

# Tahdistimen asennus

LASSE OIKARINEN

SAMI PAKARINEN

## Tiivistelmä

Sydämen tahdistimen asennus potilaalle on perustana elinikäiselle tahdistinhoidolle. Asennuksessa tulee käyttää tekniikoita, joilla voidaan välttää sekä itse asennukseen liittyviä komplikaatioita että tahdistuksen mahdollisesti aiheuttamaa hemodynaamista haittaa. Asennukseen liittyvien komplikaatioiden välttämässä keskeistä on potilaan huolellinen esivalmistelu sekä hyväksi todettujen suonireittien suosiminen. Suonireittinä tulisi käyttää cephalica- ja axillaris-laskimoita, mutta subclavia-laskimon käytöstä ensisijaisena reittinä tulisi kokonaan luopua. Kammiojohto on aiemmin yleensä sijoitettu oikean kammion kärkeen, mutta kärjen tahdistusta pidetään sen tuottaman vasemman kammion dyssynkronisen supistumisen takia hemodynaamisesti haitallisena. Tilanteissa, joissa kammiotahdistusta ei voida välttää, on mielestämme hyvä tahdistaa oikean kammion keskiseptumista läheltä johtoratajärjestelmää. Nykyaikaista tahdistinhoitoa tarjoavissa keskuksissa on tärkeää seurata tahdistinhoidossa tapahtuvaa kehitystä.

## Johdanto

Tahdistinhoitoa annetaan Suomessa kaikissa yliopisto- ja keskussairaaloissa. Hyvä tahdistinhoito perustuu aina yleisesti vakiintuneiden tahdistinhoidon indikaatioiden noudattamiseen, yksilöllisesti soveltuvan tahdistustavan valintaan, teknisesti asianmukaisesti toteutettuun tahdistimen asennukseen sekä lopulta tahdistinpotilaan kokonaisvaltaiseen lopunikä kestävään asian- tuntevaan seurantaan. Tahdistinhoidon indikaatioita ja tahdistustavan valintaan vaikuttavia seikkoja on käsitelty tuoreessa kotimaisessa Käypä hoito -suosituksessa (1), mutta asennukseen liittyviä näkökohtia ei ole juurikaan käsitelty kotimaisessa kirjallisuudessa.

Menestyksekkään tahdistinhoidon perustana on tahdistimen asennustekniikan hallinta. Hyvään lopputulokseen voidaan päästä erilaisin asennustekniikoin, mutta kaikille niille yhteisinä yleisinä peruseriaatteina tulisi olla pyrkimys mahdollisimman vähäisiin 1) asennusvaiheen välittömiin ja asennustapaan liittyviin myöhäisiin komplikaatioihin sekä 2) tahdistinhoidosta aiheutuviin lyhyen ja pitkän aikavälin hemodynaamisiin haittoihin. Korjaavat uusintatoimenpiteet lisäävät merkittävästi mm. infektioriskiä sekä hoidosta aiheutuvia kustannuksia (2). Toisaalta oikean kammion kärjen tahdistuksen aiheuttaman vasemman kammion dyssynkronisen supistumisen haitallisuus on opittu ymmärtämään (3–8) ja siksi on pyritty löytämään hemodynaamisesti edullisempia tahdistuskohtia oikeassa kammiossa dyssynkronisen supistuksen välttämiseksi (5–11). Tahdistaminen oikean kammion septumista näyttää soveltuvan tähän, mutta valikoiduissa tapauksissa on syytä harkita suoraan biventrikulaarisen tahdistimen asennusta vasemman kammion synkronisen supistumisen turvaamiseksi.

Kirjoituksessamme käsittelemme tahdistimen asennukseen liittyviä yleisiä periaatteita (12) sekä Meilahden sairaalassa käyttämiämme asennustekniikoita.



## Tahdistimen asennustekniikka

### Esivalmistelu:

Tieto tulevasta tahdistimen asennuksesta ja tahdistin- hoitoon yleisesti liittyvä epätietoisuus aiheuttavat po- tilaassa usein pelkoa ja jännitystä. Potilasta olisi hyvä informoida asianmukaisesti tulevasta toimenpiteestä ja antaa luettavaksi tahdistinpotilaalle suunnattuja opas- kirjoja. Potilasta usein rauhoittaa myös tieto mahdolli- suudesta toimenpiteen yhteydessä saatavaan kipua ja jännitystä lievittävään lääkitykseen.

Antikoagulantti- ja antitrombosyyttihoidot sekä niiden yhdistelmät ovat rajusti lisääntyneet viimeis- ten vuosien aikana. Niiden käyttö lisää merkittävästi tahdistimen asennukseen liittyviä vuotokomplikaatioi- ta (2). Asennuksen kannalta hoitojen tauottaminen on perusteltua, mutta yhä useammin joudutaan tapaus- kohtaisesti ratkaisuihin tasapainoiltaessa vuoto- ja tu-

kosvaaraan liittyvien näkökohtien välillä. Käytännössä tahdistinhoidosta päätettäessä asentava yksikkö ohjaa hoitojen keskeytyksen. Meilahden sairaalassa käytössä olevia yleisiä periaatteita on esitelty taulukossa 1. Ai- heeseen liittyviä näkökohtia on tarkasteltu tarkemmin toisaalla tässä Teemanumerossa.

Tahdistinjärjestelmän infektoituminen on onneksi harvinainen, mutta erityisen vakava asennukseen liit- tyvä komplikaatio, koska se johtaa lähes aina tahdis- tinjärjestelmän poistoon. Mikäli asennuspäätöksen jäl- keen potilaan tilassa tapahtuu muutoksia (ilmaantuu infektio-oireita ja/tai CRP on noususuuntainen taikka asennetaan dreenejä tms), tulee konsultoida asenta- vaa yksikköä ajoissa toimenpiteen ajankohdan arvioi- miseksi. Tällä hetkellä Meilahden sairaalassa käytössä oleva pysyvän tahdistimen asennuksen mikrobilääke- profylaksia on esitelty taukossa 2. Antibioottihoitoa ei nykyisin rutiinisti jatketa asennuksen jälkeen.

## Veren hyytymistä vähentävien lääkkeiden käytön periaatteet tahdistimen asennukseen tulevilla potilailla Meilahden sairaalassa

### Marevan

Pieni tromboemboolian vaara

- esimerkiksi eteisvärinä tai mekaaninen aortan tekoläppä
- Marevan tauotetaan 3 vrk ennen asennusta
- INR tavoite  $\leq 1.5$  asennuspäivänä

Suuri tromboemboolian vaara

- esimerkiksi tuore tromboemboolinen tapahtuma tai mekaaninen eteis-kammiotekoläppä
- Marevania ei tauoteta
- INR tavoite 2.0–3.0
- jos lisäksi suuri vuotoaara (trombosytopenia, uremia ja hyytymis- tai vuotohäiriöt), Marevan tauotetaan. Tällöin käytetään siltahoitona pienimolekyyllaarista hepariinia, jonka anto keskeytetään 12–24 tuntia ennen toimenpidettä

### Dabigatraani

- keskeytetään 48 tuntia ennen toimenpidettä

### Pienimolekyyllaarinen hepariini

- keskeytetään  $\geq 24$  tuntia ennen toimenpidettä
- tarvittaessa voidaan arvioida vaikutusta antiFXa pitoisuudella ja käyttää tätä annostuksen ja tauotuksen ohjaamiseen erityistilanteissa (esimerkiksi munuaisten vajaatoiminta)

### ASA

- keskeytetään elektiiviseen asennukseen tulevilta 5 vrk ennen toimenpidettä
- ei keskeytetä, jos käytön aiheena sepelvaltimon stentin jatkohoito tai tuore valtimotapahtuma

### Klopidogreeli

- keskeytetään, jos mahdollista ja tauon pituudeksi saadaan  $\geq 5$  vrk
- ei keskeytetä, jos on lääkestentti tai  $\leq 3$  kk aiemmin asennettu muu stentti

Taulukko 1.

