

Heidi Lehtola, Jarkko Piuholta ja Matti Niemelä

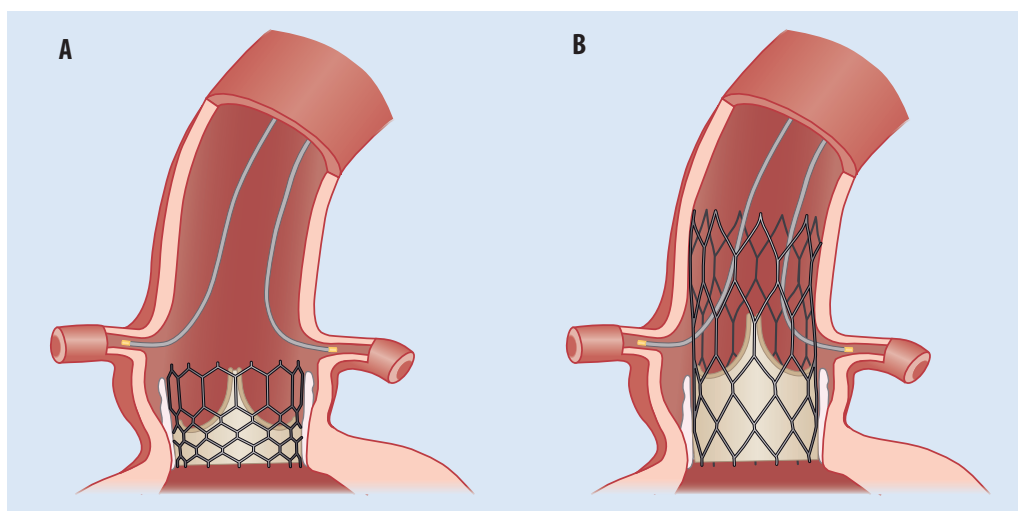
## TAVI-potilaan sepelvaltimotaudin hoito

Aorttaläppäahtauman katetriläppähoito (TAVI) on yleistynyt viime vuosina. Osalla aorttaläppäahtaumasta kärsivistä on lisäksi sepelvaltimotauti, jonka pallolaajennushoito voi olla katetriläppän asennuksen jälkeen vaativampaa kuin normaalisti. Merkittävien sepelvaltimoahtaumien pallolaajennus voidaan tehdä joko ennen TAVI-toimenpidettä, sen yhteydessä tai suunnitellusti toimenpiteen jälkeen. Mikäli potilaalla todetaan sepelvaltimotauti, tulee asia huomioida TAVI-läppää valittaessa ja harkita mahdollisten sepelvaltimotoimenpiteiden tarvetta. TAVI-potilaat ovat usein iäkkäitä, ja nykytutkimusten valossa ei vielä tiedetä, hyötyvätkö aorttaläppäahtaumasta ja samanaikaisesta sepelvaltimoahtaumasta kärsivät sepelvaltimoiden pallolaajennuksesta.

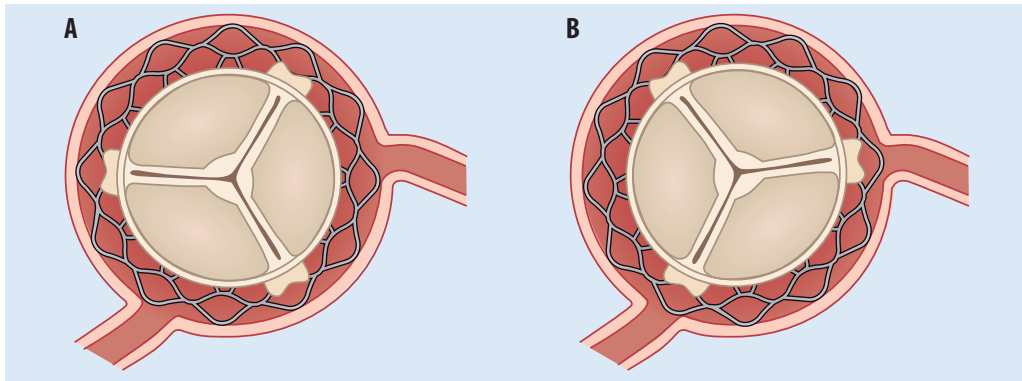
**A**orttaläppäahtauman katetriläppähoito eli aorttatekoläppän perkutaaninen asennus (transcatheter aortic valve implantation, TAVI, **KUVAT 1 ja 2**) on yleistynyt viime vuosina (1). Nykyisin hoitoon valikoituvat etenkin iäkkäämmät potilaat, joilla on leikkausriskiä lisääviä liitännäissairauksia. Vuonna 2020 Suomessa tehtiin 1 027 TAVI-toimenpidettä. Sepelvaltimotaudin esiintyvyys aorttaläppäahta-

