

Olli Lappi, Emmi Castrén, Miia Holmström ja Marjut Varpula

## Salakavalat sepelvaltimoanomaliat

Aikuispotilaan akuutin sepelvaltimotapahtuman tai elvytyksen taustalta löytyy useimmiten sepelvaltimotauti. Kuitenkin etenkin nuorten aikuisten osalta akuutin sydäntapahtuman mahdollisina aiheuttajina pitää muistaa myös sepelvaltimoiden anomaliat. Ne ovat merkittävä tekijä urheilijoiden äkkikuolemista. Sepelvaltimoanomalian anatomiset löydökset, oirekuva ja iskemiamuutokset vaikuttavat hoitoratkaisuihin. Oleellista on arvioida anomalian aiheuttama vakavien sydäntapahtumien tai äkkikuoleman riski. Kuvaamme kolme aikuispotilasta, joiden vakavan äkillisen sydäntapahtuman taustalta löytyi synnynnäinen sepelvaltimoanomalia.

Sepelvaltimoiden anomaliat sisältävät laajan joukon tiloja, joissa minkä tahansa pääsepelvaltimon lähtö suuresta suonesta, kulku sydämen pinnalla tai muoto on poikkeava. Sepelvaltimoanomaliat voivat esiintyä yksinään tai liittyä laajempiin synnynnäisiin poikkeavuuksiin (1,2). Äkkikuolleista urheilijoista 5–17 %:lla todetaan sepelvaltimoanomalia (3).

### Omat potilaat

**POTILAS 1.** Aiemmin terve ja liikunnallinen 44-vuotias nainen lyhyesti äkillisesti juoksutapahtumassa. Ensihoito totesi alkurytminä kammiovärinän, joka palautettiin yhdellä iskulla sinusrytmiin 12 minuutin kuluttua hätäpuhelusta. Alkuvaiheen sydänfilmissä todettiin laajoja ST-tason laskuja, jotka sopivat iskemiaan.

Teho-osastolla sydämen kaikukuvauksessa vasen kammio toimi moitteettomasti. Poikkeavina löydöksinä todettiin toiminnaltaan normaali kaksipurjeinen aorttaläppä, keskivaikkea prolapsipohjaiseksi arvioitu hiippaläpän vuoto sekä diastolista virtausta kammioväliseinäessä. Nämä herättivät epäilyn sepelvaltimoanomaliasta. Plasman troponiini I (TnI) -pitoisuus suureni maltillisesti arvoon 3 841 ng/l (viitearvo alle 45 ng/ml).

Jatkotutkimuksena tehtiin sydämen magneettikuvaus, jossa todettiin normaalikokoiset kammiot ja normaali systolinen toiminta. Vasemmassa kammiossa havaittiin epäsymmetristä hypertrofiaa, mutta hyperτροφisen kardiomyopatian kriteerit eivät täytyneet. Anteroseptaalisesti todettiin subendokardiaalista jälkitechostumaa, joka sopi infarktin jälkitalaan. Lisäksi inferiorisesti havaittiin putkimaisia rakenteita, jotka viittasivat sepelvaltimoanomaliaan tai fisteliin.