## Mikrobilääkeprofylaksia tahdistimen asennuksessa Meilahden sairaalassa

- kefuroksiimi 3 g i.v. tunnin sisällä ennen viiltoa
  - betalaktaamiallergiassa vankomysiini 1 g i.v. vähintään tunnin kestäväenä infuusiona alkaen 90–120 minuuttia ennen viiltoa
  - jatkoon ei tule rutiinisti per oraalista antibioottihoitoa
- 
- jos potilas on ollut edeltävästi sairaalahoidossa >7 vrk ja saa betalaktaami-antibioottihoitoa (esim. penisilliiniryhmä, kefalosporiini, karbapeneemi), niin profylaksiana käytetään tämän lisäksi vankomysiiniä. Ko. betalaktaamihoito-annos ajoitetaan tällöin tunnin sisälle ennen toimenpidettä (tai annetaan lisäannos, jos edellisestä annoksesta on kulunut >2 tuntia)
- 
- mikrobilääkeprofylaksia harkitaan tapauskohtaisesti infektio lääkäriin kanssa, mikäli potilaalla on jo menossa muu mikrobilääkitys tai hän on resistentin mikrobin (esim. MRSA) kantaja tai on ongelmallisia antibioottiliherkkyyksiä

Taulukko 2.

Mikäli on syytä epäillä käytettävien laskimoreittien avoimuutta (alueen pinnallisten laskimoiden laajentumat, aiemmat toimenpiteet ja laskimotukokset sekä solisluun murtumat tms.), tulee avoimuudesta varmistua varjoainekuvauksella. Näin on syytä aina menetellä suunniteltaessa vanhan tahdistinjärjestelmän korjaamista tai täydentämistä (kuva 1). Todettaessa tukos on kokemuksen mukaan yleensä varmuudeksi syytä kuvata myös toisen puolen laskimojärjestelmä. Varjoainekuvauksen suoritetaan kyynärtaipeen mediaaliseen laskimoon asennetun kanyylin kautta ruiskutetulla 10–20 ml varjoaineboluksella ja kinekuvaamalla löydös. Kuvauksen tulee myös tallentaa myöhempää käyttöä varten.

### Tilat, välineistö ja alkuvalmistelut:

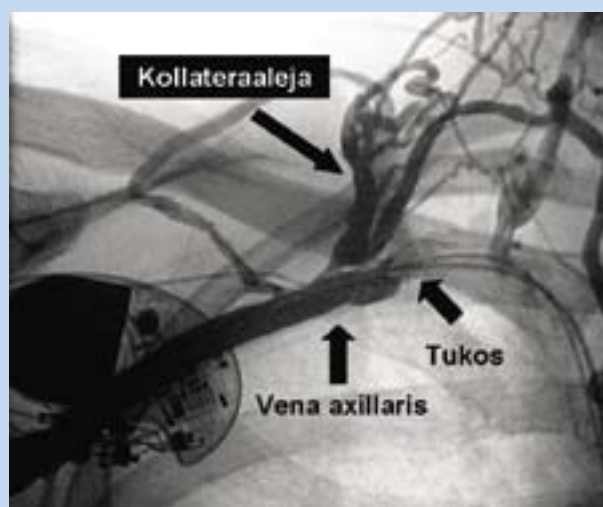
Tahdistimen asennus tapahtuu useimmissa paikoissa sydäntutkimusosastolla katetrisaatiolaboratoriossa. Asennusta helpottaa hyvä kohdennettava leikkauksilamppu, liikuteltava toimenpidepöytä ja asennuksen edellytyksenä on asianmukainen röntgen-läpivalaisulaitteisto. Säteilyturvallisuutta lisäävät työskentelytavat on syytä omaksua ja opettaa heti alussa myös uusille työntekijöille. Näistä keskeisimpiä ovat henkilökoh-

taisten ja liikuteltavien lyijysuojien oikea käyttö, pulsatun kuvanopeudeltaan alhaisen läpivalaisun käyttö, kuvakentän asianmukainen rajaaminen ja tarpeettoman läpivalaisun välttäminen.

Toimenpidehuoneessa on potilasturvallisuuden takaamiseksi oltava jatkuva EKG-näyttö sekä mahdollisuus verenpaineen säännölliseen monitorointiin ja tarvittaessa happisaturaation seurantaan. Elvytyksessä tarvittavat lääkkeet ja välineistö kuten defibrillaattori tulee olla saatavilla. Ennen asennusta tulee myös varautua täydellisen eteis-kammiokatkoksen ilmaantumiseen asennuksen yhteydessä (erityisesti, jos EKG:ssä on vasen haarakatkos tai on esiintynyt distaalinen täydellinen eteis-kammiokatkos). Lisäksi tahdistinjohtojen mittaamista varten tarvitaan ohjelmointilaite, jonka kautta on myös nopeasti valmius tahdistukseen asennettujen johtojen kautta.

Välttömästi ennen asennusta toimenpiteen suorittaja tarkistaa vielä potilaan tilan, siinä mahdollisesti tapahtuneet muutokset ja läpikäy toimenpiteen kulun potilaan kanssa. Samalla tehdään päätös kummalta puolelta tahdistimen asennus tapahtuu. Tähän vaikuttavat mm. mahdolliset ihorikot, laskimosuonten muutokset, väliaikaisen tahdistimen asennusreitti sekä potilaan toiveet (mm. ampumaharrastus). Ihoவில் suunniteltu kohta merkitään potilaaseen peittelyn helpottamiseksi.

Tarvittaessa jo ennen toimenpidettä potilaalle voidaan antaa kipu- ja/tai rauhoittavaa lääkitystä (esimerkiksi fentanyyliä 25–50 mikrogrammaa ja/tai diatsepaamia 2.5 mg suonen sisäisesti tarvittaessa em. annoksia



Kuva 1. Laskimotukos vena axillaris ja subclavian rajalla. Tukoksen merkinä varjoaineen kulku suuntautuu päärunnon sijasta kehittyneeseen kollateraali-kiertoon. Toimimatonta kammiojohtoa ei voitu uusia oikealta, vaan koko järjestelmä piti asentaa vasemmalta.





**Kuva 2.** A) Tahdistinasennuksessa käytettävä välineistö Meilahden sairaalassa. Alarivissä vasemmalta oikealle: pienet kirurgiset sakset, lankasakset, kaarevat Mayon sakset, crile't ja haavanlevittäjä. Keskirivissä: mosquito x 4, pienet altakävijät, isot ja pienet kirurgiset pinsetit, pienet anatomiset pinsetit, kirurginen veitsi. Ylärivissä: neulankuljettaja. B) Korkeudeltaan säädettävä Mayon pöytä.

toistaen). Runsaan kipulääkityksen yhteydessä on hyvä seurata potilaan happisaturaatiota. Infuusiokanyyli on mielekästä asettaa asennuksen puoleiseen yläraajaan toimenpiteen aikana mahdollisesti tarvittavaa varjoainekuvausta varten.

Leikkausalue pestään (A12T 80 % dilutus - värjätty) ja potilas peitellään huolellista steriiliteettiä noudattaen. Tämän jälkeen leikkausalueen iho käsitellään vielä mahdollisten jäljelle jääneiden mikrobin varalta näitä eristävällä käsittelyllä (Integuseal®). Asennuksessa tarvittava leikkausvälineistö toimitetaan välinehuollosta yhtenäisenä asentajien valitsemana kokonaisuutena. Meilahdessa käytössä oleva välineistö ja asennuksen apuna käytettävä tähän hyvin soveltuva korkeudeltaan säädettävä Mayon pöytä näkyy kuvassa 2. Vuotojen hallintaa helpottava diatermialaiteisto on asennuksessa korvaamaton.