taumapotilaiden joukossa on eri aineistoissa ollut 28–63 % (1–3).

Suomalaisessa aineistossa kajoavaan sepelvaltimotaudin hoitoon oli päätynyt 28 % katetriläppällä hoidetuista ja 45 % kirurgisella aorttatekoläppällä hoidetuista. Kun potilaalla on sekä merkittävä aorttaläppäahtauma että sepelvaltimotauti, on vaativaa arvioida sepelvaltimotaudin osuutta potilaan oirekuvaan. Esitte-



**KUVA 1.** TAVI-läppämallit. **A.** Matalarunkoinen (intra-annulaarinen) läppä, jonka asentamisen jälkeen sepelvaltimotoimenpiteet yleensä onnistuvat. **B.** Korkearunkoinen (supra-annulaarinen) TAVI-läppä, jonka läpi sepelvaltimotoimenpiteiden tekeminen on yleensä vaativampaa.



**KUVA 2.** Poikkileikkaukokuva asennetusta TAVI-läpistä. **A.** TAVI-läpän liuskojen asemointi, jossa läpän tolpat eivät osoita sepelvaltimoiden lähtöaukkojen eteen ja jonka myötä sepelvaltimotoimenpiteet ovat jatkossa helpompia. **B.** TAVI-läpän tolpat ovat sepelvaltimoiden lähtökohtien edessä, jolloin sepelvaltimoihin pääsy voi olla haastavaa.

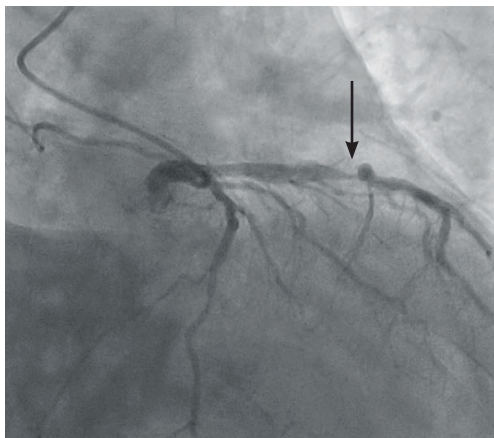
lemme neljä molempia ongelmia sairastanutta potilasta.

### Omat potilaat

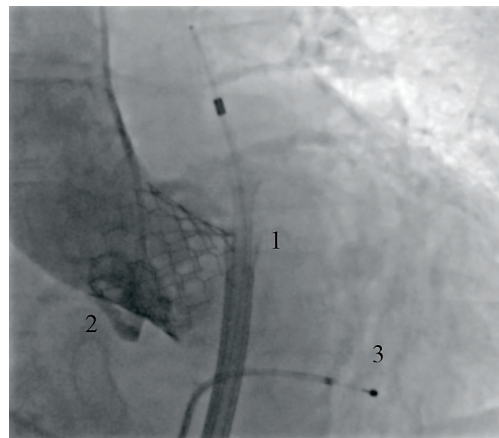
**POTILAS 1** on 81-vuotias omatoiminen mies, jolla on sepelvaltimotauti, verenpainetauti ja dyslipidemia. Vuonna 2015 häneltä korjattiin vatsa-aortan aneurysman repeämä proteesilla. Oireena hänellä esiintyi tajunnanmenetyksiä rasituksen yhteydessä mutta ei hengenhdistusta eikä rintakipuoiretta. Sydämen kaikukuvauksessa todettiin merkittävä aorttaläppäahtauma (paineero 73/41 mmHg, virtausnopeus suurimmillaan 4,3 m/s, aorttaläppäaukon pinta-ala, AVA 0,7 cm<sup>2</sup>). Vasemman kammion toiminta ja keuhkoverenkierron paine olivat normaalit.

Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksessa ennen läppäsennusta todettiin seinämämuutoksia oikeassa sepelvaltimossa (RCA) sekä merkittävät ahtaumat vasemmassa eteen laskevassa sepelvaltimossa (LAD) ja sen diagonaaliharassa (**KUVA 3**). Koska rintakipuoiretta ei esiintynyt eikä ahtauma ollut LAD:n tyviosassa, jatkettiin sepelvaltimotaudin osalta lääkehoidolla. Aorttaläppäahtauma hoidettiin TAVI-toimenpiteellä vuonna 2019 (**KUVA 4**). Käytetyn läppätyypin takia sepelvaltimoiden lähtökohdat jäävät läppäkehikon yläpuolelle, ja siten sepelvaltimoihin pääsy pallolaajennuksen yhteydessä on TAVI-toimenpiteen jälkeenkin yleensä ongelmaton.

Vuoden kuluttua TAVI-toimenpiteestä potilas sairastui akuuttiin alaseinän ST-noususydäninfarktiin. Päivystyksellisessä sepelvaltimoiden varjoainekuvauksessa RCA oli keskiosastaan alkaen tukossa ja vasemman



**KUVA 3.** Potilaan 1 varjoainekuva ennen TAVI-toimenpidettä. Ahtauma vasemmassa eteen laskevassa sepelvaltimossa (LAD, nuoli).



**KUVA 4.** Potilaan 1 TAVI-läppä asennettuna (Edwards Sapien 3 Ultra -läppä). TAVI-läppäkatetrin (1) lisäksi kuvassa näkyy saparokatetri (2) nousevan aorttan tyvässä ja alhaalla väliaikaisen tahdistimen johto (3) oikeassa kammiossa.

puolen ahtaumat olivat ennallaan (**KUVA 5 A**). RCA hoidettiin kahdella lääkeainetta vapauttavalla verkko-putkella (**KUVA 5 B**). Sydämen kaikukuvauksessa vasen kammio supistui hyvin ja TAVI-läppä toimi normaalisti. Potilas sai sydäninfarktin lopulta eri sepelvaltimoon (RCA) kuin missä todettiin ahtauma ennen TAVI-toimenpidettä (LAD).

**POTILAS 2** on 68-vuotias mies. Hän hakeutui tutkimuksiin NYHA-luokkaa 2 vastaavan hengenahdistusoireen takia. Potilaalla oli liitännäissairauksina krooninen eteisvärinä, ylipaino, sepelvaltimotauti ja keuhkoahdamauti. Hän tupakoi edelleen.

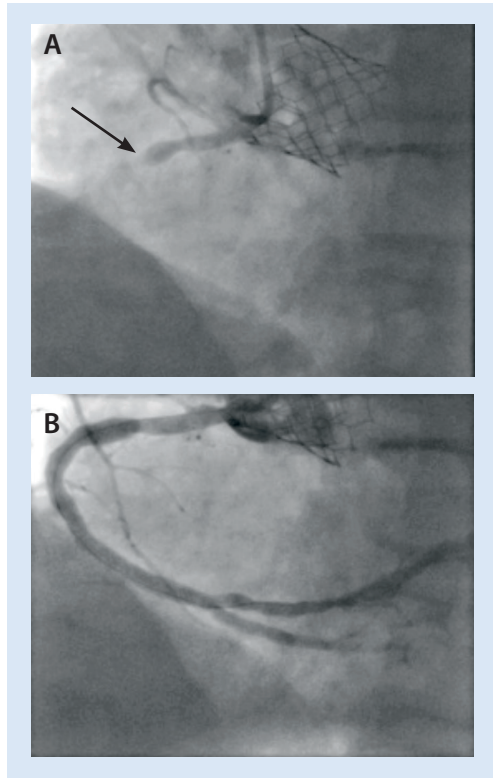
Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksessa todettiin vasemman LAD-valtimon keskivaiheilla ahtauma, joka oli painevaijerimittauksen (FFR) perusteella hemodynaamisesti merkittävä. Sydämen kaikukuvauksessa todettiin merkittävä aorttaläppäahtauma (paine-ero 82/40 mmHg, virtausnopeus suurimmillaan 4,5 m/s, AVA 0,9 cm<sup>2</sup>). Vasen kammio toimi normaalisti (ejektiofraktio, EF 74 %), mutta keuhkoverenkierron paine oli koholla (kolmiliuskaläpän vuoto eli trikuspidaali-insuffisienssi, TI-gradientti 46 mmHg). Potilas hoidettiin samanlaisella katetriläppällä kuin potilas 1.