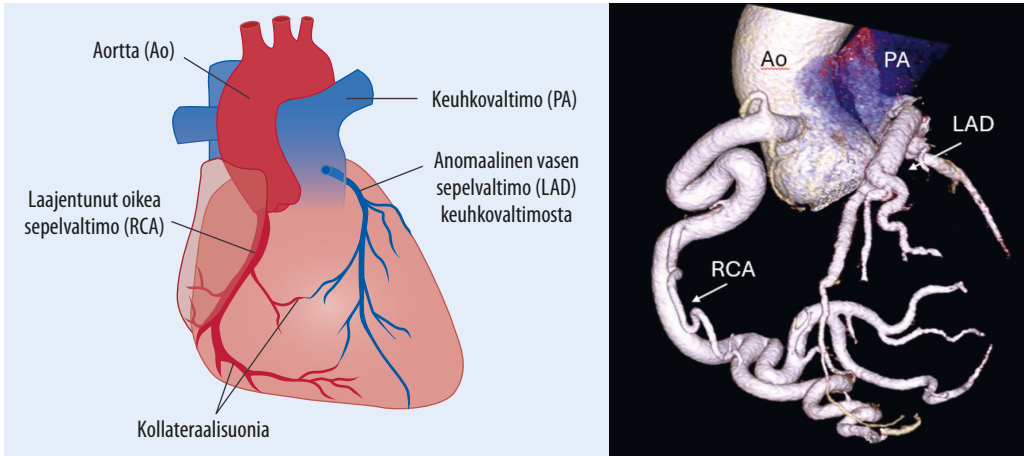
Potilaalle tehtiin seuraavaksi sepelvaltimoiden tietokonetomografia (TT), jossa todettiin, että vasen sepelvaltimopäärunko lähti keuhkovaltimosta (anomalous left coronary from the pulmonary artery, ALCAPA). Oikea sepelvaltimo oli tavanomaisella paikallaan mutta kauttaaltaan laajentunut, ja lisäksi todettiin kollateraalisuonitusta sepelvaltimoiden välillä (**KUVA 1**). Vasen sepelvaltimo täyttyi kollateraalien kautta aina keuhkovaltimorunkoon saakka.

Potilas toipui elvytystilanteesta hyvin, ja sepelvaltimoanomalian vuoksi edettiin pikaiseen ohitusleikkaukseen, jossa vasen sepelvaltimopäärunko siirrettiin aorttan tyven vasempaan sinukseen. Lisäksi mitraalianu-lukseen (hiippaläpän rengas) asennettiin tukirengas, ja hiippaläpän takapurjeessa leikkauksessa havaittu pieni uurre ommeltiin. Kaksipurjeinen aorttaläppä ei vaatinut toimenpiteitä.

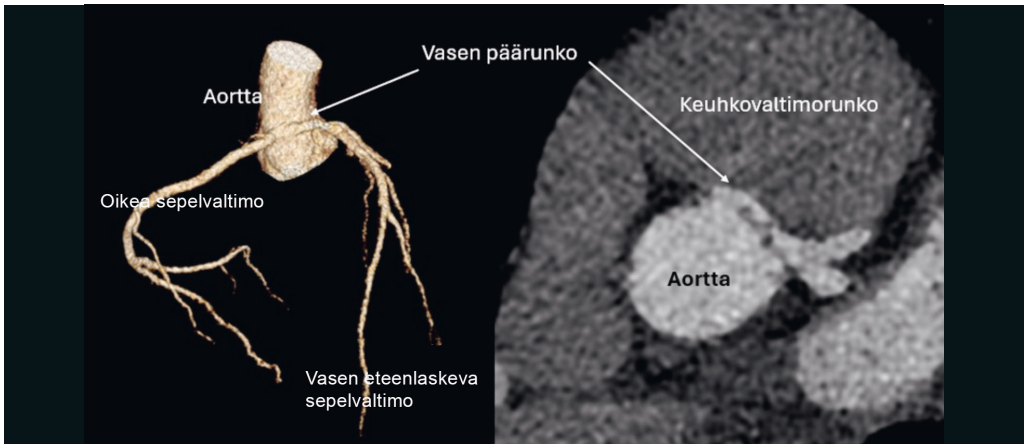
Leikkauksenjälkeinen toipuminen sujui hyvin. Rytmikardiologien pohdinnassa kammiovärinä tulkittiin sepelvaltimoanomaliasta johtuvaksi, eikä aihetta rytmihäiriö-tahdistimen asennukseen todettu. Potilaalle tehtiin vielä rasituskoe ja Holter-tutkimus, joissa ei havaittu rytmihäiriöitä, ja hänen vointinsa seurannassa on ollut hyvä.

