1).

joittaa tutkimuksen käytön sairaaloihin, joissa on niiden tuotantoon sopiva syklotroni tai generaattori. Suomessa PET on käytössä sepelvaltimotaudin diagnostiikassa Tyksissä, KYS:ssä ja HUS:ssa.

Sepelvaltimoiden TT:n jälkeen osan potilasta (omassa aineistossamme noin joka kolmannella) osalta ei ole varmaa, ovatko havaitut ahtaumat hemodynaamisesti merkittäviä ja siten oireiden taustalla (29,32,33). Tällöin kajoamattomilla toiminnallisilla kuvantamismenetelmillä, kuten sydänlihaksen verenvirtauksen PET:illä, on mahdollista todeta tai poissulkea merkittävän ahtauman aiheuttama sydänlihaskemia ilman sepelvaltimoiden kajoavaa varjoainekuvauksia (KUVA 2) (33,34).

Iskemian kuvantamistutkimuksissa suureen valtimotautitapahtuman riskiin viittaa laaja-alainen tai kevyessä rasituksessa ilmaantuva iskemia (24). Kun vasemman sepelvaltimon päärunkoahtaumaa ei ole, revaskularisaation ei ole todettu merkittävästi vähentävän kuolleisuutta tai sydäntapahtuman riskiä, mutta sen on havaittu lievittävän kroonisen sepelvaltimotaudin oireita paremmin kuin lääkähoidon yksinään (35–37). Toisin kuin sepelvaltimoiden TT:ssä, suonta ahtauttamaton ateroskleroosi ei sydän-

lihaskemian osoitusmenetelmillä näy, joten riskitekijöiden hoito on tärkeää huomioida silloinkin kun iskemiaa ei todeta (1).

Sepelvaltimoiden kajoava varjoainekuvau

Sepelvaltimoiden kajoava varjoainekuvau mahdollistaa suonten tarkan anatomisen kuvantamisen ja ahtauman hemodynaamisen merkittävyyden varmentamisen painevaijeritutkimuksella. Nykyisen tutkimusnäytön perusteella pallolaajennuksella tai ohitusleikkauksella tapahtuvan revaskularisaation tulisi perustua sekä anatomiseen löydökseen että ahtauman hemodynaamisen merkityksen arviointiin (24,38). Siten ennen revaskularisaatiopäätöstä suositellaan ahtauman hemodynaamisen merkityksen tutkimista joko kajoavan varjoainekuvauksen yhteydessä tai kajoamattomalla iskemian osoitusmenetelmällä (1). Ellei ahtauma ole hyvin tiukka (yli 90%), sen hemodynaamista merkitystä ei voida arvioida luotettavasti anatomisen vaikeusasteen perusteella (1,11).

Sepelvaltimoiden kajoava varjoainekuvau on tarpeen ennen revaskularisaatiota, joka voidaan usein tehdä myös diagnostisen kuvauk-

sen yhteydessä. Osa potilaista voidaan lähettää suoraan sepelvaltimoiden varjoainekuvaukseen ilman kajoamattomia tutkimuksia turhien tutkimusten ja viiveiden välttämiseksi. Näin on esimerkiksi silloin, kun potilaalla on sepelvaltimotaudille tyyppinen oireisto, joka ilmaantuu kevyessä rasituksessa ja rajoittaa elämää. Lisäksi varjoainekuvauksen yleensä ensisijainen tutkimus, kun epäillä sepelvaltimotaudin aiheuttaneen vasemman kammion systolisen toiminnan heikentymisen (1). Kun aiemmin todettu sepelvaltimotauti oireilee lääkehoidosta huolimatta tai havaitaan suuren valtimotautitapahtuman riskiin viittaavia löydöksiä, voi sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen olla aiheellinen hoitomahdollisuuksien arvioimiseksi (1).

Lopuksi

Ahtauttavan sepelvaltimotaudin diagnostisen tutkimuksen valinnan suuntaviivoja on koottu

ANTTI SARASTE, professori, ylilääkäri

Sydänkeskus, Turun yliopistollinen keskussairaala ja Turun yliopisto

TEEMU MAANIITTY, LT, erikoislääkäri

Kliininen fysiologia, isotooppi- ja PET-tutkimukset sekä PET-keskus, Turun yliopistollinen keskussairaala ja Turun yliopisto

JUHANI KNUUTI, professori, erikoislääkäri

Kliininen fysiologia, isotooppi- ja PET-tutkimukset sekä PET-keskus, Turun yliopistollinen keskussairaala ja Turun yliopisto

