

# 40 LET ELEKTROSTIMULACIJE SRCA V LJUBLJANI 1965–2005

40 YEARS OF ELECTROSTIMULATION OF THE HEART IN SLOVENIA 1965–2005

*Aleš Breclj<sup>1</sup>, Tone Gabrijelčič<sup>1</sup>, Nace Kovačič<sup>1</sup>, Jurij Matija Kališnik<sup>1</sup>, Anja Zupan<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja, Kirurška klinika, Klinični center, Zaloška 7, 1525 Ljubljana

<sup>2</sup> Medicinska fakulteta, Vrazov trg 2, 1000 Ljubljana

Prispelo 2005-04-28, sprejeto 2005-04-30; ZDRAV VESTN 2005; 74: Supl. I: 11–9

**Ključne besede:** srčni spodbujevalnik; vsadni kardioverter defibrilator; zgodovinski pregled; statistika; indikacije; zapleti

**Izvleček** – Izhodišča. Trajna elektrostimulacija srca je doživela od rudimentarnih začetkov v petdesetih letih dvajsetega stoletja velik napredek. Razvoj se kaže pri tehniki vstavitve, ki je sledila miniaturizaciji srčnih spodbujevalnikov in elektrod, uporabi računalniške tehnologije, ki je razširila indikacije vstavitve, povečala zanesljivost, podaljšala življenjsko dobo baterij in pri možnosti spreminjanja različnih nastavitev, prilagojenih posameznemu bolniku, njegovi bolezni ali motnji ritma. Z vsemi temi pridobitvami se je celotno zdravljenje srčnih aritmij zelo približalo fiziološko normalnemu delovanju srca, kar je pomembno prispevalo k izboljšanju kvalitete življenja bolnikov. Namen našega preglednega članka je prikaz in razvoj elektrostimulacije srca v Ljubljani od leta 1965 do danes. Prikazane so indikacije za vstavitve srčnih spodbujevalnikov in vsadnih defibrilatorjev, ki so se z leti močno razširile, vrste srčnih spodbujevalnikov, njihova razvrstitev in mednarodna kodifikacija, ter možni zapleti.

Metode in rezultati. Šestnajstega aprila 1965 sta kardiokirurg M. Košak in kardiolog A. Jagodic skupaj s sodelavci vstavila prvi srčni spodbujevalnik bolnici s popolnim preddvornoprekatnim blokom in posledičnimi srčnimi sinkopami. V analizo smo vključili vse bolnike, ki smo jim vstavili ali zamenjali srčni spodbujevalnik ali vsadni kardioverter-defibrilator in pripadajoče elektrode. Zbrali smo podatke o starosti, spolu, indikacijah in vrsti vsadnih aparatov ter jih obdelali v dveh primerjalnih obdobjih: ustavljeni srčni spodbujevalniki v zgodnjem obdobju od 1965 do 1974 in v zadnjem obdobju 2001 do 2005. V Sloveniji vstavimo letno približno 450 srčnih spodbujevalnikov in 50 kardioverter-defibrilatorjev na milijon prebivalcev v Kliničnem centru v Ljubljani in Splošni bolnišnici v Mariboru.

Zaključki. Današnja stopnja razvoja medicinske znanosti in tehnologije na področju elektrostimulacije, kardioverzije in defibrilacije srca nam omogoča uspešno zdravljenje najrazličnejših motenj srčnega ritma, bodisi bradikardnih, tahikardnih ali fibrilacij, kakor tudi spremljanje akutne zavrtnitvene reakcije srca po transplantaciji. Poseg je enostaven in za bolnika neobremenjujoč. Ob upoštevanju strokovnih smernic, ki zajemajo indikacije za vstavitve, načine izvedbe samega posega, izbiro najprimernejše naprave, prilagojene bolniku in njegovi motnji ritma, in ob zavzetem spremljanju in sprotnem prilagajanju (reprogramiranju) posameznih nastavitev srčnega spodbujevalnika bolnikovim motnjam ritma in težavam, število posegov iz leta v leto narašča. Zapletov je malo

**Key words:** pacemaker; implantable cardioverter-defibrillator; historical review; statistics; indications; complications

**Abstract** – Background. Permanent cardiac pacing has since the very rudimentary beginnings in 1950. evolved into an autonomous field. Miniaturization of pacemakers and electrodes paved the way toward the application of less invasive implantation techniques, implementation of computer technology, broadened the list of indications for implantation, increased reliability and longevity and finally, enabled follow-up and reprogramming of pacemakers to better tailor pacing to the patients' needs. Evidently, the electrostimulation of the heart resulted in nearly physiologic functioning of the heart greatly improving the quality of life. The aim of the following review is to present the development of electrostimulation of the heart in Ljubljana from the very beginnings in 1965 till today. We present the current state-of-the-art indications for pacemaker and cardioverter-defibrillator implantations, that have widely broadened over years, the types of pacemakers, their classification and internationally recognized coding as well as some of possible complications after implantation.

Methods and results. The first permanent pacemaker implantation in Slovenia was performed by cardiac surgeon M. Košak, cardiologist A. Jagodic and colleagues on April 16th 1965 in Ljubljana. The recipient suffered from complete atrioventricular block that clinically presented with numerous syncopes. Retrospective analysis included all the patients with re/implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator and accompanying electrodes. Patients' characteristics, indications and types of the devices implanted were compared in the two representative periods: early period from 1965–74 and recent data collected from 2001 till 2005. In Slovenia, there are 450 pacemakers and 50 cardioverter-defibrillators per million annually performed in Maribor General Hospital and Medical Centre Ljubljana.

Conclusions. The current state-of-the-art and the most recent technological advances in the field of electrostimulation of the heart, cardioversion and defibrillation enables us to better detect and cure various cardiac rhythm disturbances including bradycardia, tachycardia and fibrillatig episodes as well as help recognizing acute allograft rejection episodes after heart transplantations. The procedures have become simple imposing lesser and lesser burden to the patients. Taking into account all the revised and ever broadening indications, recent implantation technique implementations, optimising the choice of a pacemaker device, best suited to the patient and the initial arrhythmia and securing follow-up that en-

in so obvladljivi. Elektrotterapija srca je ena največjih pridobitev sodobne medicine. Je množična, odvisna od strokovnega znanja, stopnje razvoja zdravstva in ekonomske sposobnosti države.