**POTILAS 2.** Runsaasti liikuntaa harrastava 20-vuotias varusmies oli viime aikoina kokenut rasituksen alussa hengästymistä. Komppanian aamulenkillä mies tuupertui äkillisesti. Paikallaolijat totesivat elottomuuden ja aloittivat välittömästi tehokkaan maallikkoelvytyksen. Ensihoito totesi alkurytminä nopean kammiotakykardian, joka yhdellä iskulla kääntyi sinusrytmiin, ja miehen tajunta palautui.

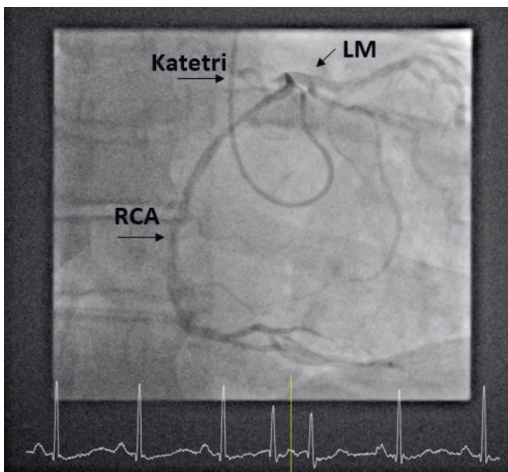
Sairaalaan tullessaan potilas oli hyvävointinen. EKG:ssä ei havaittu iskemiaa ja QT-aika oli normaali. Telemetriaseurannassa havaittiin intermittoivasti QRS-



**KUVA 1.** Anomaalisen vasemman sepelvaltimon lähtö keuhkovaltimosta (ALCAPA) ja kolmiulotteinen rekonstruktio potilaan 1 sepelvaltimoiden tietokonetomografiasta. Keuhkovaltimorunko (PA) on piirretty päälle sinisenä. Anomaalinen vasen sepelvaltimo (LAD) lähtee keuhkovaltimorungon takaa.

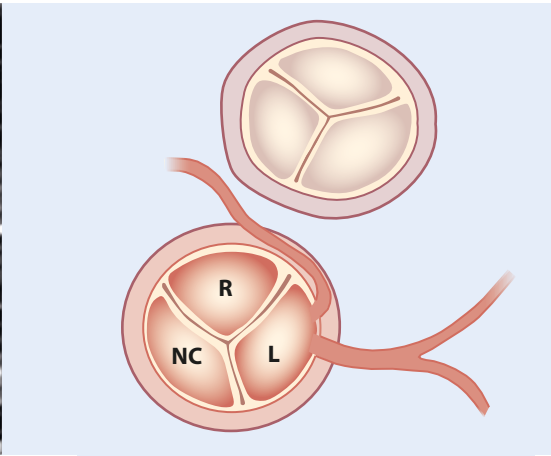
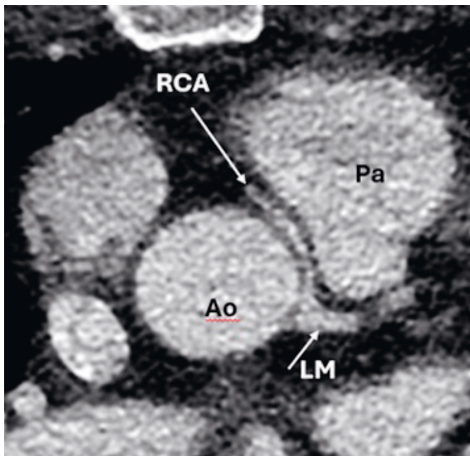


**KUVA 2.** Potilaan 2 anomaalinen vasen sepelvaltimopäärunko lähtee liuskamaisena oikeasta sepelvaltimopoukamasta ja kulkee keuhkovaltimon ja aortan välistä.



**KUVA 3.** Potilaan 3 sepelvaltimoiden varjoainekuvas (suora AP-suunta). Oikea sepelvaltimo lähtee vasemman päähaaran vierestä.