KIRJALLISUUTTA

1. Krooninen sepelvaltimo-oireyhtymä. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2022 [päivitetty 28.6.2022]. www.kaypahoito.fi.
2. Sepelvaltimotautihoito. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2022 [päivitetty 23.3.2022]. www.kaypahoito.fi.
3. Clerc OF, Fuchs TA, Stehli J, ym. Non-invasive screening for coronary artery disease in asymptomatic diabetic patients: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018;19:838–46.
4. Lindholt JS, Søgaard R, Rasmussen LM, ym. Five-year outcomes of the Danish cardiovascular screening (DANCAVAS) trial. *N Engl J Med* 2022;387:1385–94.
5. Winther S, Schmidt SE, Mayrhofer T, ym. Incorporating coronary calcification into pre-test assessment of the likelihood of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:2421–32.
6. Juarez-Orozco LE, Saraste A, Capodanno D, ym. Impact of a decreasing pre-test probability on the performance of diagnostic tests for coronary artery disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2019;20:1198–207.
7. Winther S, Schmidt SE, Rasmussen LD, ym. Validation of the European Society of Cardiology pre-test probability model for obstructive coronary artery disease. *Eur Heart J* 2021;42:1401–11.
8. Foldyna B, Udelson JE, Karady J, ym. Pretest probability for patients with suspected obstructive coronary artery disease: re-evaluating Diamond-Forrester for the contemporary era and clinical implications: insights from the PROMISE trial. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018;20:574–81.
9. Reeh J, Thering CB, Heitmann M, ym. Prediction of obstructive coronary artery disease and prognosis in patients with suspected stable angina. *Eur Heart J* 2018;40:1426–35.
10. Laukkanen J, Nieminen T, Savonen K, ym. Kliinisen rasisutskokeen käyttö sydänsairauksissa. Suomen kardiologisen seuran suositus. *Suom Lääkäril* 2016;9:633–44.
11. Knuuti J, Ballo H, Juarez-Orozco LE, ym. The performance of non-invasive tests to rule-in and rule-out significant coronary artery stenosis in patients with stable angina: a meta-analysis focused on post-test disease probability. *Eur Heart J* 2018;39:3322–30.

KUVAAN 3. Ahtauttavaa sepelvaltimotautia epäiltäessä diagnostisen tutkimuksen tarkemman valinnan tulisi perustua kroonisen sepelvaltimo-oireyhtymän diagnostiikkaan ja hoitoon hyvin perehtyneen lääkärin arvioon ja alueelliseen hoitoketjuun, jotta turhat tutkimukset ja viiveet vältettäisiin. Myös tutkimusten saataavuus tulee huomioida (1).

Sepelvaltimotaudin diagnostiset kuvantamismenetelmät kehittyvät nopeasti: esimerkiksi sepelvaltimoiden TT:n kuvanlaatu on parantunut, ahtauman hemodynaamisen merkityksen osoitukseen kehitetään uusia menetelmiä ja tekoäly voi auttaa tunnistamaan suurta sydäninfarktin riskiä ennakoivia ateroskleroosimuutoksia (39). Nykyaikaisten sepelvaltimotaudin diagnosointimenetelmien järkevä käyttö vaatii yhä enemmän asiantuntemusta ja todennäköisesti lisää kardiologien työtä sekä tutkimuskaasiteetin ja asiantuntevan tutkimusten tulkin tarvetta. ■

TEEMAN TOIMITTAJAT

Valterti Uusitalo, Suvi Syväranta ja Helka Parviainen

SIDONNAISUUDET

Antti Saraste: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Abbott, Astra Zeneca, BMS, Janssen, Novartis, Pfizer), kongressit ja seminaarit (Bayer), luottamustoimet (Sydäntutkimussäätiö), muut sidonnaisuudet (+ innovations Oy)

Teemu Maaniitty: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (iRad Molecular Imaging Oy), luottamustoimet (Lääketeieteellinen radioisotoppiyhdistys)

Juhani Knuuti: Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (GE Healthcare, Synectik), luottamustoimet (ESC Clinical Guidelines committee, Kulttuurirahasto)