## Uvod

Prvi srčni spodbujevalnik (SS) sta oktobra 1958. leta vstavila švedski kardiokirurg Ake Senning v sodelovanju s kardiologom Runejem Elmquistom 44-letnemu elektroinženirju, ki je več let trpel zaradi motenj srčnega ritma in pogostih srčnih zastojev. Elektroda je bila skozi torakotomijo povezana s srcem in priključena na SS z nikelj-kadmijevimi baterijami, ki so se polnile od zunaj. Možno je bilo spreminjati tudi frekvenca stimulacije. Kronična elektrostimulacija srca s pomočjo tranzistorskega vsadnega SS se je hitro uveljavila in postala splošno priznana in se razvila v eno najbolj razširjenih metod zdravljenja bolnikov s popolnim preddvornoprekatnim blokom (A-V blokom). Učinkovitost nove metode najbolje ponazarja Chardackov diagram, ki primerja zbirno statistiko rezultatov konservativnega zdravljenja številnih poznanih avtorjev s preživelostjo bolnikov, ki jim je bil vstavljen SS. Medtem, ko jih med z zdravili zdravljenimi 50% umre v prvem letu po ugotovitvi A-V bloka, znaša enoletna preživelost tistih z vstavljenim SS 80 do 90%, kar je zelo blizu preživelosti zdrave populacije enake starosti.

Na Kliniki za kirurgijo srca in ožilja v Ljubljani sta prvi SS vstavila kardiokirurg M. Košak in kardiolog A. Jagodic s sodelavci 16. aprila 1965 (1). 69-letna bolnica, ki se je že od leta 1962 občasno zdravila na Nevrološki kliniki zaradi napadov nezavesti ob počasnem utripu srca s frekvenco ca. 40/min in asistolijo med napadi. Bolnica je bila operirana v splošni anesteziji s torakotomijo skozi četrti levi medrebrni prostor. Elektrodi so pričrvtstili na srednjo steno levega prekata v razmaku približno



Sl. 1. Prvi srčni spodbujevalnik vstavljen v Ljubljani 16. 4. 1965. Dimenzije:  $6,4 \times 7,2 \times 2$  cm.

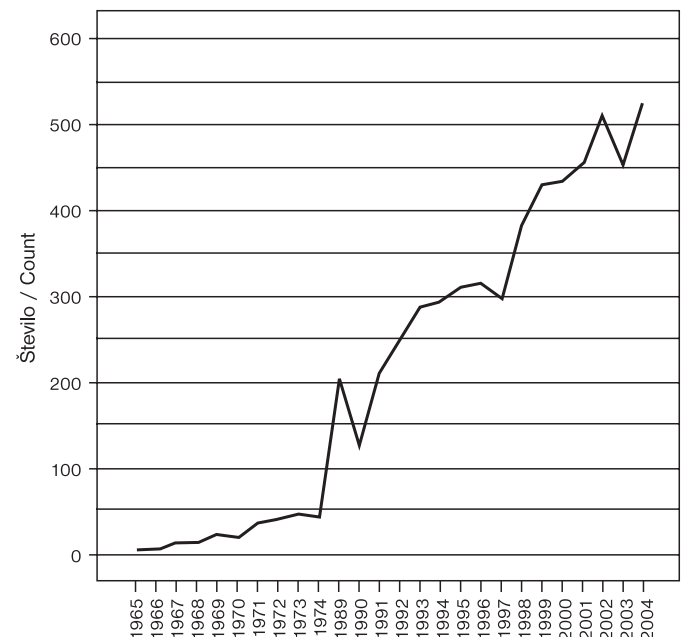
Figure 1. First pacemaker implanted in Ljubljana on 16<sup>th</sup> April in 1965. Dimensions:  $6.4 \times 7.2 \times 2$  cm.

ables continuous improvements and reprogramming of pacing modes, the number of pacing/defibrillating devices constantly increases. The complication rate has decreased over years and is within reasonable limits nowadays. The electrostimulation of the heart has become one of the most significant achievements of modern medicine. It is widely applied, based on scientific data, however, it is largely dependent on the actual state of the public health system and its financial resources.

1 cm s posebno vijačnico, s katero se je zaključila konica elektrode in jo nato speljali v podkožje trebušne stene, kjer so ju priključili na SS Electrodyne TR 14 (sl. 1). Ta SS so napajale živosrebrne baterije in zagotavljale monofazične dražljaje napetosti 7 V, jakosti 14 miliamperov s trajanjem dražljaja 2 milisekundi in zagotavljale 3- do 5-letno vzbujanje srčne akcije. SS je meril  $6,4 \times 7,2 \times 2$  cm. Bil je hermetično zaprt v epoxy kaseti, ki je bila biološko inertna in ni povzročala tkivnih reakcij. Frekvenca impulzov je bila stalna (fiksna) 76 v min. Bolnica je tretji teden po operaciji zapustila kliniko brez napadov nezavesti. Sama je opravljala lažja gospodinjstva dela, preživela 12 let in umrla v starosti 81 let. V Mariboru sta prim. Janez Kokalj in dr. Jurij Klančnik opravila prvo vstavev leta 1972.

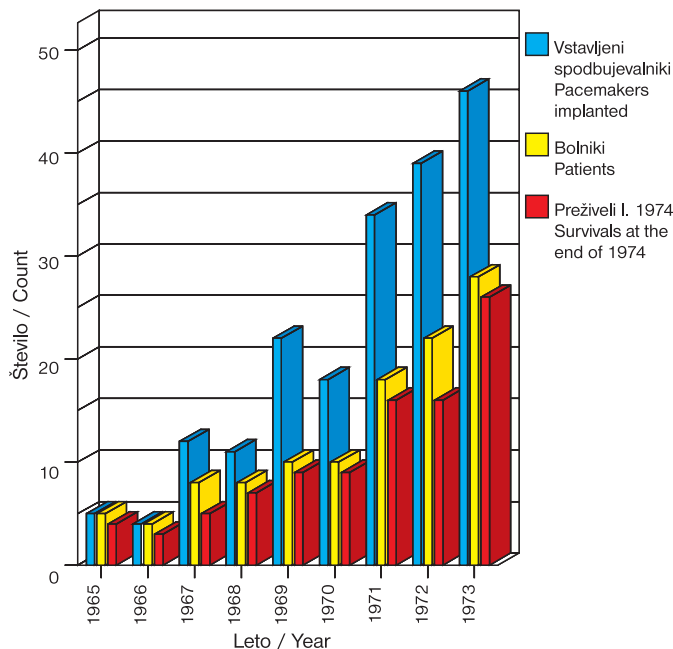
Furman in Schwedel sta leta 1959 prvič uvedla t. i. endokavitaro elektrodo, ki sta jo skozi veno jugularis uvedla direktno v srce in jo zagostila med trabekule desnega prekata (2). Elektrodo sta priključila na SS, ki sta ga vstavila v podkožje pod ključnico. Transtorakalni dostop se je s tem začel postopoma umikati endovaskularnemu, s čimer je poseg implantacije postal manj obremenjujoč za bolnika.

Na kliniki za kirurgijo srca in ožilja v Ljubljani smo od aprila 1965 do septembra 1974 vstavili 135 bolnikom skupno 231 SS, v nadaljnjih letih pa se je število iz leta v leto skokovito povečevalo (sl. 2) (3). V začetnem obdobju je devetletna preživelost znašala 76,3% (sl. 3). Večina bolnikov je bila operirana v starosti nad 60 let, od tega skoraj polovica nad 70 let. V prvem obdobju smo uporabljali SS podjetja Electrodyne, kasneje SS francoskega podjetja Ella, ki pa smo jih zaradi znatno krajše povprečne življenjske dobe hitro opustili in prešli



Sl. 2. Število vstavljenih spodbujevalnikov v letih 1965–2004.