#### Ihoviilto ja tahdistintasku:

Ihoviillon ja tahdistintaskun seutu puudutetaan infiltroiden lidokaiinilla. Käytetty puudutusaineen määrä on n. 20–30 ml (10 mg/ml liuosta). Alue puutuu hyvin yleensä n. 5 minuutissa. Mielestämme ihoviilto tulee tehdä siten, että sen kautta on helposti mahdollisuus sekä preparoida esiin cephalica-laskimo että

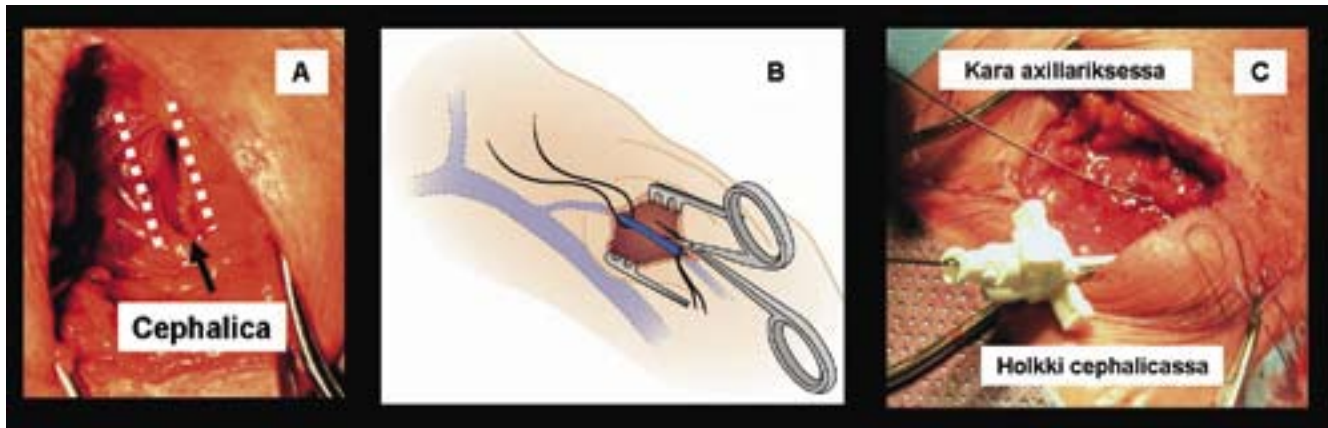
punktoida axillaris-laskimo. Ihoviillon kannalta keskeiset maamerkit ovat sulcus deltopectoralis sekä solisluu. Teemme ihoviillon solislueen alareunan tasalta sulcukseen suuntaisesti yleensä hieman sulcusta mediaalisemmin (0.5 cm) n. 2.5–4.0 cm pituisena (kuva 3). Haava preparoidaan rintalihaksen faskiaan asti tylypästi käyttämällä kaarevia Mayon saksia (kuva 3) tai unipolaarisella leikkaavalla diatermiällä. Haavan reunan vuodot hallitaan käyttämällä bipolaarista diatermiaa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää ultraääniveistä subkutiksen leikkaamiseksi ja vuotojen tyrehtyttämiseksi. Ultraääniveitsi ei häiritse toimenpiteen aikana unipolaari-diatermian tavoin tahdistusta tahdistinriippuvaisella potilaalla. Merkittävät arteriavuodot on usein aiheen liigeerata. Riittävän väljä tahdistintasku on tärkeää tehdä oikeaan kudostasoon faskian päälle, jolloin sen muodostaminen usein sormilla tilaa väljentäen käy nopeasti ja helposti eikä merkittävää vuotoa yleensä synny. Joutojen asennuksen ajan taskussa voidaan pitää komprimoivia harsotaitoksia.

#### Laskimoreitin valinta:

Tahdistimen asennuksen yksi keskeisimmistä vaiheista on laskimoreitin valinta. Hyvälle laskimoreitille omi-



**Kuva 3.** Käyttämämme ihoviilto tahdistimen asennuksessa A) oikealla ja B) vasemmalla.



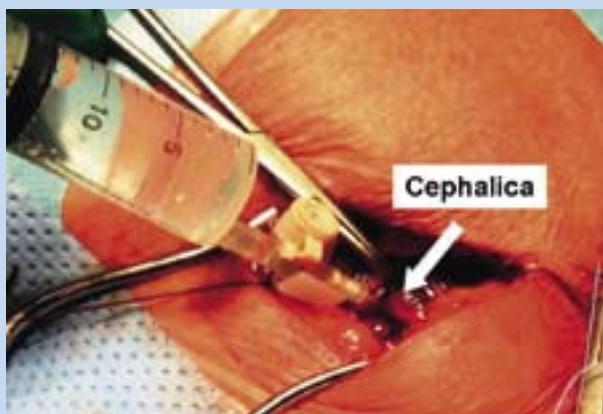
**Kuva 4.** Cephalica-reitti. **A)** Sulcukselta on paljastettu cephalica-laskimo. **B)** Laskimon avauksen jälkeen kara viedään siihen käyttäen karan mukana tulevaa kärkiosaa tai "harmaata viggoa". **C)** Karan yli on viety sisäänviejäholkki ja johto voidaan viedä karan ja mandriinin poiston jälkeen holkin sisältä helposti yläcavaan. Kuvassa näkyy myös tyypillisestä kohdasta axillaris-laskimoon punktoitu kara.

naista on 1) vähäiset suoni yhteyden saavuttamiseen liittyvät komplikaatiot, 2) asennettavien johtojen hyvä liikuteltavuus sekä 3) vähäinen johtoihin kohdistuva pitkäaikainen mekaaninen rasitus. Cephalica- ja axillaris-laskimot täyttävät em. vaatimukset, sen sijaan mielestämme subclavia-laskimon käytöstä tulisi kokonaan luopua (12–15). Subclavia-laskimon punktioon liittyy sekä välittömiä komplikaatioita (mm. pneumothoraxin riski) että johtojen mekaanisia vaurioita ajan myötä. Subclavia-punktiossa (tekniikasta riippuen) johto kulkee ennen suoneen päätymistä subclavius-lihaksen läpi, costoklavikulaari-ligamentin läpi ja/tai ensimmäisen kylkiluun ja solisluun "luisesta" kohdasta läpi. Johtoon voi kohdistua 4-kertainen painerasitus verrattuna cephalican kautta asennettuun johtoon. Johdon vaurioitumista tällä mekanismilla kutsutaan ns. "subclavian crush" -oireyhtymäksi (13,15).

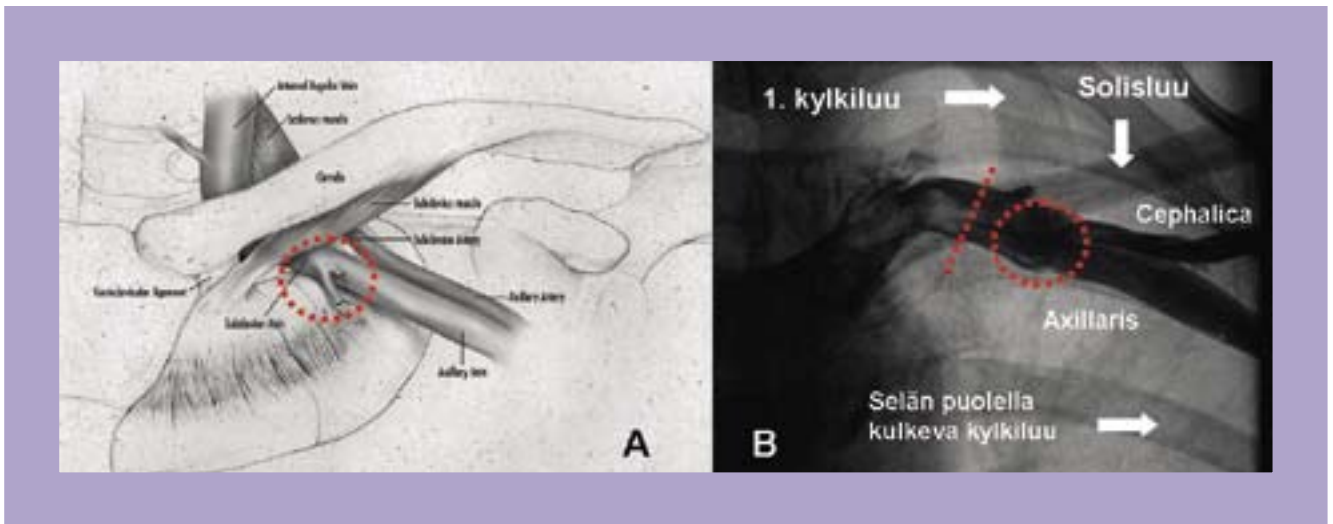
Cephalica-laskimo kulkee deltoideus- ja pectoralis-lihasten välisessä sulcuksessa. Oikeaan kohtaan tehdyn ihoviillon kautta sulcuksen paikantava tunnusomainen

