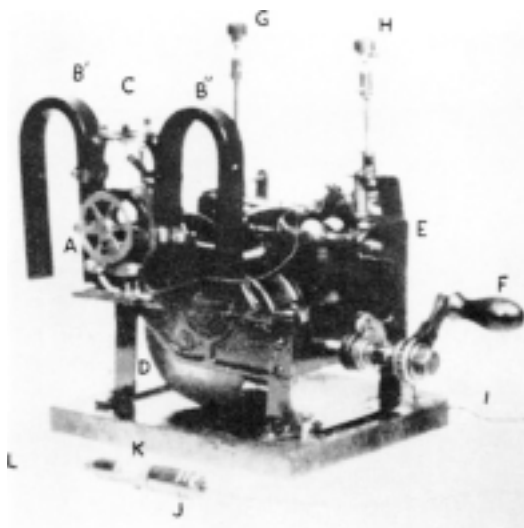


ZGODOVINSKI RAZVOJ ELEKTROSTIMULACIJE SRCA

Elektrostimulacija srca je ena od najučinkovitejših metod zdravljenja v medicini na sploh. Z njo niso samo rešena številna življenja, saj mnogi nosilci srčnega spodbujevalnika živijo kakovostno življenje prav tako dolgo kot osebe, katerim srčni spodbujevalnik ni potreben.

Kolikor mi je (sodeč po literaturi, ki mi je dostopna) znano, so že sredi 18. stoletja poskušali pospešiti delovanje srca z električnim tokom in konec 18. stoletja je Kite (verjetno s prvim defibrilatorjem) uporabil električni sistem z istosmernim tokom za oživiljanje pacienta, ki se je zdel mrtev (sl. 1).

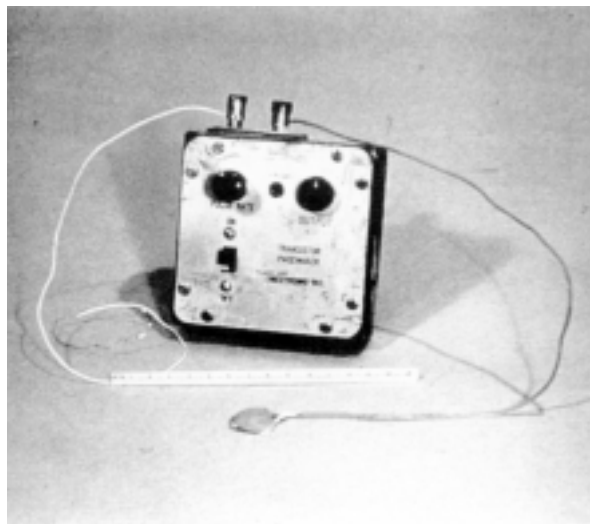


Sl. 1.

Leta 1927 je Morgenstern iz Odese z električnim tokom stimuliral desni prekat psa skozi veno jugularis, levo pa skozi karotidno arterijo. V Avstraliji je Lidwill (leta 1929) uporabil sistem izmeničnega toka z iglo v srce (drugi pol na kožo), s katerim je v desetih minutah popolnoma oživil novorojenčka. Neodvisno od tega dogodka je sočasno v ZDA Hyman uporabil podoben sistem (z iglo v desni preddvor), ampak je doživel negativno publiciteto, ker naj bi njegov »vračji stroj posegal v božjo voljo«.

Leta 1950 je Zoll prvi uporabil zunanji srčni spodbujevalnik preko kože bolnika (elektrode nad sternumom in apeksom, s tokom 70–150 V frekvence 30–120/min) z angino pectoris, kardialno dekompenzacijo in Gerbecius-Morgagni-Adams-Stokesovim sindromom. Delovanje srca je vzdrževal 50 ur, nato je bil pacient odpuščen domov. Takšna elektrostimulacija je bila boleča, aparati so bili veliki in zelo nerodni za uporabo. V šestdesetih letih prejšnjega stoletja je z razvojem tehnologije, neprekinjenim nadzorovanjem delovanja srca in elektrofiziološkim testiranjem prišlo do novih spoznanj in razumevanj aritmije srca. Takrat, leta 1957, je prišlo tudi do napredka v elektrostimulaciji. Earl Bakken je konstruiral prvi zunanji tranzistorski srčni spodbujevalnik delujoč na baterijo, velik kot škatlica za milo (sl. 2), ki je bil povezan z miokardnimi elektrodami. Hitro je prešel v rutinsko uporabo pri preddvornoprekatnem bloku po kirurškem posegu. Naslednjega leta 1958, je S. Furman v New Yorku uvedel Courmandov kateter z žico skozi veno bazilaris v desni prekat (pod rentgensko kon-