LM = vasen päähaara; RCA = oikea sepelvaltimo



**KUVA 4.** Potilaan 3 oikea sepelvaltimo lähtee vasemmasta sepelvaltimopoukamasta ja kulkee aortan seinämässä keuhkovaltimon ja aortan välistä.

Ao = aortta, L = vasen aorttaläppäpurje, LM = vasen päärunko, NC = nonkoronaaripurje, PA = keuhkovaltimo, R = oikea aorttaläppäpurje, RCA = oikea sepelvaltimo

kompleksin leveneminen, ja tällöin todettiin myös delta-aalto. Sydämen kaikukuvauksessa molemmat kammiot supistuivat normaalisti, kammiohypertrofiaa tai poikkeavaa trabekulaatiota ei havaittu ja läpät toimivat normaalisti. Tnl-pitoisuus oli suurimmillaan 508 ng/l.

Potilaalle tehtiin sepelvaltimoiden TT, jossa havaittiin, että vasen sepelvaltimo lähti tavanomaisesta poiketen oikeasta sepelvaltimopoukamasta korkealta sinotubulaariliitoksen tasolta, teki jyrkän mutkan vasemmalle ja kulki tämän jälkeen aortan tyven ja keuhkovaltimorungon tyven välissä. Vasen pääsepelvaltimo oli tyvialueeltaan muodoltaan litistynyt (**KUVA 2**).

Delta-aallon vuoksi potilaalle tehtiin elektrofysiologinen tutkimus. Siinä todettiin intermittoiva oikorata, jonka ei todettu liittyvän elvytystilanteeseen, eikä aihetta ablaatiohoitoon todettu.

Samalla hoitojaksolla edettiin avosydänleikkaukseen, jossa anomaalisesti lähtenyt vasemman sepelvaltimon päärunko istutettiin vasempaan sepelvaltimopoukamaan. Leikkauksenjälkeinen toipuminen oli ongelmaton, ja kolmen kuukauden kuluttua leikkauksesta potilaan rasituskokeessa ei havaittu rytmihäiriöitä ja hänen suorituskykynsä oli normaali. Potilas on palaamassa armeijaan toipumisajan jälkeen.

**POTILAS 3** on 43-vuotias nainen, jolla oli todettu tyypin 1 diabetes, verenpainetauti, hyperkolesterolemia, lihavuus ja uniapnea. Diabeteksen komplikaationa hänelle oli kehittynyt lievä taustaretinopatia ja neuropatia.

Ennen sairaalaan joutumista potilaalle oli ilmaantunut rasituksen yhteydessä vasemman yläraajan puutumista ja väsymystä. Alkuyöstä levon aikana alkoi kova äkillinen selkäkipu, joka säteili leukaperiin ja vasempaan yläraajaan. Ambulanssissa tehdyssä EKG:ssä todettiin alaseinän ST-nousuinfarkti, ja kardiologin kon-

sultaation perusteella potilas sai trombolyysohoidon, jonka hoitovaste oli hyvä. Sydänvalvontaan tullessaan potilas oli kivuton, eikä sydämen kaikukuvauksessa havaittu liikehäiriöaluetta. Tnl-pitoisuus suureni arvoon 23 504 ng/l, EKG:ssä ei havaittu Q-aaltoja.

Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksessa todettiin vasemman laskevan sepelvaltimon keskiosan merkittävä ahtauma ja lisäksi havaittiin, että oikea sepelvaltimo lähti anomaalisesti vasemmasta sepelvaltimopoukamasta. Anomaalisen oikean sepelvaltimon alkuosassa oli kaventumaa, jonka arvioitiin olevan oireen syy. Sepelvaltimovirtaus oli tutkimushetkellä hyvä ja potilas oli oireeton, joten välittömään sepelvaltimotoimenpiteeseen ei ryhdytty (**KUVA 3** ja **VIDEO**).