Vuoden kuluttua seurantakäynnillä potilaalla ei edelleenkaan ollut rasisusrintakipu (angina pectoris) -oiretta ja hän jaksoi liikkua paremmin. Sydämen kaikukuvauksessa vasen kammio toimi normaalisti ja TAVI-läppä toimi hyvin (paine-ero 23/13 mmHg, AVA 2,8 cm<sup>2</sup>). Keuhkoverenkierron paine oli normalisoitunut.

Seurannassa vuoden kuluttua potilas oli oireeton merkittävästä LAD:n ahtaumasta huolimatta, ja sepelvaltimotaudin hoitona jatkettiin optimaalista lääkitystä.

**POTILAS 3** on 82-vuotias nainen, jolta oli aiemmin hoidettu peräsuolisyöpä. Sitten hän oli sairastanut etuseinän ST-nousuinfarktin, joka hoidettiin sepelvaltimon pallolaajennuksella (perkutaaninen sepelvaltimotoimenpide, PCI). Kolme vuotta myöhemmin potilasta tutkittiin raudanpuuteanemian vuoksi, ja NYHA-luokan 3 hengenahdistusoireen ja vaikean aorttaläppäahtauman (paine-ero 64/49 mmHg, virtausnopeus suurimmillaan 4,0 m/s) vuoksi päädyttiin TAVI-läpän asennukseen (Medtronic Evolut R 34mm). Toimenpidettä edeltäneessä sepelvaltimoiden varjoainekuvauksessa todettiin ahtaumaa vasemmassa diagonaalissa ja lieviä seinämämuutoksia RCA:ssa.

Ensimmäisen kuukauden seurantakäynnillä potilaalla ei ollut rasisushengenahdistusta tai rintakipuoireita ja sydämen kaikukuvauksessa tilanne todettiin hyväksi (virtausnopeus 16/10 mmHg, AVA 2,0 cm<sup>2</sup>, ei paravalvulaarivuotoa). Vuoden kuluttua potilaalla todettiin alaseinän-ST-nousuinfarkti. Päivystysangiografiassa vasemman puolen sepelvaltimoissa ei todettu merkittäviä ahtaumia, mutta oikean sepelvaltimon tukkeutunut distaalinen haara (RPL) hoidettiin lääkeaineverkkoputkella. Antitromboottisena lääkityksenä jatkettiin asetyylisalisyylihappoa (100 mg päivässä) pysyvänä ja tikagreloria