trola v času kirurškega posega) za trajno elektrostimulacijo (sl. 3). Tudi pred tem se je uporabljala, ampak kot začasna elektrostimulacija z zunanjim generatorjem in transvensko postavljeno elektrodo. Ti posegi so odprli pot nekirurgom, ki so kasneje v čedalje večjem številu začeli vstavljati srčne spodbujevalnike. Istega leta je Senning z inženirjem Elmquistom implantiral prvi interni srčni spodbujevalnik z nikelj-kadmijevo baterijo (torakotomija, s šivom pričvrščena miokardna elektroda), ki je stimulirala 3 ure, naslednja 8 dni, kasneje vse dlje. Prvi pacient, Arne Larsson, je imel akutni miokarditis, posledici



Sl. 2.

ca česar je bil intermitentni popolni preddvornoprekatni blok s sinkopami. Z leti je bil deležen več kot 25 reimplantacij. Prav tako sta leta 1958 zdravnik Hunter in inženir Roth konstruirala bipolarno elektrodo. V teh letih so domnevali, da se bo v ZDA implantiralo okoli 15000 srčnih spodbujevalnikov letno. Zapleti pri prvih nosilcih stimulatorjev so bile pogostni. Tako so Chardack in sodelavci leta 1964 registrirali 11 fraktur elektrod pri prvih 16 bolnikih oziroma 11 izpraznitev generatorja v času 24 mesecev v skupini 60 pacientov.

S sodelovanjem tako zdravnikov kot inženirjev je prišlo še do nadaljnega napredka in tako je leta 1958 Glenn uvedel prvi radiofrekventni srčni spodbujevalnik (antena pričvrščena z adhezivnim materialom na kožo – asinhrono). Lagergren je leta 1962 vstavil generator povezan z elektrodo na endokardu, kar je istega leta naredil tudi Parsonnet v ZDA.

Na splošno je sama uporaba mikroprocesorja omogočila pomembno izboljšanje funkcije in zmanjšanje velikosti baterije. Leta 1963 so Nathan, Center in Keller uvedli prvi preddvorno sinhronizirani srčni spodbujevalnik (s preddvorno in prekatno elektrodo ter Hg-Zn baterijo). Pri tem je preddvorna elektroda registrirala P val in po A-V intervalu se je stimuliral prekat (VAT-Cordis Atricor). Kmalu po tem so Goetz, Donato in Harken z inženirjem Berkovitem konstruirali prvi srčni spodbujevalnik »on demand«. Že leta 1966 so bili dostopni sistemi z inhibicijo in trigiriranjem.

Novi napredek je bil dosežen z uvajanjem litijeve baterije, ki so jo leta 1967 izdelali inženirji Catalys Research-a iz Baltimor-



Sl. 3.

ja, vendar njihovo podjetje ni imelo komercialnega interesa. V širšo uporabo jo je povedel Greatbach med letoma 1973 in 1975. Z uvedbo litijeve baterije sta se izboljšali varnost in trajanje stimulacije, na novo uvedeni biokompatibilni materiali pa so zmanjšali poškodbe in reakcije tkiva. Leta 1975 je bil Funkeov srčni spodbujevalnik voden z respiracijo (intrapleuralnim piezoelektričnim mikrofonom). Kmalu je Cammili začel uporabljati pH senzor. Funke je leta 1977 napravil DDD srčni spodbujevalnik (takrat imenovan »popolnoma avtomatski«), medtem ko sta 1979. leta oziroma leta 1981 Antonioli in Goldreyer opisala srčni spodbujevalnik s prilagodljivo frekvenco (v angleščini »rate responsive«). Istega leta sta Rickards in Norman omogočila komercialno dostopnost QT senzorja, kasneje pa tudi Rossi respiracijskega senzorja ...