Sepelvaltimoanatomian lisäselvityksenä potilaalle tehtiin sepelvaltimoiden TT, jossa oikea sepelvaltimo lähti vasemmasta sepelvaltimopoukamasta omalla kapealla suuaukollaan ja kulki keuhkovaltimoläpän tasolla aortan ja keuhkovaltimorungon välistä (**KUVA 4**).

Potilaan hoidossa edettiin äkkikuolemariskiin liitetyn sepelvaltimoanomalian vuoksi sepelvaltimoiden ohitusleikkaukseen, jossa vasen rintakehän sisävaltimo yhdistettiin vasempaan eteenlaskevaan sepelvaltimeen ja oikea rintakehän sisävaltimo oikeaan sepelvaltimeen. Sairastetusta infarktista jäi alaseinämän alueen pienialainen liikehäiriö.

## Pohdinta

Sepelvaltimon poikkeava lähtö keuhkovaltimorungosta on erittäin harvinainen, ja tällaisessa tilanteessa on yleisimmin kyse ALCAPA:sta (2). Sen esiintyvyydeksi on arvioitu noin

0,008 %. Siihen liittyy suuri kuolleisuus, ja se voi johtaa vastasyntyneen kuolemaan (4). Kollateraalikierto voi kuitenkin sallia oireettomuuden jopa pitkälle aikuisikään. ALCAPA:ssa sydänlihasta perfusoi epänormaali sepelvaltimo pienellä perfuusiopaineella ja vähäisellä happikyllästeisyydellä. Tämä johtaa herkästi sydänlihaksen iskemiaan, rytmihäiriöihin ja jopa iskeemiseen kardiomyopatiaan. Jos anomaaliseen suoneen tulee kollateraalikiertoa, voi virtaus myös kääntyä normaalista sepelvaltimosta matalapaineiseen keuhkovaltimoon, mikä aiheuttaa oikovirtauksen vasemmalta oikealle ja niin kutsutun coronary steal -oireyhtymän, joka voi entisestään lisätä iskemiaa ja alttiutta rytmihäiriöihin (5).

Sepelvaltimon anomaalinen lähtö aortasta (anomalic aortic origin of the coronaries, AA-OCA) on yleisempi, ja sen esiintyvyys on noin 0,5 % (6). Yleisin löydös on sepelvaltimon lähtökohdan sijainti epätyypillisessä sepelvaltimopoukamassa. Yleisimmin vasen kiertävä sepelvaltimo lähtee oikeasta sepelvaltimopoukamasta, mikä useimmiten on hyvänlaatuinen löydös. Vasemman sepelvaltimorungon lähtö oikeasta tai oikean sepelvaltimon lähtö vasemmasta sepelvaltimopoukamasta havaitaan noin 0,3–0,4 %:lla väestöstä (7). Vasemman sepelvaltimon aortaalisen lähtökohdan anomalioiden liittyy suurempi äkkikuolemariski kuin oikean sepelvaltimon (6).

AAOCA:n yhteydessä lisääntyneeseen vakavan sydäntapahtuman riskiin on liitetty suonon kulku interarteriaalisesti aortan ja keuhkovaltimorungon välissä, suonon intramuraalinen kulku aortan seinämän sisällä, sepelvaltimon viivamainen suuaukko, pieni lähtökulma suhteessa aorttaan tai korkea lähtökohta yli 1 cm:n etäisyydellä sinotubulaariliitoksesta. Aiemmin iskemian mekanismina pidettiin suonon puristumista aortan ja keuhkovaltimon väliin, mutta nykykäsityksen mukaan tämän merkitys saattaa olla vähäisempi kuin dynaaminen kompressio intramuraalisesti kulkevan suonisegmentin alueella. Sepelvaltimon suuaukon kaventuminen tai jyrkkä lähtökulma voivat myös aiheuttaa ahtauttavan komponentin, ja suonon ovaali muoto lisää virtausvastusta. Myös sepelvaltimospasmiä on kuvattu (8).