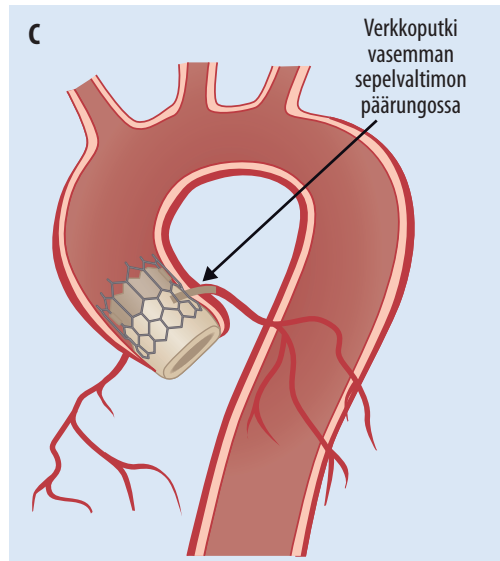
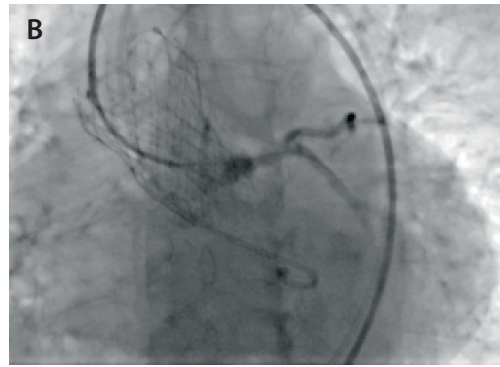
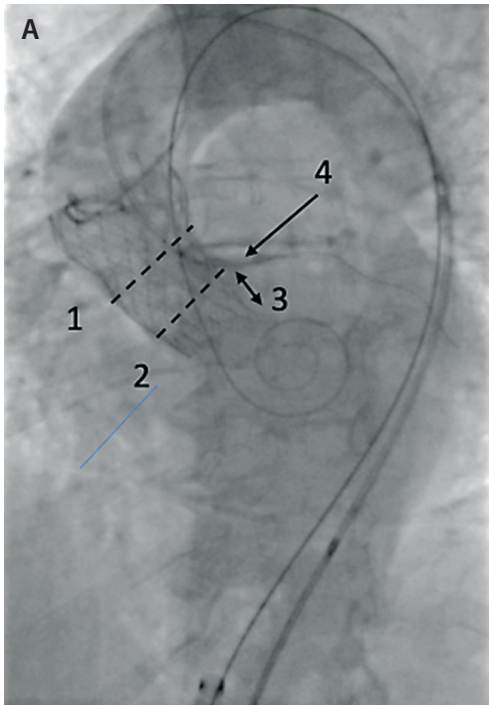
**KUVA 5.** Potilaalle 1 ilmaantui myöhemmin sydämen alaseinämän ST-nousuinfarkti. **A.** Varjoainekuvauksessa oikea sepelvaltimo oli tukossa B-osastaan alkaen (nuoli). **B.** Oikea sepelvaltimo pallolaajennuksen ja lääkeaineverkkoputken asennuksen jälkeen.

(90 mg kahdesti päivässä) 12 kuukauden ajan toimenpiteestä muun sepelvaltimotautilääkityksen lisäksi.

Potilaan aiempi sydäninfarkti ja PCI olivat jo tiedossa. Tästä huolimatta hänelle valittiin supra-annulaarinen TAVI-läppä (**KUVA 1 B**), koska aortan tietokonetomografiassa (TT) havaittiin vasemman kammion ulosvirtauskanavassa merkittävät kalkkikertymät, jotka pallolla laajennettavan läpän asennuksessa altistavat potilaan aortan repeämälle. PCI saatiin kuitenkin toteutettua ongelmitta ohjainkatetrin jatkeen avulla.

**POTILAS 4** on 77-vuotias nainen, jolla on verenpainetauti ja kohtausittainen eteisvärinä. Hän oli sairastanut aiemmin aivoinfarktin ja toipunut siitä hyvin. Rintasyöpähoitojen yhteydessä hänellä todettiin kriittinen aorttaläppäahtauma (paine-ero 121/85 mmHg, AVA 0,6 cm<sup>2</sup>). Potilaalla oli NYHA-luokan 3 oirekuva.

Sepelvaltimoiden varjoainekuvauksessa ei todettu merkittäviä sepelvaltimoahtaumia. Aortan TT:ssä todettiin vasemman sepelvaltimon olevan matalalla aorttaläpän annulustasoon (9 mm) nähden. Lisäksi aortan poukaman (sinus aortae, s. Valsalvae) mitat olivat pienet (25 x 25 x 26 mm) ja sinotubulaarijunktio



**KUVA 6.** Potilaan 4 TAVI-läppä asennettuna. **A.** Aorttografikuva aorttaläppän kalkkioma painaa vasenta päärunkoa. Sepelvaltimovirtaus uhkasi heikentyä. Lääkeaineverkkoputki avaamattomana päärungossa (chimney-verkkoputki). Sinotubulaarijunktio (1), aortan poukama (sinus Valsalvae) (2), vasemman päärungon etäisyys annuluksesta (3) ja verkkoputki päärungossa (4). **B.** Vasemman sepelvaltimon päärunko on matalalla suhteessa aortta-annulustasoon, sinukset ovat kapeat ja TAVI-läppän kehikko täyttää ne lähes täysin. Lääkeaineverkkoputki laajennettiin päärunkoon ja virtaus sepelvaltimoissa korjaantui. **C.** Chimney-lääkeaineverkkoputki (nuoli) vasemmassa päärungossa.

oli kapea (25 x 25 mm). Tällä perusteella sepelvaltimon tukkeumariski arvioitiin suurentuneeksi katetriäppän asennuksen yhteydessä ja päädyttiin suojaamaan vasen päärunko lääkeainestentillä TAVI-toimenpiteessä (chimney- eli savupiippustenttaus, **KUVA 6**).