kellertävä sulcusrasva on helposti löydettävissä. Cephalica-laskimo löytyy tämän rasvan seasta tylpästi preparoimalla esim. Mosquito -tyyppisiä suonipuristimia avaamalla sulcuksen suuntaisesti. Cephalica laskimo on hyvä paljastaa riittävästi (kuva 4A). Sen distaalipään alta viedään lanka ja suoni ligeerataan. Proksimaalipään alta viedään toinen lanka, joka solmitaan kevyesti johdon päälle hemostaasin turvaamiseksi vasta johdon ollessa paikoillaan (kuva 4B). Suoneen tehdään pieni n. 1 mm avaus pienillä kirurgisilla saksilla, jolloin suoneen on helposti vietävissä tavanomainen J-kara (kuva 4B). Joskus cephalica-laskimon laskukulma axillaris-laskimoon ohjaa J-karan manipulaatioista huolimatta axillarista pitkin yläraajan suuntaan. Tällöin voidaan ottaa avuksi helpommin ohjattava lyhyt ns. "liukas kara" (Radiofocus® Guide Wire M, Terumo 80 cm). Tarvittaessa suoneen voidaan viedä "punainen viggo" (BD Venlon® Pro 20G) ja ruiskuttaa tämän kautta pieni määrä varjoainetta cephalican mahdollisten poikkeavuuksien selvittämiseksi ja samalla myös vena axillariksen paikantamiseksi (kuva 5). Cephalica-laskimo voidaan myös punktoida ja viedä kara näin suoneen. Tarvittaessa cephalica-laskimoon voidaan myös viedä useampia karoja. Karan ja sisäänviejäholkin käytöllä johdon vienti cephalican kautta onnistuu käytännössä aina (kuva 4C).

Axillaris-laskimon hallittu punktoiminen edellyttää ympäröivien rakenteiden 3-ulotteisen anatomian hahmottamista (14, 16). Axillaris-laskimo on basilica-laskimon jatke ja se kulkee 1. kylkiluun päällä päättyen sen reunassa subclavia-laskimoon (kuva 6A). Axillaris-laskimo kulkee (toisin kuin pinnallisempi cephalica-laskimo) pectoralis minor -lihaksen alta ja yhtyy sitten cephalica-laskimon kanssa processus coracoideuksen tasolla. Punktion opetteluvaiheessa voi axillaris-laskimon paikantaa ennen toimenpidettä tehdyllä perifee-



**Kuva 5.** Cephalican suora varjoaineruiskutus.



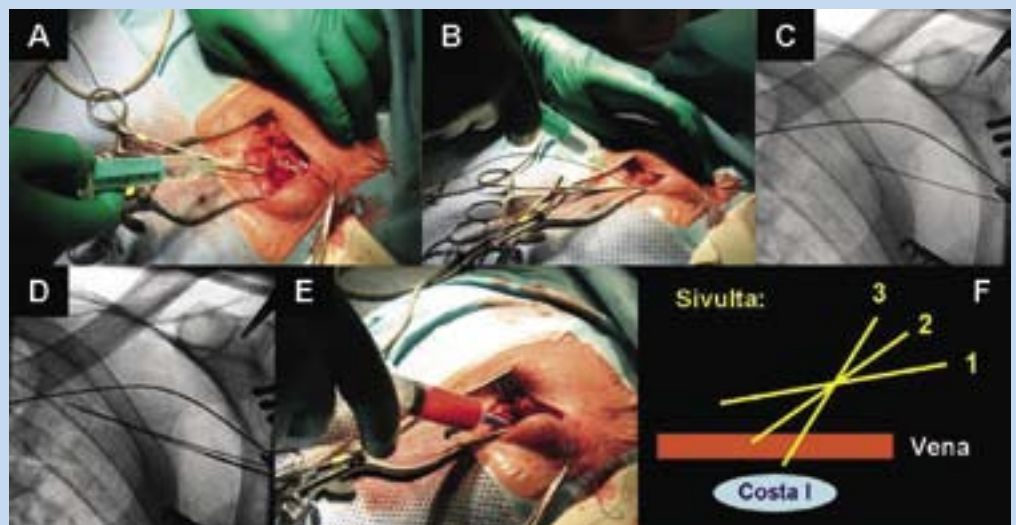
**Kuva 6.** Axillaris-laskimon kulku ja tavoiteltava punktiokohta 1. kylkiluun päällä (punainen katkoviivarengas). **A)** Piirroskuva, josta ilmenee axillaris-laskimon mediaalinen kulku valtioon nähden sekä johtoa jäytyviä rakenteita, jotka on läpäistävä punktioneulan saavuttaessa suoniyttyden vasta subclavia-tasolla (Ramza BM ym. *Am J Cardiol* 1997;80:892-6 [julkaistu kustantajan luvalla]). **B)** Flebografiakuva, josta ilmenee axillaris-laskimon kulku (kuvassa solisluu kulkee hieman tavanomaista alempana). Kun punktiota ei uloteta 1. kylkiluun mediaalireunaa pidemmälle (katkoviiva), ei pneumothoraxia voida aiheuttaa. Läpivalaisussa ei tule sekoittaa selän puolella kulkevia ja anteriorisia kylkiluita.

risellä varjoaineruiskutuksella ja käyttää kuvausta toimenpiteessä mallikuvana (kuva 6B). Axillaris-laskimon tyypillisen sijainnin 1. kylkiluun päällä solisluun alapuolella oppii näin nopeasti hahmottamaan. Axillaris-valtimo kulkee laskimon lateraalipuolella hieman syvemmällä (kuva 6A).

Käytämme axillaris-laskimon punktiossa (16) yleensä aina läpivalaisua apuna, joskin punktio voidaan suorittaa myös ”sokkona” pelkkiä maamerkkejä

apuna käyttäen sekä ultraääniohjauksessakin. Punktion aikana potilasta pidetään Trendelenburgin asennossa (alaraajat koholla) laskimopaineen kohottamiseksi. Paikannamme axillaris-laskimon puudutusneulalla (samalla rintalihasta puudutellen) siten, että puudutusneulan kärki viedään ihoviillon yläkolmanneksesta lihaksen pintaan n. 1–2 cm sulcuksesta mediaalisesti ja läpivalaisussa punktio suunnataan oletettuun laskimon kulkukohtaan 1. kylkiluun päälle (kuva 7). Mikä-

**Kuva 7.** Axillaris-punktion tekniikka. Puudutusneula viedään lihaksen pintaan haavan yläkolmanneksessa loivassa kulmassa (kuva A ylhäältä ja B sivulta). **C)** Puudutusneula suunnataan tällöin läpivalaisussa oletettuun axillaris-laskimon kulkukohtaan (mallina oleva kara on cephalica-laskimossa). **D-E)** Puudutusneulalla on paikannettu axillaris ja punktioneulalla on saavutettu tätä hyväksikäyttäen laskimoyhteys. **F)** Mikäli axillarista ei tavoiteta, voidaan punktio vaihteittain suunnata jyrkemmin varoen kuitenkin ylittämstä 1. kylkiluun mediaalireunaa (1→3).



li punktio suunnataan hyvin alhaalta ylöspäin, sisäänviejäholkki taittuu herkästi J-karan poiston jälkeen. Punktion aikana ruiskussa pidetään kevyttä aspiraatiota, jolloin neulan kärjen tavoittaessa laskimon ruiskuun tulee tummaa verta. Läpivalaisussa tarkkaillaan ettei yrityksissä puudutusneulan kärki mene 1. kylkiluun mediaalireunaa pidemmälle. Mikäli suonta ei tavoiteta, suunnataan punktio vaiheittain syvemmälle (aina neula ensin ulosvetäen ennen uutta punktion suuntausta), jolloin se osuu joko suoneen tai 1. kylkiluuhun (kuva 7). Mikäli suonta ei edelleenkään tavoiteta vaihdetaan punktion suuntaa sivusuunnassa. Kun suoni tavoitetaan, voidaan ruisku irrottaa puudutusneulasta ja kääntää neulan kanta sivuun. Tämän jälkeen voidaan varsinaisella punktioneualla tavoittaa suoni punktoimalla puudutusneulaa ”pitkin” läpivalaisussa (kuva 7). Ruisku irrotetaan neulasta ja J-kara viedään suoneen punktioneualla kautta. Erityisesti varsinaisella punktioneualla on syytä välttää punktioyrityksen aikana sivusuuntaista liikettä, koska neula kärki voi tällöin vaurioittaa suonia ja rintalihasta.