12. Meinander T, Saraste A, Porela P. Kliininen rasisutskoe ahtauttavan sepevaltimo-taudin toteamisessa pienen ennakkotodennäköisyyden potillailla. *Duodecim* 2019;135:2104.
13. Rasmussen LD, Schmidt SE, Knuuti J, ym. Exercise electrocardiography for pre-test assessment of the likelihood of coronary artery disease. *Heart* 2024;110:263–70.
14. Menke J, Kowalski J. Diagnostic accuracy and utility of coronary CT angiography with consideration of unevaluable results: a systematic review and multivariate Bayesian random-effects meta-analysis with intention to diagnose. *Eur Radiol* 2016;26:451–8.
15. Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR, ym. Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease. *N Engl J Med* 2015;372:1291–300.
16. SCOT-HEART investigators. Coronary CT angiography and 5-year risk of myocardial infarction. *N Engl J Med* 2018;379:924–33.
17. DISCHARGE Trial Group. CT or invasive coronary angiography in stable chest pain. *N Engl J Med* 2022;386:1591–602.
18. Williams MC, Hunter A, Shah ASV, ym. Use of coronary computed tomographic angiography to guide management of patients with coronary disease. *J Am Coll Cardiol* 2016;67:1759–68.
19. Lu MT, Meyersohn NM, Mayrhofer T, ym. Central core laboratory versus site interpretation of coronary CT angiography: agreement and association with cardiovascular events in the PROMISE trial. *Radiology* 2018;287:87–95.
20. Lowenstern A, Alexander KP, Hill CL, ym. Age-related differences in the noninvasive evaluation for possible coronary artery disease: insights from the prospective multicenter imaging study for evaluation of chest pain (PROMISE) trial. *JAMA Cardiol* 2020;5:193–201.
21. Gimelli A, Achenbach S, Buechel RR, ym. Strategies for radiation dose reduction in nuclear cardiology and cardiac computed tomography imaging: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), the Cardiovascular Committee of European Association of Nuclear Medicine (EANM), and the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *Eur Heart J* 2018;39:286–96.
22. Chow BJ, Small G, Yam Y, ym. Prognostic and therapeutic implications of statin and aspirin therapy in individuals with nonobstructive coronary artery disease: results from the CONFIRM (coronary CT angiography evaluation for clinical outcomes: an international multicenter registry) registry. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2015;35:981–9.
23. Øvrehus KA, Diederichsen A, Grove EL, ym. Reduction of myocardial infarction and all-cause mortality associated to statins in patients without obstructive CAD. *JACC Cardiovasc Imaging* 2021;14:2400–10.
24. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, ym. 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J* 2020;41:407–77.
25. Danad I, Rajmakers PG, Driessen RS, ym. Comparison of coronary CT angiography, SPECT, PET, and hybrid imaging for diagnosis of ischemic heart disease determined by fractional flow reserve. *JAMA Cardiol* 2017;2:1100–7.
26. Al-Lamee RK, Shun-Shin MJ, Howard JP, ym. Dobutamine stress echocardiography ischemia as a predictor of the placebo-controlled efficacy of percutaneous coronary intervention in stable coronary artery disease: the stress echocardiography-stratified analysis of ORBITA. *Circulation* 2019;140:1971–80.
27. Loimaala A, Saraste A. Sydämen rasisutskokuvauks. *Duodecim* 2021;137:2543–52.
28. Laitinen T, Knuuti J. Sydämen PET-tutkimukset. *Duodecim* 2020;136:1102–9.
29. Danad I, Uusitalo V, Kero T, ym. Quantitative assessment of myocardial perfusion in the detection of significant coronary artery disease: cutoff values and diagnostic accuracy of quantitative [(15)O]H₂O PET imaging. *J Am Coll Cardiol* 2014;64:1464–75.
30. Kajander SA, Joutsiniemi E, Saraste M, ym. Clinical value of absolute quantification of myocardial perfusion with (15)O-water in coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:678–84.
31. Stenström I, Maaniitty T, Uusitalo V, ym. Frequency and angiographic characteristics of coronary microvascular dysfunction in stable angina: a hybrid imaging study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;18:1206–13.
32. Maaniitty T, Stenström I, Bax JJ, ym. Prognostic value of coronary CT angiography with selective PET perfusion imaging in coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging* 2017;10:1361–70.
33. Stenström I, Maaniitty T, Uusitalo V, ym. Absolute stress myocardial blood flow after coronary CT angiography guides referral to invasive angiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2019;12:2266–7.
34. Kajander S, Joutsiniemi E, Saraste M, ym. Cardiac positron emission tomography/computed tomography imaging accurately detects anatomically and functionally significant coronary artery disease. *Circulation* 2010;122:603–13.
35. Maron DJ, Hochman JS, Reynolds HR, ym. Initial invasive or conservative strategy for stable coronary disease. *N Engl J Med* 2020;382:1395–407.
36. Spertus JA, Jones PG, Maron DJ, ym. Health-status outcomes with invasive or conservative care in coronary disease. *N Engl J Med* 2020;382:1408–19.
37. Rajkumar CA, Foley MJ, Ahmed-Jushuf F, ym. A placebo-controlled trial of percutaneous coronary intervention for stable angina. *N Engl J Med* 2023;389:2319–30.
38. Zimmermann FM, Omerovic E, Fournier S, ym. Fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention vs. medical therapy for patients with stable coronary lesions: meta-analysis of individual patient data. *Eur Heart J* 2019;40:180–6.
39. Dodd JD, Leipsic JA. Evolving developments in cardiac CT. *Radiology* 2023;307:e222827.