Figure 2. Number of pacemakers implanted between 1965 to 2004.



Sl. 3. Število vstavljenih spodbujevalnikov, bolnikov in preživelih do leta 1973.

Figure 3. Number of pacemaker implantations, patients and survivals until 1973.



Sl. 4. Nuklearna srčna spodbujevalnika.

Figure 4. Nuclear pacemakers.

na SS podjetja Medtronic z izboljšanimi živosrebrovimi baterijami, kasneje pa na litijeve vire energije s predvideno 7-letno življenjsko dobo. Veliko smo si obetali z uvedbo nuklearne energije kot pogonskega sredstva za vsadne SS. Prvi atomski SS je bil vstavljen bolniku 27. aprila 1970 v Franciji (4). Uporabljali so radioizotopne celice, polnjene s plutonijem 238 in prometium 147. Celice so pretvarjale radiacijsko sevanje v obliki beta-elektronskih delcev direktno v električno energijo. Obe vrsti nuklearnih SS sta bili radiacijsko varni tako za bolnika kot za okolico. S primernimi ohišji so bili nuklearni SS zaščiteni proti vsaki vrsti mehanične, toplotne ali eksplozivne poškodbe, ki bi lahko povzročila onesnaženje okolice (5). V Ljubljani smo vstavili pet nuklearnih SS tovarne Biotronic (sl. 4). Pri neki bolnici smo ga zamenjali po 25 letih delovanja. V začetku smo imeli precej težav z elektrodami (6). Zaradi zlomov in okvar smo morali menjati endokavitarne in miokardne elektrode. Najpogostejši zapleti pri endokavitarnih



Sl. 5. Različni tipi elektrod: od leve proti desni A, B, C, A, C, D, A, B.

A – aktivna, B – pasivna, C – brez fiksacije, D – epikardialna.

Figure 5. Different types of electrodes: from left to right A, B, C, A, C, D, A, B.

A – active fixation lead, B – passive fixation lead, C – no fixation lead, D – epicardial lead.

elektrodah so bila izmaknjenja, ki so zahtevala takojšnjo repozicijo. Po letu 1970, ko so dodali konici elektrode drobne brčice ali aktivno fiksacijo so postali ti zapleti redkejši in posegi za bolnike varnejši (sl. 5).

Elektrode so lahko dvopolne ali enopolne, z aktivno ali pasivno pričvrstitvijo na srčno mišico, z različno oblikovano in veliko konico, ki lahko vsebuje tudi zdravila, ki zmanjšujejo vnetno reakcijo in posledično brazgotinjenje. Pri dvopolnem sistemu srčnega spodbujanja sta pozitivni in negativni pol v stiku s srčno mišico, pri enopolnem sistemu pa je v stiku s srčno mišico samo negativni pol, pozitivni pa tvori pulzni generator. Pulzne generatorje in elektrode so vsa ta leta izboljševali z naprednejšo tehnologijo, uporabo novih in boljših materialov, trajnejših virov energije in s tem močno razširili indikacije za vstavev SS in vsadnega kardioverter-defibrilatorja. V prvem obdobju uporabe SS do leta 1960 je bila elektrostimulacija srca usmerjena k spodbujanju prekatov, ki nosijo glavno breme, saj opravijo 80–85% črpalnega dela srca. Pri počasnih motnjah srčnega ritma, ki so v tem obdobju prevladovale, smo z dvigom frekvence srca zagotovili boljšo zmogljivost srčne črpalke in posledično večji minutni volumen. To je bilo obdobje najenostavnejših SS z nespremenljivo frekvenco delovanja 70–80 v min. Zato so iskali naprej, kako izdelati SS, ki bi zvišal frekvenco srca med naporom in ohranil preddvornoprekatno usklajenost. Ker minutni volumen srca med naporom postane odvisen bolj od srčne frekvence kot od preddvornoprekatne usklajenosti, so SS z možnostjo višanja frekvence med naporom pomenila nov kakovostni preboj (7).

## Vrste srčnih spodbujevalnikov (SS)

SS so bipolarni, unipolarni, prekatni, preddvorni, enovotlinski ali dvovotlinski. Enovotlinski sistemi so tisti, ki spodbujajo samo prekat ali preddvor, dvovotlinski pa spodbujajo preddvor in prekat. Da bi se v tej poplavi različnih elektronskih vsadnih pripomočkov lažje znašli, so izdelali standardno nomenklaturo za razpoznavo različnih SS. Označujemo jih s petmestno kodo. Prva črka pomeni stimulirano votlino srca, druga votlino, v kateri SS zazna delovanje srca, tretja označuje način odgovora na preddvorno ali prekatno aktivnost, četrta

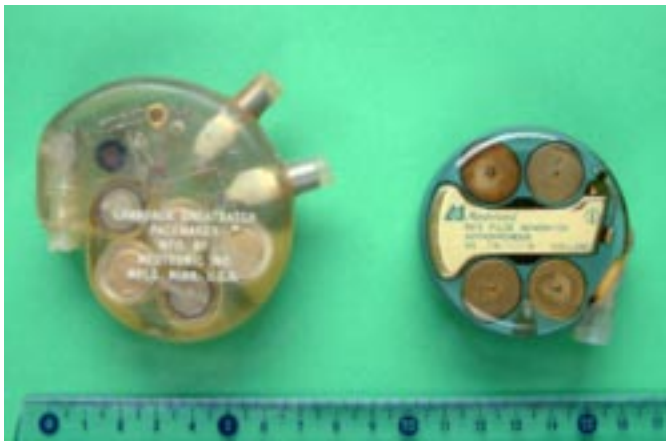
Razpr. 1. Klasična razvrstitev srčnih spodbujevalnikov po načinu delovanja.

Table 1. Pacemaker classification according to mode of pacing.