Kotiuttamisvaiheessa sydämen kaikukuvauksessa paine-ero TAVI-läpässä oli 26/13 mmHg (AVA 2,3 cm<sup>2</sup>) ja potilaan vointi hyvä. Antitromboottisena hoitona jatkettiin apiksabaania annoksella 5 mg kahdesti päivässä, ja sen rinnalle määrättiin lääkeainestenttauksen vuoksi klopido greelia 75 mg päivässä kuuden kuukauden ajaksi.

Vuoden kuluttua seurantaikäynnillä todettiin oirekuvan lievittyneen (NYHA-luokka 1) ja sydämen kaikukuvaukslöydöksen perusteella tilanne oli hyvä (paine-ero 20/11 mmHg, AVA 2,0 cm<sup>2</sup>).

## Pohdinta

**Sepelvaltimotaudin hoito.** Kroonisen sepelvaltimotaudin tärkein hoito on optimaalinen lääkehoito. PCI on kroonisen taudin yhteydessä aiheellinen oireiden helpottamiseksi, mikäli potilaalla on lääkityksestä huolimatta raskaintakipuoireita ja iskemiasta on näyttöä (raskauskoe tai painevaijerimittaus). PCI parantaa ennustetta, mikäli ahtaumaa on yli 50 % vasemmassa päärungossa, LAD:n tyviosassa tai potilaalla on sepelvaltimotaudin aiheuttama systolinen vajaatoiminta (4).

TAVI-läpällä hoidettavat potilaat ovat yleensä iäkkäitä ja monisairaita. Lisäksi iäkkään potilaan sepelvaltimoahtaus on usein vahvasti kalkkiutunut, mikä lisää pallolaajennukseen liittyvää komplikaatoriskiä. Samoin PCI:n jälkeen tehostettu antitromboottinen lääkitys voi

altistaa verenvuotokomplikaatioille. Toisaalta läppäpotilaan hypertrofoitunut vasen kammio saattaa olla herkempi iskemian vaikutuksille.

Toistaiseksi on epäselvää, tuleeko aorttaläppäahtaamaa sairastavan merkittävä sepelvaltimoahtauma hoitaa rutiinimaisesti vai tarpeen mukaan oireiden ja kliinisen kuvan perusteella. Painevajerimittausta voidaan käyttää sepelvaltimoahtauman verenkierröllisen merkittävyyden arvioimiseen. Mikäli päädytään kirurgiaan, on angiografiassa havaitut sepelvaltimoahtamat tavattu hoitaa ohitesuonilla läppäkirurgian yhteydessä.

Nykytieto sepelvaltimotaudin hoidosta aorttaläppäahtauman yhteydessä perustuu suurelta osin satunnaistettujen tutkimusten alaryhmä-analyysihin. SURTAVI-tutkimuksessa verrattiin 1 390:n keskimäärin 80-vuotiaan potilaan aineistossa TAVI-hoitoa tavanomaiseen bioläppäleikkaukseen. Samanaikainen revaskularisaatio arvioitiin tarpeelliseksi viidesosalle potilaista, ja se toteutettiin leikkausryhmässä ohituksella ja katetriläppäryhmässä PCI:llä.

Analyysissä ensisijaisia päätetapahtumia olivat kuolleisuus ja merkittävä aivoverenkiertohäiriö kahden vuoden kuluttua, eikä eroa ryhmien välillä todettu (16 % vs 14 %). Katsausartikkelissa on käsitelty tarkemmin eri TAVI-läppätyyppien ominaisuuksia ja mahdollisia ongelmia sepelvaltimotoimenpiteiden yhteydessä, ja toimenpidekardiologien olisi hyvä nämä tuntea (5).