**Tutkiminen.** Sepelvaltimoanomalia voidaan todeta sepelvaltimoiden varjoainekuvauksella, TT:llä tai sydämen magneettikuvauksella. TT:tä pidetään ensisijaisena tutkimuksena yksityiskohtaisen anatomisen karakterisaationsa, sydämen ja sydäntä ympäröivien rakenteiden visualisointinsa sekä näiden kolmiulotteisen yhteyden tarkastelunsa ja hyvän saatavuutensa vuoksi (9–12).

Sydämen magneettikuvauksella saadaan lisätietoa sydämen kammioiden ja läppärakenteiden toiminnasta sekä sydänlihaksen mahdollisista iskemia- ja fibroosimuutoksista (10,11). Sepelvaltimoanatomian kuvantamiseen paikka-resoluutio saattaa kuitenkin olla riittämätön.

Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksella annetaan definiitivä tietoa anatomian lisäksi sepelvaltimotautimuutoksista ja mahdollistaa suonensisäisen kaikukuvauksen (IVUS), jolla suonon seinämän sisällä kulkeva intramuraalinen segmentti ja dynaamiset muutokset voidaan havaita (13).

Elleivät taudinkulku ja oireilu ole yksiselitteisiä, on ennen toimenpideharkintaa haettava iskemian osoitusta käyttämällä toiminnallista kuvantamista, esimerkiksi sydämen rasisuperfuusiokuvausta (SPECT, PET), rasisuskaikukardiografiaa tai rasisusmagneettikuvauksella (14). Rasisustutkimuksissa ei-farmakologinen fyysinen rasisus on suositeltavin, ja siinä on pyrittävä maksimaaliseen sykeliheyteen luotettavan tutkimuslöydöksen varmistamiseksi (13–15).

Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksen yhteydessä on mahdollista arvioida anomalioiden verenkierröllistä merkitystä painevaijerimitauksella. Tällöin on kuitenkin huomioitava, että käytetyt raja-arvot perustuvat sepelvaltimotautipotilaista tehtyihin tutkimuksiin eikä tutkimus tuo välttämättä esiin anomalioiden liittyvää dynaamista komponenttia. Positiivinen löydös iskemian osoituksessa on selkeä, mutta negatiivinen löydös on ennustearvoltaan huonompi. Diagnostista luotettavuutta voidaan parantaa dobutamiini- tai volyymirasituksella painevaijerimitauksen yhteydessä (15–17).

**Hoito.** Sepelvaltimoanomalioiden hoidossa huomioidaan anatomiset suuren riskin löydökset, todettu iskemia sekä potilaan ikä ja fyysinen aktiivisuus. Hoitopäätöksissä suositellaan sydäntiimin arviota yhdessä potilaan kanssa

**TAULUKKO.** Euroopan kardiologisen seuran (European Society of Cardiology, ESC) hoitosuositus vuodelta 2021.

Anomalia	Oireet	Piirteet	Leikkaussuositus <sup>2</sup>	
ALCAPA	Oireinen tai oireeton	–	I	C
ARCAPA	Oireinen	–	I	C
	Oireeton	Iskemiaosoitus tai vasemman kammion dysfunktio	IIa	C
AAOCA	Oireinen	Iskemiaosoitus tai suuren riskin anatomia <sup>1</sup>	I	C
	Oireeton	Iskemiaosoitus	IIa	C
	Oireinen	Ei iskemiaosoitusta tai suuren riskin anatomiaa <sup>1</sup>	IIb	C
AAOLCA	Oireeton	Suuren riskin anatomia <sup>1</sup>	IIa	C
	Oireeton	Ei iskemiaosoitusta, ei suuren riskin anatomiaa <sup>1</sup> , mutta nuori, alle 65-vuotias potilas	IIb	C
AAORCA	Oireeton	Ei iskemiaosoitusta tai suuren riskin anatomiaa <sup>1</sup>	III	C