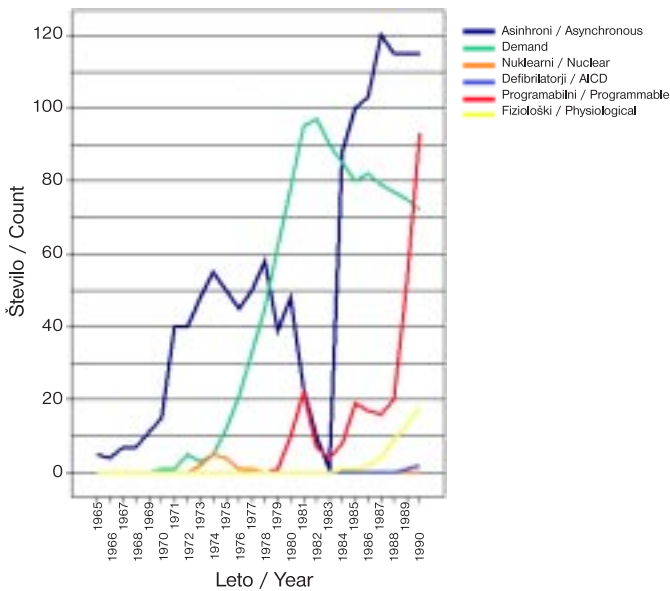
Votlina proženja Chamber(s) paced	Votlina zaznavanja Chamber(s) sensed	Odgovor na zaznavanje Response to sensing	Programabilnost Programmability	Antitahikardne funkcije Antitachyarrhythmia function(s)
V - prekat V - ventricle	V - prekat V - ventricle	T - prožen T - triggered	P - osnovna P - simple	P - proženje P - pacing
A - preddvor A - atrium	A - preddvor A - atrium	I - zavrt I - inhibited	S - kompleksna S - multiprogrammable	S - elektrošok S - shock
D - obe D - dual	D - obe D - dual	D - oba D - dual	C - telemetrična C - communicating	D - obe D - dual
O - nobena O - none	O - nobena O - none	O - noben O - none	R - frekvenčna R - rate modulation	O - nobena O - none
S - A ali V S - A or V	S - A ali V S - A or V		O - nobena O - none	

pomeni število ter možne spremenljive lastnosti, peta pa označuje še dodatne antitahikardne lastnosti SS (razpr. 1). Fiksni ali asinhroni SS (sl. 6), ki so oddajali impulze v rednih naprej določenih presledkih, ne glede na osnovno ohr-

njeno srčno aktivnost, so sledili sinhroni oziroma demand SS. Ti so zaznali P-valove preddvorne depolarizacije in R-valove prekatne depolarizacije ter blokirali impulze SS. Nato so razvili sekvenčne oziroma fiziološke SS, ker so posnemali normalno srčno akcijo z ohranjanjem pravilnega zaporedja preddvornih in prekatnih kontrakcij. S posebno vgrajenimi tipali ali senzori v samem pulznem generatorju ali na elektrodi so omogočili frekventno prilagajanje srca fizičnim in psihičnim obremenitvam. Vse te parametre se da spreminjati in prilagoditi posameznemu bolniku in njegovi motnji oziroma bolezni. S povezovanjem tipal za aktivnost (npr. piezoelektrični kristal, ki reagira hitro, toda ne dovolj specifično značilno), in



Sl. 6. Asinhrona spodbujevalnika, v uporabi okrog leta 1970.  
Figure 6. Asynchronous devices in use around 1970.



Sl. 7. Število in razdelitev vstavljenih spodbujevalnikov v letih 1965-2004.  
Figure 7. Number and distribution of pacemakers implanted between 1965-2004.



Sl. 8. Srčni spodbujevalniki, ki se danes vstavljuje otrokom.  
Figure 8. Pacemakers nowadays implanted to children.



Sl. 9. Srčni spodbujevalniki, ki se danes vstavljuje odraslim.  
Figure 9. Pacemakers nowadays implanted to adults.

bolj fizioloških, a nekoliko počasneje odzivnih tipal, kot so dihanje, QT interval ali temperatura, vgrajenih v novejšo SS, so se SS za korak bolj približali idealnim vsadnim elektronskim napravam (sl. 7). Razvoj še ni zaključen. Spremljanje električne upornosti, koncentracije kisika v srčni venski krvi, notranjih srčnih pritiskov in razlike med prekatnimi depolarizacijami med srčno aktivnostjo in počitkom bo morda v prihodnje prispevalo k še bolj fiziološkemu prilagajanju SS. S povečanjem zmogljivosti in hitrosti shranjevanja zapletenih algoritmov, njihovo analizo in svetovanjem rešitev, ki jih omogočajo današnji procesorji, vgrajeni v sodobnih SS, vstopamo v novo dobo avtomatizacije (sl. 8 in 9).

## Indikacije za vstavitve srčnega spodbujevalnika

Indikacija za vstavitve SS je bila včasih le popolni preddvornoprekatni blok s srčno sinkopo. Danes so zelo široke, po priporočilih ameriških in evropskih strokovnih skupin za aritmije in elektrofiziologijo jih delimo v tri razrede (8):

Razred I: stanja, pri katerih je nedvomno oziroma splošno sprejeto mnenje, da je poseg oziroma zdravljenje koristno in učinkovito.

Razred II: Stanja, pri katerih so mnenja deljena glede koristnosti in učinkovitosti posega oziroma zdravljenja. Ta razred ima še dve podskupini. Pri podskupini II a je večina dokazov in mnenj naklonjena koristnosti in učinkovitosti posega. Pri podskupini II b pa ta koristnost oziroma učinkovitost ni povsem ugotovljena.

Razred III: v ta razred pa so zajeti tisti pogoji, kjer poseg oziroma zdravljenje po splošnem prepričanju ni koristno oziroma učinkovito in je lahko tudi škodljivo.

Če se omejimo samo na prve razrede, so to:

- pridobljeni popolni preddvornoprekatni blok pri odraslih,
- kronični bifascikularni ali trifascikularni blok,

- preddvornoprekatni blok po akutnem miokardnem infarktu,
- bolezninski sinusnega vozla,
- preprečevanje ali prekinitev tahikardij,
- preobčutljivost sinus karotikusa in nevrogeno povzročene sinkope,
- pri otrocih, mladostnikih in odraslih s prirojenimi srčnimi aritmijami.

Potem pride še skupina bolnikov s posebnimi pogoji. To so bolniki s hipertrofično obstruktivno kardiomiopatijo, z idiopatično dilatativno kardiomiopatijo in po transplantaciji srca za spremljanje zavrtnitvene reakcije.

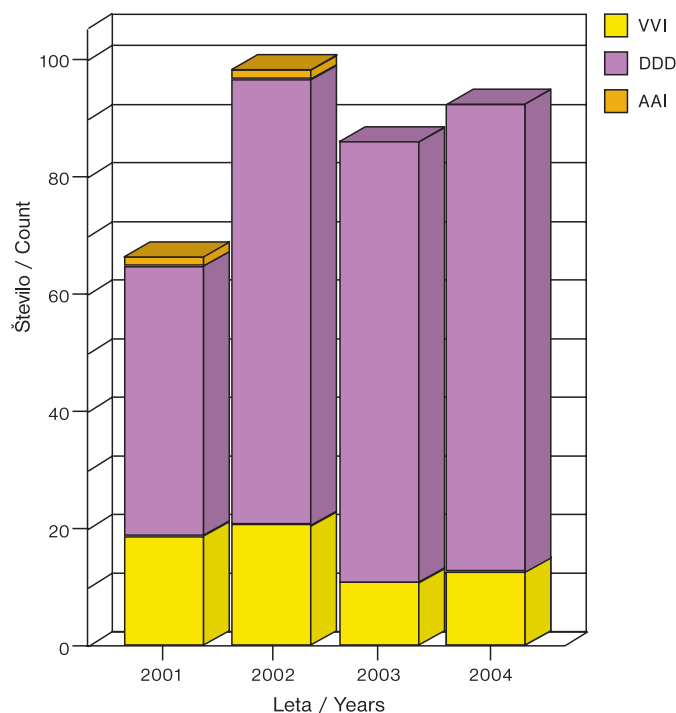
Slike 10–12 prikazujejo razporeditev posameznih vrst spodbujevalnikov, vstavljenih v letih 2001–2004, glede na bolnikovo indikacijo.