Mikäli puudutusneulasta ruiskun poistamisen jälkeen tulee ”tiputellen” hieman kirkaampaa verta, on todennäköisesti vahingossa punktoitu axillaris valtimo. Tällöin axillaris-laskimo löytyy helposti suuntaamalla punktio n. 1–1.5 cm edellistä mediaalisemmin (kuva 6). Punktioneualla päätyminen arteria axillarikseen on helppo havaita kun ruisku irrotetaan neulasta. Tällöin oletettua kohtaa on syytä painaa 5 minuuttia hematooman kehittymisen välttämiseksi.

Mikäli axillaris-punktio ei onnistu muutamalla yrityksellä, voidaan laskimo nopeasti paikantaa 1) periferisemmin tehdyllä varjoaineruiskutuksella (suonikannu samana puolen yläraajassa), 2) cephalicasta viedyn karan avulla (Ong-Barold’in tekniikka – kuva 7C) tai 3) ruiskuttamalla cephalicaan varjoainetta (kuva 5). Yleensä vaikeuden syyksi paljastuu axillaris laskimon 1) hieman poikkeava kulku erityisesti solisluun kulkiessa tavanomaista alempana, 2) kulku oletettua syvemmällä (paksu rintalihas) tai 3) punktioyritysten yhteydessä aikaansaatu laskimon kasaan painava hematooma (tällöin cephalica-reitti jää usein ainoaksi vaihtoehdoksi). Varsin tavallista lienee myös se, että punktoidessa läpäistään laskimon molemmat seinämät eikä ruiskua vedetä takaisinpäin riittävän hitaasti (neulan kärki jää usein lumeniin vasta ”poispäin” tullessa!).

Laskimoreiteistä cephalica lienee kaikkein turvallisimmin sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Oikein suoritettuun vena axillaris punktioon ei myöskään liity pneumothoraxin vaaraa eivätkä sen kautta asennetut johdot joudu subclavia-reittiä vastaavaan pinnetilaan. Käytämme kahden johdon asennuksessa yleensä sekä cephalica

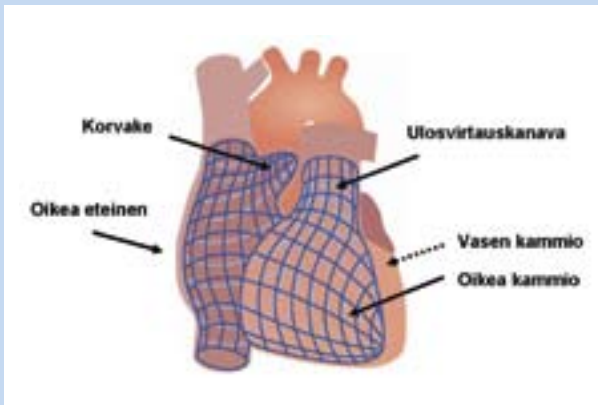
että axillaris-reittiä tai kahta erillistä axillaris-punktiota, minkä oletamme vähentävän vuotokomplikaatioita tarvittavien ohuempien sisäänviejäholkkien takia. Mikäli toinen axillaris-punktio ei kuitenkaan onnistu nopeasti ja ongelmitta, asennamme johdot ns. yhden karan tekniikalla. Tämä tekniikka on yleisesti käytössä ja täysin hyväksyttävä myös ensisijaisena asennustapana. Tällöin valitaan johtoa 2 Fr suurempi sisäänviejäholkki, jolloin johtoa vietäessä voidaan jättää kara paikalleen johdon viereen. Näin tätä karaa voidaan käyttää myös seuraavan johdon viennissä. Vaihtoehtoisesti voidaan laittaa kaksi karaa aluksi 6 Fr holkista. Cephalican kautta voidaan halutessa asentaa myös 2 johtoa, mutta tällöin on oltava valppaana etteivät johdot huomaamatta liikuta toisiaan asennuksen aikana.

### Johtojen asentaminen:

Tahdistinhoitoon perehtyneiden kardiologien keskuudessa on yleisesti hyväksytty oikean kammion kärjen tahdistuksen tuottaman vasemman kammion dysynkronisen supistuksen aiheuttama hemodynaaminen haitta erityisesti pitkällä aikavälillä (3–8). Mielekkäintä on pyrkiä mahdollisuuksien mukaan kokonaan välttämään kammioiden tahdistusta eteis-kammiosynkronian kärsimisen uhallakin ohjelmoinnin avulla, mutta tietyissä tilanteissa se ei ole mahdollista. Kammiojohdon sijoittamista oikean kammion kärkeen ei voida erityisesti pitää hyväksyttävänä 1) nuorten potilaiden kohdalla, 2) kun on odotettavissa runsasta kammio tahdistusta (kuten eteis-kammio katkoksesta) ja/tai 3) lievissäkin sydämen systolisessa vajaatoiminnassa. Nykyisin vältämme täysin tahdistinjohtojen sijoittamista oikean kammion kärkeen ja pyrimme sijoittamaan kammiojohdon kärjen keskiseptumiin lähelle johtoratajärjestelmää (3–11). Tämä tuottaa kärjen tahdistusta kapeamman QRS kompleksin synkronisemman vasemman kammion supistuksen merkkinä. Lisäksi kammioruuvijohdon asennus septumiin minimoi seinämän perforaatorisikin. Potilaskohtaisesti saatamme päätyä myös suoraan biventrikulaarisen tahdistimen asennukseen, erityisesti distaaliossa eteis-kammio katkoksesta vasemman kammion systolisen toiminnan ollessa alentunutta (3–7).

Käytämme nykyisin vain aktiivifiksaatiojohtoja (”ruuvijohto”), koska nämä mahdollistavat tahdistinjohtojen sijoittamisen haluttuihin kohtiin ja ne ovat mielestämme myös passiivijohtoja helpommin käsiteltäviä. Suonessa olevan J-karan yli viedään sisäänviejäholkki paikalleen, jonka jälkeen J-kara ja mandriini poistetaan. Holkkia kevyesti painamalla estetään runsas takaisinvirtaus. Johto viedään tämän jälkeen holkkiin kara (engl. ”stylet”) johdon kärjessä ja johdon ol-





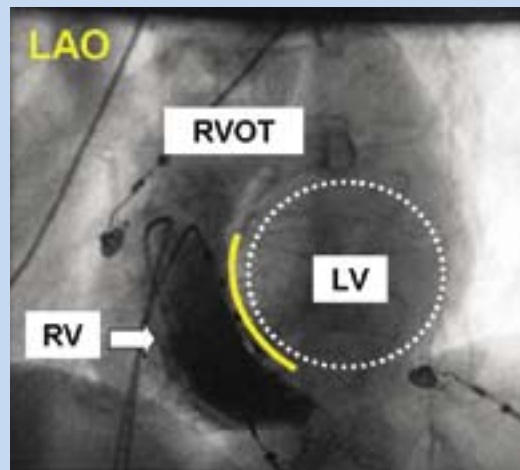
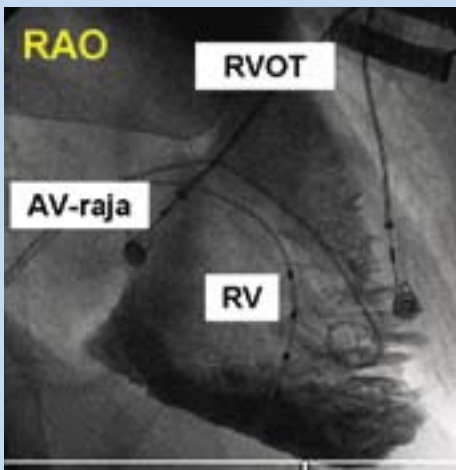
**Kuva 8.** Kaavakuva AP-suunnassa oikean puolen lokeroiden sijainnista.

lessa holkissa vedetään karaa hieman taaksepäin. Tämä vähentää perforaatoriskiä ja auttaa johdon viemisessä oikeaan eteiseen. Johtojen liikuttelu on syytä tehdä tästä vaiheesta alkaen läpivalaisuskontrollissa. Sisäänviejäholkki halkaistaan ja kuoritaan johdon päältä ("peel-away-introducer") samalla johtoa hieman sisäänpäin syöttäen. Potilaan tulisi välttää tässä vaiheessa syvään sisäänhengittämistä tai yskimistä ilmaemboliavaaran takia. Holkki voidaan poistaa myös vasta siinä vaiheessa kun johto on stabiilisti kiinnitettynä ja mittausarvot on todettu asianmukaisiksi.