TAVI-potilaista on vastikään julkaistu yksi tutkimus (ACTIVATION), ja käynnissä on edelleen kaksi muuta satunnaistettua tutkimusta (pohjoismainen NOTION-3 ja COMPLETE TAVR). Niiden tarkoituksena on selvittää, tuleeko merkittävä sepelvaltimoahtauma hoitaa PCI:llä, kun potilaalle on sovittu aorttaläppäahtaumaan TAVI-hoito. ACTIVATION-tutkimuksessa ei todettu eroa kuolleisuudessa tai uusintasairaalahoidotaksoissa yhden vuoden kuluttua, kun potilaita, joille tehtiin PCI ennen TAVI-toimenpidettä, verrattiin potilaisiin, joiden sepelvaltimotaudin lääkehoitoa jatkettiin (6).

**PCI:n ajoitus.** Nykyisin käytäntönä on, että pallolaajennusta harkitaan, mikäli katetriläpän asennukseen suunnitellulla potilaalla on merkittävä sepelvaltimohaarojen tyviosan tai

## Ydinasiat

- ▶ Aorttaläppäahtaumapotilaiden katetriläppätoimenpiteet (TAVI) ovat viime vuosina yleistyneet Suomessa.
- ▶ TAVI-hoitoon päätyvistä 30–63 %:lla on samanaikainen sepelvaltimotauti.
- ▶ Satunnaistettuja tutkimuksia tarvitaan siitä, tuleeko näiden potilaiden sepelvaltimoahtauma hoitaa rutiinimaisesti pallolaajennuksella.

päärungon ahtauma. Pallolaajennuksen sopivimmasta ajankohdasta ei ole vielä selvää tutkimustietoa. PCI voidaan tehdä joko ennen TAVI-toimenpidettä, sen yhteydessä tai sen jälkeen. Havainnoivan tutkimuksen mukaan PCI:n ajoitus ei vaikuttanut sydän- ja verisuoni- tai aivoverenkiertohäiriöpäätetapahtumiin kahden vuoden seurannassa (7).

Käytännössä toimenpidejärjestykseen vaikuttavat muun muassa aorttaläppäahtauman kriittisyys sekä toisaalta sepelvaltimotautitoimenpiteen vaativuus ja anatomiset seikat, kuten sepelvaltimoiden korkeus suhteessa aorta-annulukseen ja valittava TAVI-läppätyyppi (KUVA 1). Usein PCI on suoraviivaisinta tehdä ennen TAVI-läpän asennusta. Mikäli aorttaläppäahtauma on kriittinen ja vasemman kamion ejektiofraktio pienentynyt, hemodynaamiikka voi muuttua epävakaa PCI:n yhteydessä. Jos aorttaläppäahtauma on tiukka, voikin olla viisainta tehdä TAVI-toimenpide ensin.

Läpän asemoinnissa pyritään supra-annulaaristen läppien osalta nykyään cusp alignment -tekniikkaan, jossa TAVI-läpän korkeammalle nousevat liuskojen eli ”kusprien” liitoskohdat pyritään kääntämään siten, että ne eivät osu sepelvaltimoiden lähtökohdan eteen (KUVA 2). PCI:ssä voidaan TAVI-läppäasennuksen jälkeen tarvita ohjainkatettrin jatkoa (extension catheter) välineiden paikalle viemiseksi läpän metalliverkkorakenteen läpi, kuten potilaan 3 tapauksessa.

Sepelvaltimon suun tukkeutuminen läppäasennuksen yhteydessä on harvinainen komplikaatio. Sen ilmaantuvuus on 0,4–0,5 %, ja

kuolleisuus siihen on suuri, jopa 50 % (6). Sen hoito on välitön PCI. Sepelvaltimon tukkii useimmiten oman aorttaläpän kalkkiama. Tukkeutumisriski on suurentunut, mikäli sepelvaltimoiden korkeus suhteessa aorttaläppäänulukseen on matala (alle 12 mm), aortan poukamat ovat kooltaan pienet (alle 30 mm) tai kyseessä on aiempaan biologiseen läppään asetettava katetriläppä (valve-in-valve-toimenpide) (8). Nämä kaikki tulee huomioida aortan TT:ssä, kun läppätoimenpidettä suunnitellaan.