## Indikacije za vstavitve kardioverter defibrilatorja

Indikacije za vstavitve kardioverter-defibrilatorja so:

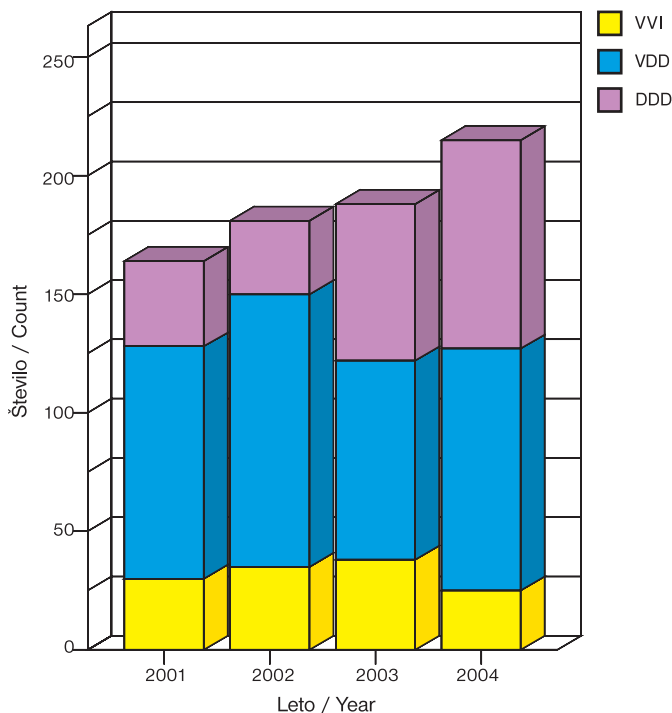
- srčni zastoj zaradi prekatne fibrilacije ali tahikardije, ki ni prehodne ali reverzibilne narave;
- spontane, trdovratne tahikardije, ki so posledica srčne bolezni;
- sinkopa neznanega vzroka s hemodinamsko ogrožujočo tahikardijo ali fibrilacijo, ki jo lahko izzovemo med elektrofiziološko študijo in katere z zdravili ne uspemo preprečiti (8).

Mirowski je skupaj s sodelavci že leta 1970 v Pittsburghu predlagal in razvil koncept vsadnega avtomatičnega aparata, ki bi bil sposoben zaznati življenjsko nevarne prekatne tahikardije in/ali fibrilacije in oddati udarec električnega toka ter s tem prekiniti tahikardijo in/ali fibrilacijo (9). Napredek v razumevanju aritmij, ki vodijo v nenadno srčno smrt, je prispeval k nastanku vsadkov, ki so sposobni kardioverzije in defibrilacije.



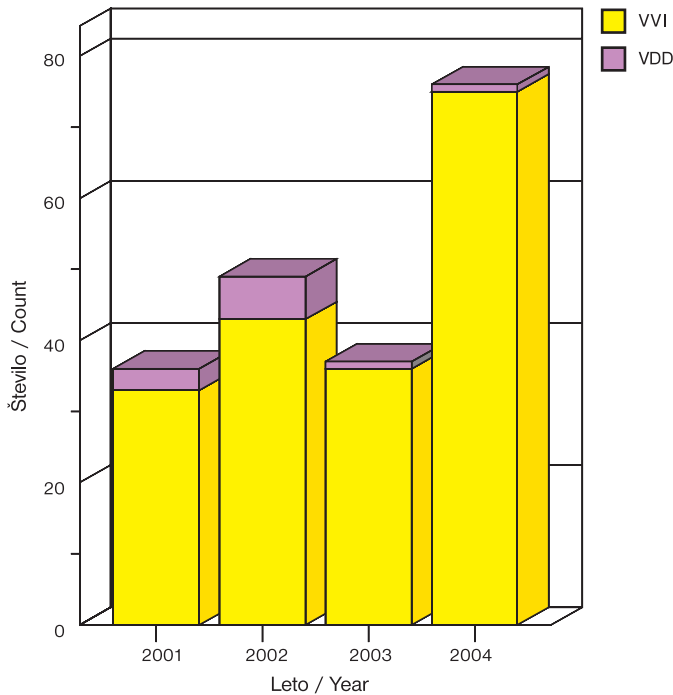
Sl. 10. Bolezen sinusnega vozla – število vstavljenih spodbujevalnikov 2001–2004.

Figure 10. Sick Sinus Syndrome – Number of implanted pacemakers between 2001–2004.



Sl. 11. AV blok – število vstavljenih spodbujevalnikov 2001 do 2004.

Figure 11. AV block – number of implanted pacemakers between 2001–2004.



Sl. 12. AF – število vstavljenih spodbujevalnikov 2001–2004.  
Figure 12. Atrial fibrillation – number of implanted pacemakers between 2001–2004.

je. Prvi trajni vsadni avtomatski kardioverter-defibrilator je vstavljen leta 1980 Mirowski s sodelavci (8).

Prvi AICD smo v Ljubljani vstavili leta 1989. Tudi za prve vstavitve vsadnih kardioverter-defibrilatorjev je bilo potrebno odpreti prsni koš in točkasto všiti dve elektrodi v obliki kovinske mrežice večje površine na zunanjo površino srca. Obe elektrodi, ki sta se nadaljevali kot posamezni izolirani žici smo speljali iz prsnega koša v podkožje trebušne stene, kjer smo ju priključili na vsadni kardioverter-defibrilator, ki so bili v začetku zelo veliki in težki. Aparat je tehtal 250 g in bil velikosti  $10,8 \times 7,6 \times 2,0$  cm. Danes tehta le še 94 g in je



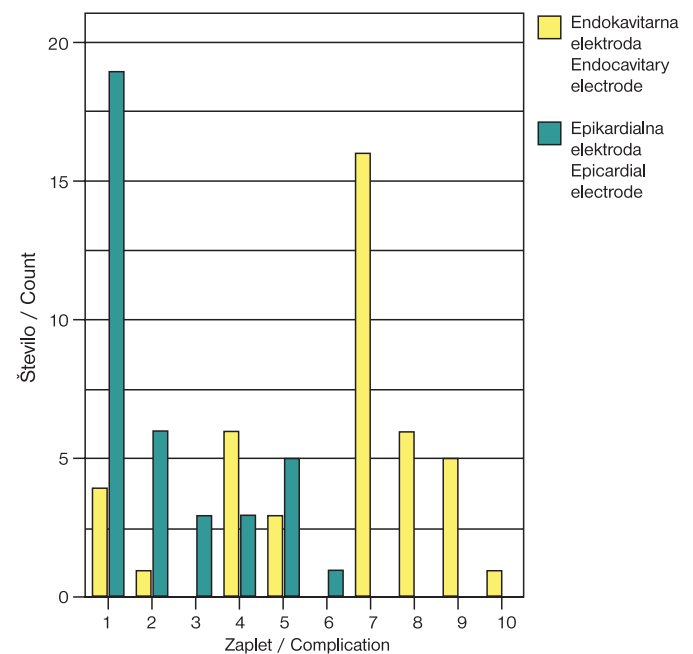
Sl. 13. Vsadni kardioverter defibrilator nekoč – dimenzije:  $10,8 \times 7,6 \times 2,0$  cm, teža 250 g (levo) in danes – dimenzije:  $5,6 \times 7,1 \times 1,6$  cm, teža 94 g (desno).

