

Bifaasiset aaltomuodot defibrillaatiossa

Markku Kuisma

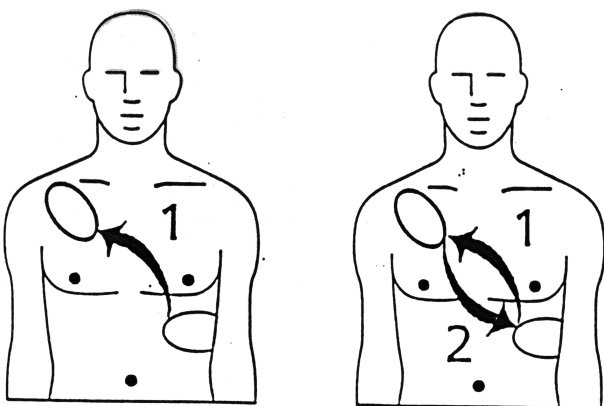
Bifaasinen aaltomuoto on noussut monofaasisen aaltomuodon rinnalle sydämen sähköisessä defibrillaatiossa. Bifaasista aaltomuotoa hyödyntäviä laitteita on saatavilla puoliautomaattisena, manuaalisella ja lisäksi implantoitavana. Bifaasisen aallon ensimmäinen osa on positiivinen, mutta jälkimmäinen osa negatiivinen kuvastaen virran kulkuun muutos anodin ja katodin välillä. Yksinkertaistaen voidaan sanoa, että monofaasisessa aaltomuodossa virta kulkee yhteen suuntaan ja bifaasisessa molempiin suuntiin (kuva 1).

Valitettavasti bifaasinen aaltomuoto ei ole yksi yhtenäinen käsite vaan ennemminkin voidaan puhua bifaasisen aaltomuotojen perheestä. Laittevalmistajat ovat tehneet kehitystyötä omilla tavoillaan, minkä vuoksi markkinoilla on tällä hetkellä ainakin neljä erilaista bifaasista aaltomuotoa. Lisää sovelluksia on tulossa markkinoille. Aaltomuodot eroavat toisistaan pulssin keston ja jännitteen suhteen. Pulssin kestossa eroa voi olla

sekä kokonaiskestossa että siinä, miten aika jakautuu positiivisen ja negatiivisen pulssin kesken.

Mikäli energiataso on perinteistä alhaisempi, käytetään termiä "low energy biphasic waveform". Kammiovärinän defibrillaatiossa on käytetty 130-150 J nimellisen energiatasoa. Energiataso on todellakin nimellinen, sillä lopullinen potilaaseen toimitettu energia riippuu potilaan yksilöllisestä vastuksesta eli impedanssista ("impedance compensating waveforms"). Matalampi energiamäärä aiheuttaa vähäisemmän iatrogeenisen sydänlihaskaurion, minkä kliininen merkitys on kuitenkin toistaiseksi epäselvä. Matalaenergiset laitteet ovat myös pienempiä ja kevyempiä, johtuen akkujen pienemmästä koosta. On kuitenkin korostettava, että kaikki bifaasiset laitteet eivät ole matalaenergisiiä ja että joulemäärissä kannattaa pidättäytyä valmistajan suosituksiin.

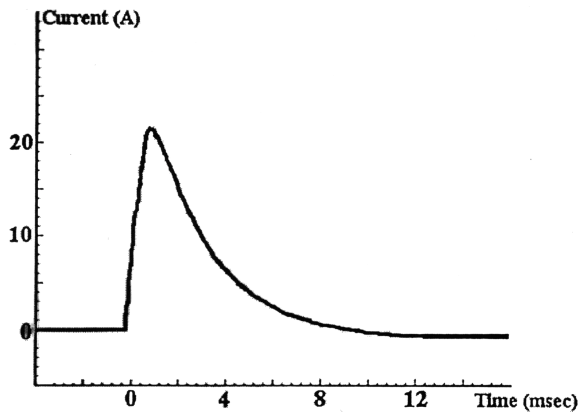
Markkinoilla olevista bifaasisista laitteista matalaenergisiiä ovat ainakin Heartstreamin Forerunner, Laerdalin Heartstart 4000 ja Zoll sekä perinteisen energiatason laitteita Physiocontrol Medtronicin Lifepak. Zollin aaltomuoto eroaa muista ollen ns. rektilineaarinen (kuva 3).