Kammiojohtoa paikalle vietäessä vaihdamme johtoon karan johdon ollessa eteistasolla. Teemme suoraan karaan korostuneen J:n muotoisen taivutuksen siten, että peukaloa, etusormea ja kaarevia Mayon saksia liutetaan karaa pitkin "vuolevalla" liikkeellä välttämällä tulevia jyrkkiä mutkia. Johto on tällaista karaa käyttäen helppo viedä oikean kammion ulosvirtauskanavaan

pyöräyttämällä karaa akselinsa ympäri. Johdon ollessa ulosvirtauskanavassa nähdään monitorilla myös alueelta tulevia kammioisälyönnejä. Tekniikalla vältetään myös johdon vieminen vahingossa sinus coronariukseen.

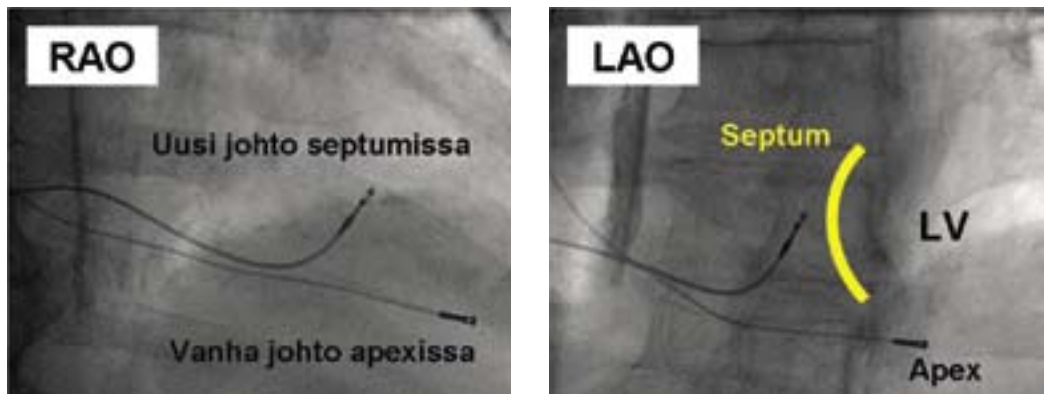
Ulosvirtauskanavassa johtoon vaihdetaan loivemmin vain kärjestään taivutettu kara ja johtoa vedetään alaspäin samalla karaa kevyesti vastapäivään kääntämällä. Johdon kärki hakeutuu tällöin halutulle alueelle oikean kammion keskiseptumiin. AP-suunnassa läpivalaistuksessa ei voida luotettavasti sanoa onko johdon kärki oikean kammion septumissa, etuseinässä vai sinus coronariuksessa. Tämän takia johdon kiinnityskohdasta tulee aina arvioida myös LAO- ja RAO-projektioissa (17). Aivan keskeistä on hallita alueen 3-ulotteinen anatomia (kuva 8) ja sen projisoituminen 2-ulotteisiin läpivalaisuprojektioihin (kuva 9). LAO-projektion voidaan ajatella "katsovan" sydäntä sen kärjestä päin, jolloin voidaan varmistua johdon kiinnittymisestä septumiin ("rintarangan suuntaan"). RAO 30 -projektion voidaan ajatella "katsovan" sydäntä sivulta (kohtisuorassa eteis-kammiorajaan) ja tätä projektiota käyttäen voidaan arvioida johdon kiinnityskohdan etäisyyttä eteis-kammiorajasta (apikaalisesti - keskikammiotasolla - basaalisesti). Pyrimme kiinnittämään johdot septaalisesti keskikammiotasolle, koska täältä tahdistettu QRS-kompleksi on yleensä kapein ja sen pitäisi myös vähentää poikkeavan aktivaatiojärjestyksen aiheuttamaa dyssynkronista supistusta (kuvat 10 ja 11). Leveä tahdistettu QRS-kompleksi oletetun septaalisen johdon sijainnin yhteydessä viittaa usein johdon todelliseen sijaintiin vapaassa seinämässä (kuva 11). Mikäli johtoa ei saada haluttuun kohtaan, voidaan se viedä uudelleen ulosvirtauskanavaan ja toistaa septumiin vieminen käyttäen erilaista karan taivutusta.



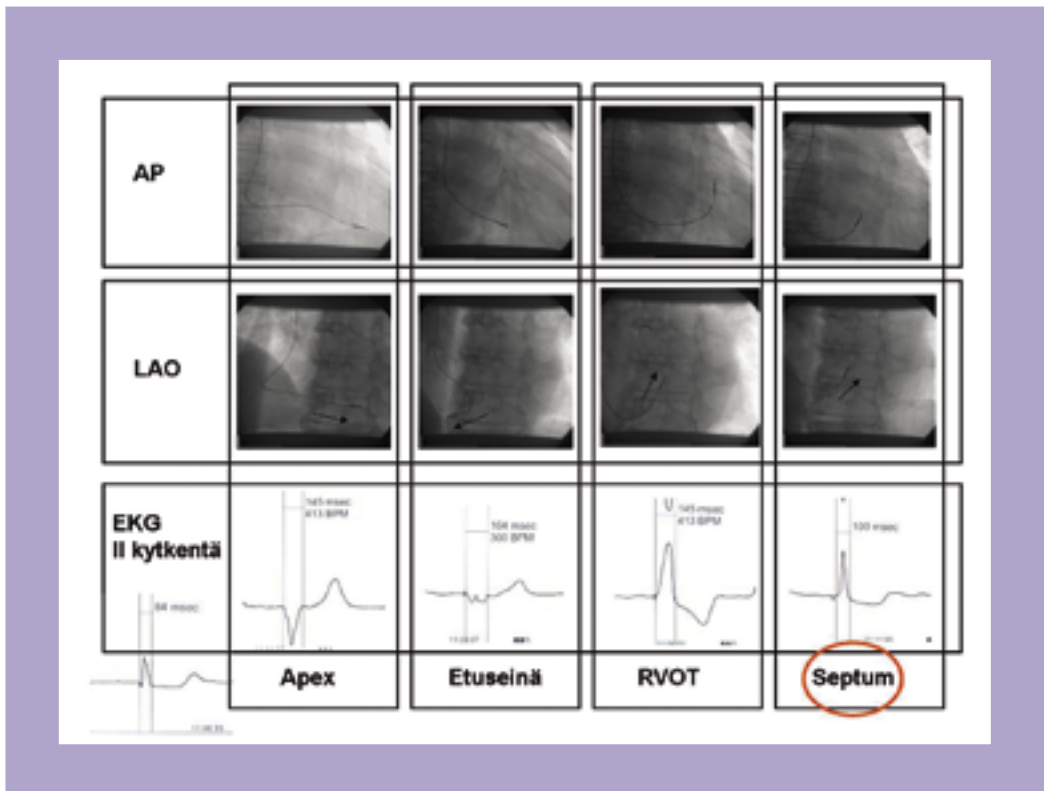
**Kuva 9.** Oikean kammion varjoinekuvasa sekä RAO- että LAO-projektioissa. LAO-projektioissa kammioiden väliseinä (septum) on merkitty paksulla keltaisella viivalla. On huomattava, että septumin leveys kapenee siirryttäessä RAO-projektioissa kohti apexia. Tahdistinjohdon kulkiessa LAO-projektioissa eteis-kammio (AV) -rajassa vasemman kammion "alla" sydämen ääriiviivaan on johto sinus coronariuksessa.