Figure 13. AICD: historic – dimensions:  $10,8 \times 7,6 \times 2,0$  cm, weight 250 g (left) and today's – dimensions  $5,6 \times 7,1 \times 1,6$  cm, weight 94 g (right).

velik  $5,6 \times 7,1 \times 1,6$  cm in lahko odda električni šok energije do 31 J (sl. 13). Iz ploskasti (»patch«) epikardialnih elektrod, ki so zahtevale ob vstavitvi razmeroma velik operativni poseg, so razvili endokavitarne tuljavaste in jih dodali elektrodam za elektrostimulacijo. Tako smo dobili današnje aparate, ki združujejo lastnosti SS in kardioverter-defibrilatorja. Sedaj vstavljamo AICD izključno skozi periferne vene (v. cefaliko ali v. subklavijo).

## Zapleti pri SS in AICD

Zaplete pri vstavitvi SS in AICD lahko razdelimo na neelektrične, ki se nanašajo na sam operacijski poseg (takojšnji ali kasni) in na električne, ki so v zvezi z neposrednim delovanjem vstavljenih naprav. Takojšnji kirurški zapleti so: pnevmotoraks, žilne poškodbe, zračna embolija, predrtje srca, tamponada osrčnika, izmknjenje (dislokacija) elektrode, poškodbe živcev (n. frenikus, n. laringeus). Težave v področju operativne rane so: hematoma, okužba, preležanine ali odmrtje kože nad baterijo, premik baterije in draženje skeletnega mišičja. Med kasne zaplete štejemo venske tromboze, pljučne embolije, Twiddlerjev sindrom, konstriktivni prikarditis, trikuspidalno insuficienco in sindrom SS (sl. 14). Med električne zaplete pa štejemo nepravilno spodbujanje, motnje v zaznavanju srčne aktivnosti, motnje v stiku elektrode s srčno mišico, poškodbe elektrode, aritmije zaradi elektrostimulacije (»run-away pacemaker«), prekatno fibrilacijo, elektromagnetno interferenco itd. Na srečo so ti zapleti danes zelo redki, tako da je vstavev SS-a ali AICD-a varen in enostaven poseg (če jo izvaja izkušena ekipa).



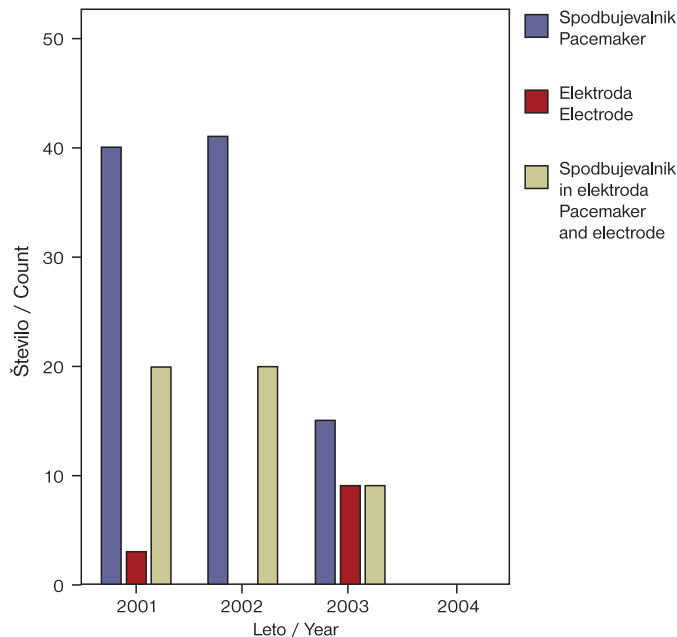
- 1 = Zlom elektrode / Electrode brake
- 2 = Porast praga / Increase of threshold
- 3 = Draženje n. frenikusa / N. phrenicus stimulation
- 4 = Nekroza kože / Skin necrosis
- 5 = Infekt / Infection
- 6 = Tuberkuloza / Tuberculosis
- 7 = Dislokacija elektrode – enkratna / Electrode dislocation – one-time
- 8 = Dislokacija elektrode – dvakratna / Electrode dislocation – two-times
- 9 = Dislokacija elektrode – trikratna / Electrode dislocation – three-times
- 10 = Dislokacija elektrode – večkratna / Electrode dislocation – multi-times

Sl. 14. Zapleti po vstavitvah spodbujevalnikov (1965–1974).  
Figure 14. Postimplantation complications (1965–1974).

## Kontrole

Po vstavitvi ostane bolnik še 24 ur v bolnišnici. V tem času rentgensko preverimo položaj elektrod, posnamemo EKG, kontroliramo operativno rano in prilagodimo nastavitve SS ali AICD bolnikovim potrebam in bolezni. Prva kontrola je po 3. mesecih in nato po 6- do 12-mesečnih intervalih. Bolniki z vstavljenim AICD pa se morajo javiti na kontrolo še po vsaki sprožitvi aparata.

Na kontrolnih pregledih, ki so sprva pogostejši, odvisno od težav, preverjamo počutje bolnika in pravilno delovanje elektronskega aparata ter zagotavljajo pravočasno zamenjavo baterije ali elektrod, ko se njihova življenjska doba, ki je sicer v zadnjih letih vse daljša, bliža koncu (sl. 15). Vsi bolniki z vstavljenimi SS in AICD so vključeni v nacionalni center za elektrostimulacijo in preko njega v evropsko združenje za elektrostimulacijo.