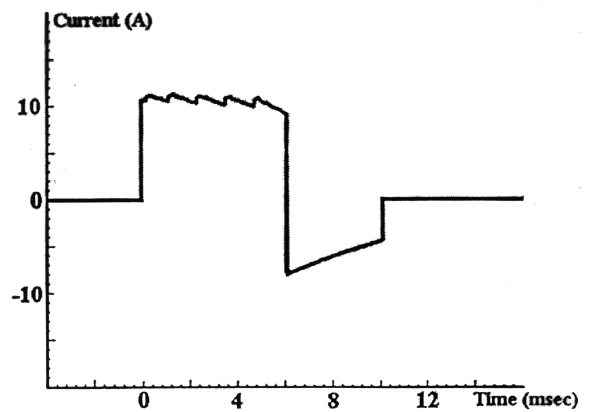
Kuva 1. Vasemmanpuoleisessa kuvassa monofaasisen aaltomuodon virrankulku ja vastaavasti oikeanpuoleisessa bifaasinen aaltomuoto.

Kammiovärinä

Efficacy-määritelmä: Kammiovärinän defibrillaatio on tehokas, mikäli defibrillaatiolla kammiovärinä poistuu ja pysyy poissa tietyn sekuntimäärän. Efficacy määritelmään ei liity se, muutuuko kammiovärinä asystoleksi, pulssittomaksi rytmiksi vai peräti verta kiertäväksi rytmiksi. Myöskään määritelmä ei liity potilaiden selviytymiseen. Yleisesti käytettyjä termejä ovat "first shock efficacy" ja "third shock efficacy". Ensin mainittu tarkoittaa sitä, että kammiovärinä saa-



Kuva 2. Perinteinen monofaasinen aaltomuoto virranvoimakkuuden ja ajan funktiona, kun defibrillaatioiskun energiamäärä on 100 J.



Kuva 3. Rektilineaarinen bifaasinen aaltomuoto virranvoimakkuuden ja ajan funktiona, kun defibrillaatioiskun energia on 70 J.

daan lopetettua ensimmäisellä iskulla ja jälkimmäinen sitä, että kammiovärinä lopetetaan viimeistään kolmannella iskulla.

ORCA-tutkimuksessa (Optimized Response to Cardiac Arrest) vertailtiin mono- ja bifaasisten aaltomuotojen tehokkuutta sairaalan ulkopuolisen kammiovärinän hoidossa (1). RCT-monikeskustutkimukseen otettiin lopulta 115 sydänpöytästä kammiovärinäpotilasta. Mikäli kammiovärinä ilmaantui hoitohenkilöstön paikalla ollessa, suljettiin potilas pois tutkimuksesta. Monofaasisessa ryhmässä käytettiin 200-200-360 J energiamääriä ja bifaasisessa ryhmässä toistettuja 150 J matalaenergisiä iskuja. First shock efficacy kammiovärinän lopettamisessa oli 59 % vs. 96 % ja third shock efficacy 69 % vs. 98 %. Spontaanivierinkierto saavutettiin monofaasisessa ryhmässä 54 %:lla, kun vastaava luku bifaasisessa ryhmässä oli 76 %. Ryhmät eivät eronneet selviytyjien lukumäärän suhteen, mutta toisaalta voima-analyysi oli tehty näyttämään ero vain kammiovärinän lopettamisen tehokkuudessa. Bifaasisessa ryhmässä neurologista selviytymistä mittaava CPC-luokka oli parempi ($p = 0.04$).