Programabilnost (včasih transkutana) številnih na novo uvedenih parametrov, komunikacija z generatorjem od zgodnejših unidirekcijskih do zdajšnjih, ki dajejo tako grafične kot numerične podatke, vključujoč telemetrijske izsledke, je razširila indikacije za vsaditev srčnega spodbujevalnika in s tem znatno povečala število nosilcev (multiprogramabilni srčni spodbujevalniki so bili uvedeni leta 1978 z bidirekcijsko telemetrijo). Elektrode so v tem času bile iz kvalitetnejših materialov in bolj kakovostno oblikovane. Smyth je leta 1969 uvedel J elektrodo, 1979 pa tako imenovano »screw-in« elektrodo (screw-driver = izvijač), kar je prav tako pomenilo nov napredek v elektrostimulaciji.

Potem ko so bili več let v uporabi zunanji defibrilatorji z elektrodami, postavljenimi na srcu in v srcu, kasneje z elektrodami na koži (Zoll), je leta 1970 Mirowski patentiral avtomatski trajni defibrilator (prvi vsajen v človeka leta 1980). Ta



Sl. 4.

sistem ureditve je bil neprogramabilen, lahko je prevajal samo eno, določeno jakost električnega toka in je bil indiciran samo za paciente, ki so preživeli najmanj dva srčna zastoja. Doba trajanja je bila približno 1,5 leta. Generator je bil postavljen v podkožje trebuha, elektrode pa prišite na srce. Leta 1988 sta Saksena in Parsonnet vsadila defibrilator brez torakotomije (s tremi elektrodami) (sl. 4). Leta 1996 se uvedejo steroidne izpirajoče elektrode, kasneje se s sofisticiranjem programa uvedejo preddvorni (Camm, leto 1995) in pred-dvornoprekatni kardioverter-defibrilatorji in se jim dodajajo raznovrstni elektrostimulatorji, vse do najnovejše kombinacije kardioverter-defibrilatorja z resinhronizirajočo elektrostimulacijo (leta 2001). Zadnje omenjeno elektrostimulacijo treh oziroma štirih votlin sta leta 1994 uvedla Cazeau in Mugica. V zadnjih letih so na voljo posebni antitahikardni srčni spodbujevalniki, spodbujevalniki za preprečevanje vazovagalne sincope, fibrilacije preddvorov...

Vse te novosti, s številnimi avtomatskimi funkcijami razpoznavanja ritma in s tem spremembe programa stimulacije, kar pripelje do boljše in bolj varne funkcije sistema, do redkejših kontrol, daljšega trajanja sistema s preprostejšo vstavitvijo kot tudi nadaljnje širitve indikacij, so pripeljale do tega, da se danes, po nekaj desetletjih, uporablja v razvitih deželah večinoma več kot 500 srčnih spodbujevalnikov letno na milijon prebivalcev (od tega večina preddvornoprekatni), oziroma več kot 50 kardioverter-defibrilatorjev letno na milijon prebivalcev.

Povzetek

V zadnjih petdesetih letih je elektrostimulacija srca naredila pot od najzgodnejših začetkov do današnjega stanja, ko se razmeroma na široko uporablja. K temu so prispevale nove oziroma bolj natančne diagnostične možnosti za ugotavljanje motenj ritma in prevodnosti ter hemodinamike, kot tudi zmanjšanje velikosti in uvajanje bolj sofisticiranih sistemov z novimi značilnostmi in novimi avtomatskimi ali dirigiranimi programi, kot tudi uvajanje novih elektrod. Razvoj trajnih kardioverter-defibrilatorjev je bil še krajši, tako da je danes elektrostimulacija srca ena od najučinkovitejših metod zdravljenja v medicini nasploh.

Vladimir Goldner