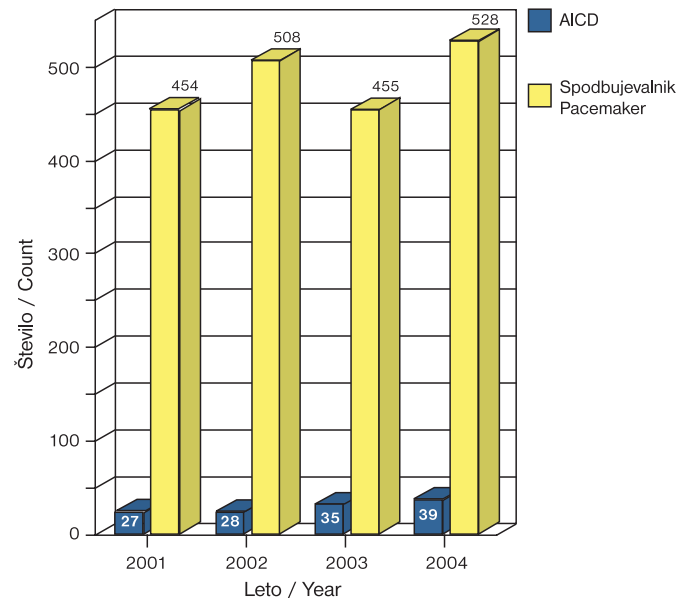


Sl. 15. Menjave spodbujevalnikov in elektrod 2001–2004.

Figure 15. Pacemaker and electrode replacements 2001–2004.

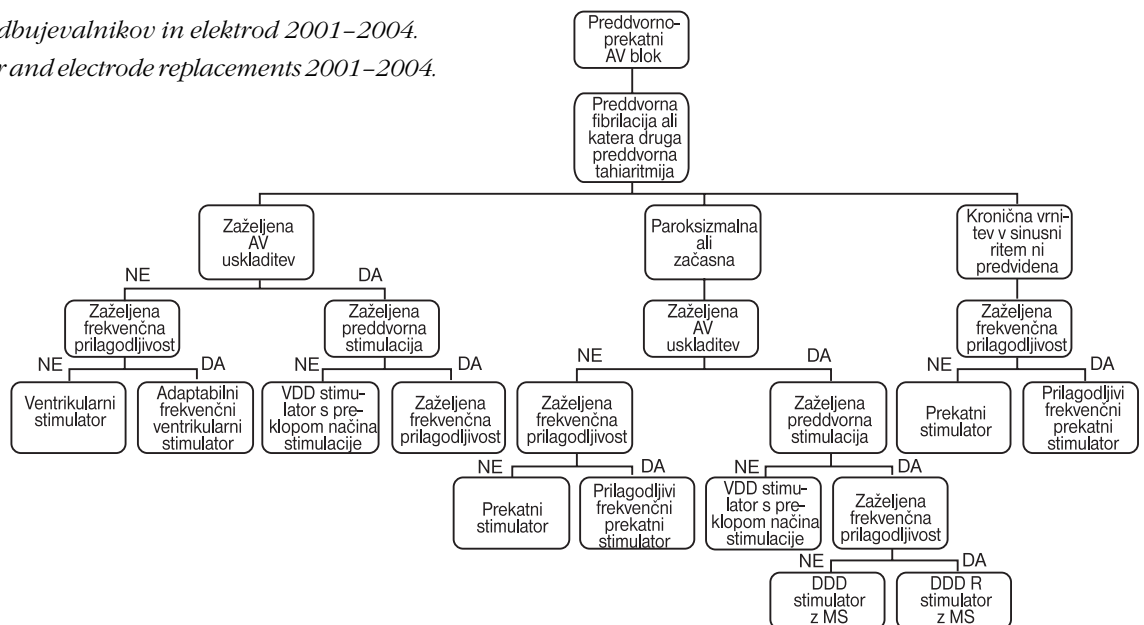
## Razprava

Prve vstavitve SS in AICD so pomenile za bolnike torakotomijo. To je poseg v splošni anesteziji skozi prsnico ali medrebrne prostore. Poseg je bil za bolnike obremenjujoč, boleč in okrevanje daljše. Endokavitarnе elektrode so zmanjšale operacijsko travmo, toda povečale zaplete v smislu izmaknjenja elektrod, ki so bila v začetku zelo moteča. Zato je bila v začetnem obdobju pri mlajših bolnikih vstavitve SS še vedno opravljena s pomočjo torakotomije. Ko so razvili nove elektrode z brčicami oziroma mehanizmom za aktivno pričvrstitev na srčno mišico, smo torakotomijo skoraj opustili. Za endokavitarn



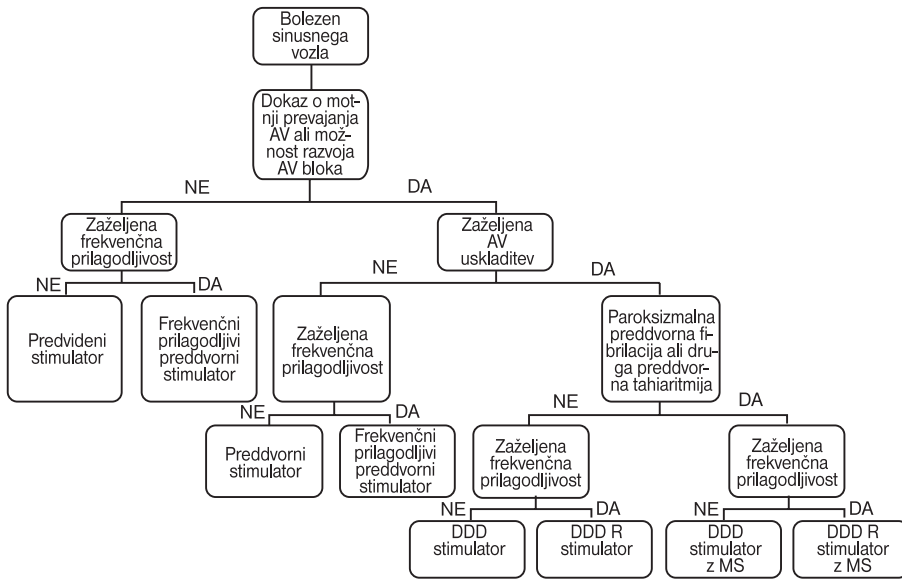
Sl. 16. Število vstavljenih spodbujevalnikov/AICD v letih 2001 do 2004.

Figure 16. Number of implanted pacemakers/AICDs between 2001–2004.



Sl. 17. Algoritem za izbiro srčnega spodbujevalnika pri preddvornoprekatnem bloku.

Figure 17. AV block – pacemaker selection algorithm.