Tarvittaessa sepelvaltimo voidaan suojata verkkoputkella TAVI-asennuksen aikana (chimney-toimenpide), ja hyvin valikoiduissa tapauksissa voidaan harkita BASILICA-tekniikkaa (bioprosthetic or native aortic scallop intentional laceration to prevent iatrogenic coronary artery obstruction). Siinä aiempi läppäpurje leikataan halki, mikä pienentää riskiä, että rakenne tukkii sepelvaltimon.

**HEIDI LEHTOLA, LT, kardiologian erikoislääkäri**  
TYKS Sydänkeskus ja Oulun yliopistollinen sairaala

**JARKKO PIUHOLA, LT, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri**

**MATTI NIEMELÄ, dosentti, sisätautien ja kardiologian erikoislääkäri**

Oulun yliopistollinen sairaala

#### **VASTUUTOIMITTAJA**

Jussi Naukkarinen

## **Lopuksi**

Vakaaoireisen sepelvaltimotaudin hoito perustuu optimaaliseen lääkehoitoon. Toistaiseksi ei ole vahvaa näyttöä siitä, että TAVI-läpällä hoidettavat potilaat hyötyisivät rutiinimaisesta sepelvaltimotaudin toimenpidehoidosta. Merkittävä aorttaläppäahtauma aiheuttaa yleensä valtaosan potilaan rasitusoireista. Nykyisin pyritään läppäpotilaan yksilöllisten piirteiden mukaan arvioimaan, kannattaako hänelle tehdä PCI-toimenpiteitä ennen TAVI-toimenpidettä. Tarvittaessa oireohjattu PCI voidaan tehdä myös TAVI-toimenpiteen jälkeen. Akuutin sepelvaltimotautikohtauksen yhteydessä TAVI-potilaiden kajoava hoito on usein perusteltua ja määräytyy angiografialöydöksen mukaan. ■

#### **SIDONNAISUUDET**

**Heidi Lehtola:** Apuraha (Cardirad), Luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Cardirad, Novartis), korvaukset koulutus -ja kongressikuluista (Boston Scientific, Edwards Lifesciences, Medtronic), Luottamustoimet (Suomen Kardiologinen Seura, Sydänaäni-lehti), Hankkeet (Sepelvaltimotautikohtaus Käypä Hoito -työryhmän jäsen)

**Jarkko Piuholo:** Tutkimustyötuki (NVT GmbH), luento-/asiantuntijapalkkio (Suomen Kardiologinen seura, Edwards lifesciences, Medtronic, Boston Scientific), luottamustoimet (Suomen Kardiologisen seuran hallitus)

**Matti Niemelä:** Korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Cardi Rad OY, Medtronic Finland, Edwards LifeSciences, Abbott OY), luottamustoimet (Suomen Kardiloginen Seura)

#### **KIRJALLISUUTTA**

1. Mäkitallio T, Jalava MP, Husso A, ym. Ten-year experience with transcatheter and surgical aortic valve replacement in Finland. *Ann Med* 2019;51:270–9.
2. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, ym. Transcatheter aortic-valve replacement with a balloon-expandable valve in low-risk patients. *N Engl J Med* 2019;380:1695–705.
3. Reardon MJ, van Mieghem NM, Popma JJ, ym. Surgical or transcatheter aortic-valve replacement in intermediate-risk patients. *N Engl J Med* 2017;376:1321–31.
4. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, ym. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2019;40:87–165.
5. Weferling M, Hamm CW, Kim W-K. Percutaneous coronary intervention in transcatheter aortic valve implantation patients: overview and practical management. *Front Cardiovasc Med*, julkaistu verkossa 4.5.2021. DOI: 10.3389/fcvm.2021.653768.
6. Patterson T, Clayton T, Dodd M, ym. ACTIVATION (percutaneous coronary intervention prior to transcatheter aortic valve implantation), a randomized clinical trial. *JACC Cardiovasc Interv* 2021;14:1965–74.
7. Ochiai T, Yoon SH, Flint N, ym. Timing and outcomes of percutaneous coronary intervention in patients who underwent transcatheter aortic valve implantation. *Am J Cardiol* 2020;125:1361–8.
8. Ribeiro HB, Rodés-Cabau J, Blanke P, ym. Incidence, predictors, and clinical outcomes of coronary obstruction following transcatheter aortic valve replacement for degenerative bioprosthetic surgical valves: insights from the VIVID registry. *Eur Heart J* 2018;39:687–95.