**Kuva 10.** Uusi aktiivikiinnitteinen ruuvijohto septumissa ja vanha passiivikiinnitteinen johto apikaalisesti A) loivassa RAO-projektiossa sekä B) LAO-projektiossa.

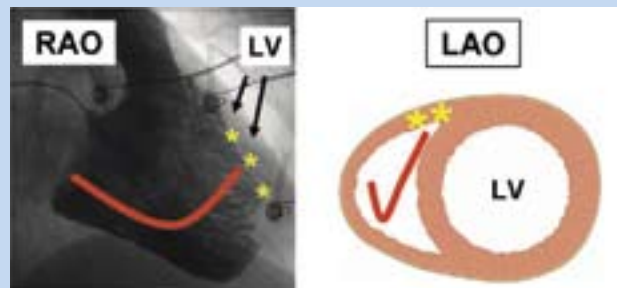


**Kuva 11.** Kammiojohdon kiinnityskohdan ja tahdistetun QRS-kompleksin keston suhde eri kiinnityskohdissa (vasemmalla alhaalla luontainen QRS-kompleksi).



Erityisesti on huomioitava, että LAO-suunnassa johdon kärki voi osoittaa ”septumin suuntaan”, mutta sijaita kuitenkin ei-toivotussa kohdassa oikean kammion etuseinässä lähellä ”liitoskohtaa” vasempaan kammioon (kuva 12). Tämän tunnistaa LAO-projektiossa johdon kaartumisesta hyvin ylös septumin myötäisesti ja vastaavasti RAO-projektiossa johdon kulkeutumisenä lähelle sydämen ääriiviivaa. Tähän ruuvattaessa johto voi myös perforoida kammion seinämän ja on todennäköistä, että tahdistus täältä voi tuottaa myös hemodynaamista haittaa.

Eteisjohdon viennissä noudatetaan samoja periaatteita. Eteisjohto viedään suoran karan avulla eteistasolle ja vaihdetaan tämän tilalle J:n muotoinen kara (yleensä valmiiksi taivutettu kara soveltuu tähän hyvin). Eteisjohto voidaan sijoittaa melko vapaasti oikeaan eteiseen, yleensä eteiskorvakkeen seutuun. Käytettäessä eteisjohtoa



**Kuva 12.** Kammiojohdon (paksu viiva) väärä sijoitus oikean ja vasemman kammion ”liitoskohtaan”. LAO-projektiossa johdon voidaan virheellisesti tulkita kulkevan septumiin. RAO 30-projektio paljastaa johdon olevan liian lähellä kinekuvaussella paikannettua oikean kammion ääriiviivaa (tähdet), joka sydämen asennosta ja oikean kammion koosta riippuen voi sijaita selvästi vasemman kammion ääriiviivaa ”alempana”.



pääosin tunnistukseen (normaali sinussolmukkeeseen toiminta + eteis-kammiokatkos) on tärkeintä luonnollisesti hyvä tunnistus ja tämä usein saavutetaan sijoittamalla johto eteiskorvakkeeseen. Käytettäessä johtoa jatkuvaan tahdistukseen (sinussolmukkeeseen vika) saattaa johdon sijoittamisesta eteisseptumiin olla tiettyjä etuja (18). Käytännössä sijoitamme tällöinkin eteisjohdon yleensä eteiskorvakkeeseen tai anteriorisesti eteisen seinämään.

Johdon kärjen asianmukaisen sijainnin varmistuttua ”ruuvataan” johto seinämään kiinni erityisellä kiertäjällä (engl. ”rotation tool”) pitäen karaa pohjassa ja johtoa seinämää vasten. Läpivalaisussa nähdään kierteiden ulostulo johdosta (kierrämme vielä muutaman kierroksen tämän jälkeen varoen ylikiertämistä). Mikäli potilas kiinnittämisen yhteydessä tuntee pistoa, ruuvien kärki yleensä ulottuu perikardiumiin ja johto on aina viisainta tällöin sijoittaa uudelleen. Asianmukainen kiinnittyminen varmistetaan johtoa kevyesti vetämällä ja/tai työntämällä karan ollessa johdon sisällä eteisen tai yläcavan tasolla.

Johtojen kiinnityksen jälkeen tarkistetaan ohjelmointilaitteen avulla sähköiset mittausarvot. Tällöin tutkitaan ilman tahdistusta luontaisen rytmin tunnistus (P-aalto  $\geq 1.5-2.0$  mV ja R-aalto  $\geq 5.0$  mV) sekä tahdistuksen aikana johtojen vastukset ja tahdistuskynnykset (mieluiten  $\leq 1.2V/0.5ms$ ) sekä arvioidaan ekstrakardiaalisen stimulaation mahdollisuus  $10V/0.5ms$  impulssilla. Ruuvijohtoja käytettäessä on hyvä muistaa, että heti ruuvaamisen jälkeen mitattu tahdistuskynnys on usein korkeampi kuin n. 3–5 minuutin odottelun jälkeen mitattu kynnysarvo. Erityisesti asennuksen ollessa vaikea ja saataessa  $1.6-2.0V/0.5$  ms kynnysarvoja voidaan kynnysmittaukset toistaa odottelun jälkeen. Eteisjohto joudutaan joskus asentamaan eteisvärinärytmin aikana, jolloin johdon sijoittaminen tehdään anatomisin perustein ja eteisvärinän aaltojen tunnistuminen  $\geq 1.0$  mV suuruisena viittaa riittävään tunnistukseen sinusrytmin palauduttua. Ekstrakardiaalinen stimulaatio tutkitaan tällöin AOO-moodissa.

Hyväksyttävien mittausarvojen toteamisen jälkeen johtojen löysyyttä arvioitaessa pidetään suoraa karaa johdon sisällä yläcavan tasolla. Potilasta pyydetään vetämään hitaasti keuhkot täyteen ilmaa samalla johtoja läpivalaisten. Makuulla syvässä inspriumissa johtojen löysyys vastaa melko hyvin nähtyjä johtojen löysyyksiä pystyasennossa otetussa thorax-kuvassa. Erityistä valppautta tarvitaan hyvin obeesien potilaiden johtojen löysyyden arvioinnissa, koska johdot saattavat kiristyä yllättävän paljon potilaan noustessa pystyasentoon – erityisesti jos johdot on kiinnitetty kauaksi solisluusta. Riittävän johtojen löysyyden arvioimisen jälkeen ne kiinnitetään huolellisesti ja riittävän tiukasti sulamat-

tomilla ompeleilla muoviseen suojakappaleeseen (engl. ”suture sleeve”) ja vasta sen jälkeen lihaksen pintaan. Suojakappale on syytä työntää lihaksen pintaan punktiokohtaan kiinni ja kiinnittää tähän. Kiinnittämme johdon suojakappaleeseen aina ainakin kahdesta kohdasta. Ensimmäisen kiinnityksen jälkeen voidaan vielä sopiva löysyys varmistaa hetken läpivalaisulla, jonka jälkeen läpivalaisua ei enää tarvita. Mikäli johdot ovat seuraavan päivän thorax-kuvassa liian kireällä, on syynä käytännössä tällöin aina johdon liukuminen suojakappaleen sisällä liian varovaisen kiinnityksen takia.