Eteisvärinä

Eteisvärinöiden sähköisten rytminsiirtojen anestioista huolehtiville ja itse rytminsiirtoja tekeville anestesia- ja lääkehoitoon on tuttua kaksi tyyppi-ongelmatilannetta – eteisvärinä ei joko käänny tai se uusii välittömästi. Jälkimmäiseen tilanteeseen ei bifaasisella aaltomuodolla voida vaikuttaa, mutta ensin mainittuun kyllä.

Mittalin viime syksynä julkaistussa tutkimuksessa selvitettiin bifaasisen aaltomuodon tehok-

kuutta verrattuna monofaasiseen eteisvärinän sähköisessä rytminsiirrossa (2). Monofaasisessa ryhmässä oli 77 ja bifaasisessa ryhmässä 88 potilasta. Aloitusenergiamääränä oli monofaasisessa ryhmässä 100 J ja bifaasisessa 70 J. Energiatasoja nostettiin vastaavasti 200, 300 ja 360 J sekä 120, 150 ja 170 J.

Kumulatiivinen tehokkuus (%) on esitetty Taulukossa 1. Monimuuttuja-analyysissä merkittäviksi tekijöiksi eteisvärinän rytminsiirron onnistumisessa nousivat aaltomuoto $p = 0.02$, RR 4.2 (95 % CI 1.3 - 13.9), rintakehän vastus $p = 0.005$, RR 0.64 (95 % CI 0.46-0.90) sekä eteisvärinän kesto ennen rytminsiirtoa $p = 0.02$, RR 0.97 (95 % CI 0.96-0.99). Bifaasisen aaltomuodon tehokkuus korostui potilailla, joilla rintakehän vastus oli suuri.

Johtopäätökset

Bifaasinen aaltomuoto on selvästi monofaasista tehokkaampi sekä kammiovärinän lopettamisessa että eteisvärinän kääntämisessä sinusrytmiin. Kammiovärinässä teho korostuu potilailla, joilla kammiovärinän defibrillaatioon päästään vasta viiveellä. Miten sitten tulisi suhtautua laitehan-

Taulukko 1. Kumulatiivinen tehokkuus (%).

Iskun järjestysnumero	Monofaasinen	Bifaasinen
1	21	68
2	44	85
3	68	91
4	79	94

kintoihin? Monofaasisten defibrillaattoreiden valmistus tulee lähiaikoina loppumaan. Vanhoja toimivia laitteita ei toki kannata heittää romukoppaan vaan bifaasista aaltomuotoa hyödyntäviä defibrillaattoreita kannattanee hankkia laitekanon normaalin uusimisen yhteydessä. Sairaalaolosuhteissa laittaisin kiireellisyysjärjestyksen kärkeen laitteiden uusimisen yksiköissä, joissa tehdään paljon eteisvärinän sähköisiä rytminsiirtoja.

Erilaisia bifaasisia aaltomuotoja keskenään vertailevia tutkimuksia ei toistaiseksi ole käytettävissä. Ostajan epäkiitolliseksi tehtäväksi jääkin päätöksenteko, minkälaista bifaasista teknologiaa edustavan laitteen hän valitsee. *Annals of Emergency Medicine* pääkirjoittaja otti tammikuun 2001 numerossa seuraavan kannan: aaltomuodot jotka muuttavat kestoja tai jännitettä tai molem-

pia suhteessa potilaan yksikölliseen vastukseen, omaavat selkeää etua muihin bifaasiin aaltomuotoihin nähden.

Kirjallisuusviitteet

1. Schneider T, Martens P, Paschen H, Kuisma M, Wolcke B, Gliner B ym. Multicenter, randomized, controlled trial of 150J biphasic shocks with 200 to 360J monophasic shocks in the resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest victims. *Circulation* 2000; 102: 1780-1787.
2. Mittal S, Ayati S, Stein K, Schwartzman D, Cavlovich D, Tchou P ym. Transthoracic cardioversion of atrial fibrillation: comparison of rectilinear biphasic versus damped sine wave monophasic shocks. *Circulation* 2000; 101: 1282-1287.

Markku Kuisma, LT, osastonlääkäri
Ensihoitoyksikkö, HUS