<sup>1</sup>Intramuraalinen kulku, ostiumin viivamainen suuaukko, ostiumin tiukka lähtökulma suhteessa aorttaan, ostiumin suuaukko yli 1 cm sinotubulaariliitoksen yläpuolella

<sup>2</sup>I = on aiheellinen tai suositellaan, IIa = tulisi harkita, IIb = voidaan harkita, III = ei suositella, C = näyttö perustuu asiantuntijankempeksiin, pieniin tutkimuksiin tai rekistereihin

AAOCA = sepelvaltimon anomaalinen lähtö aortasta; AAOLCA (AAORCA) = vasen (oikea) sepelvaltimo lähtee aortasta; ALCAPA (ARCAPA) = vasen (oikea) sepelvaltimopäärunko lähtee keuhkovaltimosta

asiasta keskustellen. Keskiraskaan tai raskaan fyysisen kuormituksen kilpaurheilua ei suositella, kun kyseessä on hoitamaton sepelvaltimo-anomalia, jossa on suuren riskin piirteitä.

Mikäli potilaalla todetaan ALCAPA, on hoitona aina leikkaus (**TAULUKKO**). Leikkausta suositellaan ensisijaisesti myös muiden anomalioiden yhteydessä, mikäli näissä havaitaan suuren riskin anatomisia piirteitä tai todetaan iskemialöydös (13,14). AAOCA:n perkutaanisesta toimenpitehoidosta ei ole kattavaa tutkimustietoa, joskin onnistuneita potilastapauksia on raportoitu (18–20). Stenoosin uusiutumisen riski on kuitenkin suurentunut, ja PCI-hoito on vaihtoehto ainoastaan, jos potilas ei sovellu leikkaukseen (19).

**OLLI LAPPI, LL, kardiologian erikoislääkäri**  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

**EMMI CASTRÉN, LL, kardiologian erikoislääkäri**  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

**MIIA HOLMSTRÖM, dosentti, radiologian erikoislääkäri**  
HUS Diagnostiikkakeskus

**MARJUT VARPULA, dosentti, kardiologian erikoislääkäri**  
HUS Sydän- ja keuhkokeskus

**VASTUUTOIMITTAJA**  
Jussi Naukkarinen

## Lopuksi

Sepelvaltimoanomaliat ovat harvinaisia, mutta ne tulee muistaa etenkin nuorten aikuisten ja urheilijoiden sydänoireiden mahdollisina aiheuttajina. Kun sepelvaltimoanomia on havaittu, on huolellisesti arvioitava vakavan sydäntapahtuman tai äkkikuoleman riski huomioimalla anatomiset suuren riskin löydökset ja oireilu sekä hakemalla laaja-alaisesti iskemiaosoitusta räsitätutkimusten avulla. Mikäli akuutin sydäntapahtuman syyksi paljastuu sepelvaltimoanomia, kuten kuvaamillamme potilailla, on leikkaushoito yleensä aiheellinen. ■

## SIDONNAISUUDET

**Olli Lappi:** Ei sidonnaisuuksia

**Emmi Castrén:** Luento-/asiantuntijapalkkio (Novo Nordisk, Suomen Kardiologinen Seura, Lääkäriliitto), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Novo Nordisk), luottamustoimet (Suomen Kardiologinen Seura, akuuttikardiologian jaos, Suomen angiologinen yhdistys)