#### **Tahdistingeneraattorin kiinnitys ja haavan sulkku:**

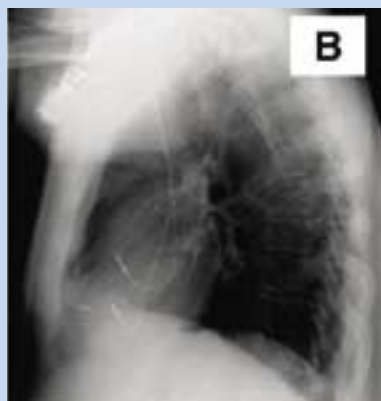
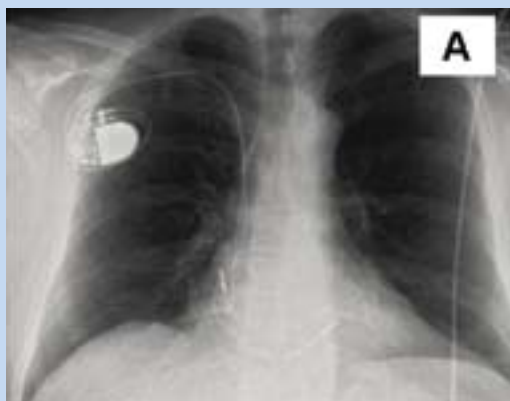
Tässä vaiheessa varmistamme vielä hyvän hemostaasin käyttämällä tarvittaessa bipolaarista diatermiaa (ei johtojen välittömässä läheisyydessä) ja tahdistintaskuun laitettavaa kollageenin ja trombiinin seosta (D-Stat®) tai muuta vastaavaa valmistetta. Mikäli potilaalla on useita veren hyytymistä estäviä lääkkeitä käytössä eikä näitä ole voitu tauottaa, käytämme rutiinisti hyytymistä edistäviä paikallisia valmisteita hyvältäkin vaikuttavan hemostaasin yhteydessä.

Johdot työnnetään tahdistimen konnektoriosaan ja näkökontrollissa varmistetaan, että johdon kärki on konnektorissa riittävän pitkällä. Johtojen kiinnityksessä käytetään pakkauksessa mukana olevaa kiertäjää (”ruuvimeisseli”, engl. ”wrench”) siten, että kuullaan riittävän kiertymisen merkinä ”naksahduksia”. Ylikiertämistä on syytä välttää. Ennen tahdistimen sijoittamista tahdistintaskuun johdot kierretään ilman jyrkkiä mutkia tahdistimen alle. Sormella tahdistintaskua tunnustelemalla voidaan vielä varmistua ettei johdon lenkkejä ole jäänyt tahdistimen päälle. Tahdistingeneraattori kiinnitetään ”löyhällä” sulamattomalla ompeleella lihaksen pintaan riittävän mediaalisesti siten ettei generaattori paina olkapäätä tai solisluuta makuuasennossakaan.

Haava suljetaan kahdessa kerroksessa sulavilla ihonsisäisillä ompeleilla (subcutis 2-0:n erillisillä ompeleilla tai jatkuvalla ompeleella sekä iho jatkuvalla 3-0:n ompeleella). On varottava ettei ompelulankoja jää haavasta näkyviin. Ompeleita ei tarvitse poistaa. Haavan päälle asetetaan kiinnittyvä haavasidos sekä tämän päälle aina kompressioside.

#### **Jatkotoimenpiteet:**

Potilas saa haavanhoito-ohjeet kirjallisena sekä viimeistään tässä vaiheessa tahdistinpotilaan oppaan luettavaksi. Tahdistin pyritään ohjelmoimaan alustavasti joko ennen toimenpidettä tai heti sen jälkeen potilaan tilaan soveltuvaksi. Asennuksen suorittanut lääkäri antaa jatkohoito-ohjeet mahdollisista uusista lääkityksistä (esim. betasalpaajan [uudelleen] aloitus) sekä erityises-



**Kuva 13.** Pystyasennossa otettu THX-röntgenkuva eteisjohdon sijaitessa anteriorisesti ja kammiojohdon sijaitessa septaalisesti (A: AP-kuva ja B: sivukuva). Kammiojohdon septaalinen sijainti on varmistettu LAO-projektiossa eikä sitä voida luotettavasti arvioida suorassa sivukuvas-  
vassa.

ti antikoagulanttihoidon jatkosta asennuksen jälkeen. Potilas siirtyy toimenpiteen jälkeen vuodeosastolle yön yli seurantaan, mutta kasvava osa potilaista kotiutetaan päiväosaston kautta jo samana päivänä. Toimenpiteen jälkeisenä päivänä tarkistetaan thorax-röntgenkuvasta (kuva 13) johtojen asianmukainen kulku ja sillä poisuljetaan myös mahdolliset punktiokomplikaatiot. Tahdistinpoliklinikalla tarkistetaan myös haavan tila sekä mitataan uudelleen sähköiset mittausravot. Tällöin vielä tehdään potilaskohtaisesti sopivat säädöt potilaan tila, sydänsairaus, rytmin poikkeavuudet ja mittausravot huomioiden. Ongelmattomissa tapauksissa seuraava tahdistinkontrolli on 2–3 kuukautta myöhemmin.

## Yhteenveto

Tahdistimien asennustekniikka on kehittynyt. Keskeistä on suonireittien valinnassa subclavia-laskimon välttäminen ja jatkuvan apikaalisen tahdistuksen mahdollisen hemodynaamisen haitan välttäminen.

\* Kiitämme Helena Schmidtiä (HumanArt Tmi) artikkelin piirroksista.

## Kirjallisuusviitteet

1. Tahdistinhoito (online). Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Suomen Kardiologisen Seuran asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2010 (viitattu 31.12.2010). Saatavilla Internetistä: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

2. Pakarinen S, Oikarinen L, Toivonen L. Short-term implantation-related complications of cardiac rhythm management device therapy: a retrospective single-centre 1-year survey. *Europace* 2010; 12:103–108.
3. Sweeney MO, Prinzen FW. A new paradigm for physiologic ventricular pacing. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:282–288.
4. Zhang X-H, Chen H, Siu C-W ym. New-onset heart failure after permanent right ventricular apical pacing in patients with acquired high-grade atrioventricular block and normal left ventricular function. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2008;19:136–141.
5. Sweeney MO, Prinzen FW. Ventricular pump function and pacing: physiological and clinical integration. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2008; 1:127–139.
6. Tops LF, Schalij MJ, Bax JJ. The effects of right ventricular apical pacing on ventricular function and dyssynchrony. Implications for therapy. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:764–776.
7. Yu CM, Chan JY, Zhang Q ym. Biventricular pacing in patients with bradycardia and normal ejection fraction. *N Engl J Med* 2009;361:2123–2134.
8. Healey JS, Yee R, Tang A. Right ventricular apical pacing: a necessary evil? *Curr Opin Cardiol* 2007;22:33–38.



9. Muto C, Ottaviano L, Canciello M ym. Effect of pacing the right ventricular mid-septum tract in patients with permanent atrial fibrillation and low ejection fraction. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2007;18:1032–1036.
10. Tse H-F, Wong K-K, Siu C-W ym. Upgrading pacemaker patients with right ventricular apical pacing to right ventricular septal pacing improves left ventricular performance and functional capacity. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2009;20:901–905.
11. Mond HG, Vlay SC. Pacing the right ventricular septum: time to abandon apical pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 2010;33:1293–1297.
12. Belott PH, Reynolds DW. Permanent pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator implantation. Kirjassa: Ellenbogen KA, Kay NG, Lau C-P, Wilkoff BL (toim.): Clinical cardiac pacing, defibrillation, and resynchronization therapy, 3. painos. Saunders, Philadelphia 2007, 561–651.
13. Fyke FE 3rd. Infraclavicular lead failure: Tarnish on a golden route. *Pacing Clin Electrophysiol* 1993;16:373–376.
14. Belott P. How to access the axillary vein. *Heart Rhythm* 2006;3:366–369.
15. Lau EW. Upper body venous access for transvenous lead placement - review of existent techniques. *Pacing Clin Electrophysiol* 2007;30:901–909.
16. Pakarinen S, Oikarinen L. Aksillaarilaskimon punktoiminen sydämentahdistimen asennuksessa. DVD-koulutusvideo 2006.
17. Pakarinen S, Oikarinen L. Tahdistinjohtojen kiinnityspaikkojen arviointi läpivalaisun avulla. DVD-koulutusvideo 2007.
18. De Voogt WG, Van Mechelen R, Van Den Bos A ym. A technique of lead insertion for low atrial septal pacing. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005; 28:639–646. ■

*Dosentti Lasse Oikarinen,  
kardiologi, osastonlääkäri  
HYKS, Kardiologian klinikka*

*LL Sami Pakarinen,  
kardiologi, osastonlääkäri  
HYKS, Kardiologian klinikka*