**Miia Holmström:** Luentopalkkio (Siemens Healthineers)

**Marjut Varpula:** Ei sidonnaisuuksia

**KIRJALLISUUTTA**

1. Dodge-Khatami A, Mavroudis C, Backer CL. Congenital heart surgery nomenclature and database project: anomalies of the coronary arteries. *Ann Thorac Surg* 2000;69(suppl):S270–97.
2. Gentile F, Castiglione V, De Caterina R. Coronary artery anomalies. *Circulation* 2021;144:983–96.
3. Finocchiaro G, Westaby J, Sheppard MN, ym. Sudden cardiac death in young athletes: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol* 2024;83:350–70.
4. Ghadri JR, Kazakauskaitė E, Braunschweig S, ym. Congenital coronary anomalies detected by coronary computed tomography compared to invasive coronary angiography. *BMC Cardiovasc Disord* 2014;14:81.
5. Peña E, Nguyen E, Merchant N, ym. ALCA-PA syndrome: not just a pediatric disease. *Radiographics* 2009;29:553–65.
6. Villa AD, Sammut E, Nair A, ym. Coronary artery anomalies overview: the normal and the abnormal. *World J Radiol* 2016;8:537–55.
7. Cheezum MK, Libberthson RR, Shah NR, ym. Anomalous aortic origin of a coronary artery from the inappropriate sinus of Valsalva. *J Am Coll Cardiol* 2017;69:1592–608.
8. Bigler MR, Kadner A, Räber L, ym. Therapeutic management of anomalous coronary arteries originating from the opposite sinus of Valsalva: current evidence, proposed approach, and the unknown. *J Am Heart Assoc* 2022;11:e027098. doi: 10.1161/JAHA.122.027098.
9. Frommelt P, Lopez L, Dimas VV, ym. Recommendations for multimodality assessment of congenital coronary anomalies: a guide from the American Society of Echocardiography: developed in collaboration with the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Japanese Society of Echocardiography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr* 2020; 33:259–94.
10. Zeina AR, Blinder J, Sharif D, ym. Congenital coronary artery anomalies in adults: non-invasive assessment with multidetector CT. *Br J Radiol* 2009;82:254–61.
11. Ashrafpoor G, Danchin N, Houyel L, ym. Anatomical criteria of malignancy by computed tomography angiography in patients with anomalous coronary arteries with an interarterial course. *Eur Radiol* 2015;25:760–6.
12. Cheezum MK, Ghoshhajra B, Bittencourt MS, ym. Anomalous origin of the coronary artery arising from the opposite sinus: prevalence and outcomes in patients undergoing coronary CTA. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;18:224–35.
13. Gaudino M, Di Fracco A, Arbustini E, ym. Management of adults with anomalous aortic origin of the coronary arteries: state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol* 2023;82:2034–53.
14. Baumgartner H, De Backer J, Babu-Narayan SV, ym. ESC Guidelines for the management of adult congenital heart disease: The Task Force for the management of adult congenital heart disease of the European Society of Cardiology (ESC). Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Adult Congenital Heart Disease (ISACHD). *Eur Heart J* 2000;42:563–645.
15. Bigler M, Ashraf A, Seiler C, ym. Hemodynamic relevance of anomalous coronary arteries originating from the opposite sinus of Valsalva-in search of the evidence. *Front Cardiovasc Med* 2021;7:591326. doi: 10.3389/fcvm.2020.591326.
16. Driesen BW, Warmerdam EG, Sieswerda GT, ym. Anomalous coronary artery originating from the opposite sinus of Valsalva (ACAOS), fractional flow reserve- and intravascular ultrasound-guided management in adult patients. *Catheter Cardiovasc Interv* 2018;92:68–75.
17. Gräni C, Bigler MR, Kwong RY. Noninvasive multimodality imaging for the assessment of anomalous coronary artery. *Curr Cardiol Rep* 2023;25:1233–46.
18. Koshy A, Kartik KR, Giustino G, ym. Procedural success and clinical outcomes in patients undergoing percutaneous coronary intervention of anomalous coronary arteries. *JSCAI* 2023;2:100564.
19. Angelini P, Uribe C, Monge J, ym. Origin of the right coronary artery from the opposite sinus of Valsalva in adults: characterization by intravascular ultrasonography at baseline and after stent angioplasty. *Catheter Cardiovasc Interv* 2015;86:199–208.
20. Angelini P, Uribe C. Stent angioplasty in coronary artery anomalies with intramural course: when, why, how, with what results? *JSCAI* 2023;2:100595.