Sl. 18. Algoritem za izbiro srčnega spodbujevalnika pri bolezni sinusnega vozla. Figure 18. Sick sinus syndrome – pacemaker selection algorithm.

dostop smo v začetku uporabljali veno cefaliko. Če ta ni bila ustrezna, smo na vratu poiskali zunanjo ali notranjo veno jugularis. Kasneje smo razvili tehniko vstopa skozi veno subklavijo in danes le izjemoma vstopamo skozi jugularne vene. To velja tako za SS kakor tudi za AICD. Pulzni generatorji so bili v začetku asinhroni (nespremenljiva frekvenca proženja 70/min). Kasneje so se pojavili izpopolnjeni SS tipa demand, nato SS s prilagodljivim številom utripov glede na fizične obremenitve, sledili so jim pravi fiziolo-

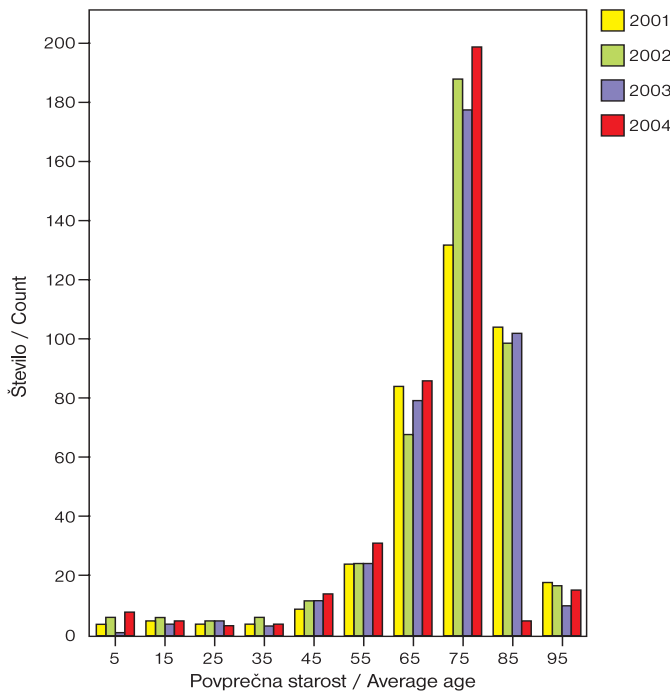
razumno, kar pomeni, da absolutna starost bolnika ob vsaditvi SS ni edini oziroma odločujoči dejavnik (sl. 20).

### Zaključek

Prehodili smo 40 let elektrostimulacije, zgodovinske poti in dosegli stopnjo izkušenj, izobrazbe in tehničnega razvoja, ki je primerljiva z ostalim svetom. Današnjim bolnikom in zdrav-

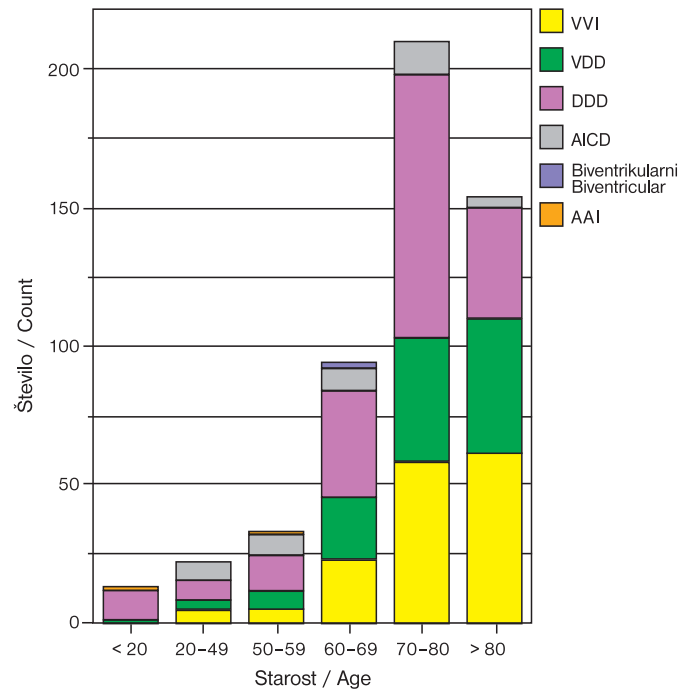
ški SS z elektrodama v predvoru in prekatu. SS in AICD-jem so se dodajale nove in nove spremenljive lastnosti, zdravitelj je bilo mogoče vedno več srčnih aritmij. Posledično so se indikacije širile, število vstavitvev pa je vztrajno naraščalo. (sl. 16). K nadaljnjemu napredku so prispevali strokovnjaki iz vrst ameriških in evropskih društev za elektrostimulacijo srca in elektrofiziologijo, ki so izdelali natančna priporočila za vstavitvev SS in antitahikardnih vsadkov (sl. 17 in 18, razpr. 2).

Velika večina posegov se opravlja v lokalni anesteziji. Zaradi nižjega tveganja so dostopni čedalje starejšim bolnikom s pridruženimi številnimi boleznimi (sl. 19). Pri izbiri vsadkov smo pozorni predvsem na možnost izboljšanja oziroma na stanje psihofizične kondicije bolnika in na izboljšanje njegovih bolezenskih težav in ne na leta sama, torej je pred kronološko biološko starost bolnika. Vodilo nam je kakovost življenja bolnikov po posegu, zato skušamo indikacije za kompleksnejše SS postavljati



Sl. 19. Starostna porazdelitev – vsi bolniki 2001–2004 (prva implantacija).

Figure 19. Age distribution – all patients between 2001–2004 (first implantation).



Sl. 20. Razdelitev tipov vstavljenih spodbujevalnikov glede na starost bolnika – 2004.

Figure 20. Types of pacemakers implanted in different age groups – 2004.



Razpr. 2. *Smernice pri izbiri srčnega spodbujevalnika pri določenih indikacijah.*Table 2. *Pacemaker implantation indications – algorithms for choosing the right device.*

	Bolezen sinusnega vozla	Preddvornoprekatni blok	Vazovagalna sinkopa in preobčutljiv karotidni sinus
Enovotlinski preddvorni SS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brez jasnih motenj v preddvornoprekatnem prevajanju</li> <li>- Zaželjena je ohranitev preddvornoprekatne usklajenosti</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>	Neprimeren	Neprimeren (razen v primerih, ko je preddvornoprekatni blok izključen)
Enovotlinski prekatni SS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vzdrževanje preddvornoprekatne usklajenosti med delovanjem ni nujno</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kronična preddvorna fibrilacija ali druga preddvorna tahiaritmija in vzdrževanje preddvornoprekatne usklajenosti ni nujno</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kronična preddvorna fibrilacija ali druga preddvorna tahiaritmija</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>
Dvovotlinski SS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaželjena je preddvornoprekatna usklajenost med delovanjem</li> <li>- Sumljivo za motnje v preddvornoprekatnem prevajanju oziroma povečano tveganje za nastanek preddvornoprekatnega bloka</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaželjena je preddvorno-prekatna usklajenost med stimulacijo</li> <li>- Zaželjena je preddvorna stimulacija</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ohranjena funkcija sinusnega vozla</li> <li>- Po želji je mogoče uporabiti frekvenčno prilagodljivost</li> </ul>
VDD SS	Neprimeren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalna funkcija sinusnega vozla, zato preddvorna stimulacija ni potrebna</li> <li>- Lahko se omeji število elektrod SS</li> </ul>	Neprimeren

nikom je veliko lažje. Poti so utečene, možnosti so skoraj neomejene. Sledili smo razvoju v svetu z zamikom, ki nam je omogočal, da smo lahko uporabljali preverjene in varnejše načine zdravljenja v dobro našim bolnikom. Kardiokirurška ekipa s prof. M. Košakom na čelu je s svojim znanjem, večino in jasno zavezanostjo napredku postavila solidne temelje in odlična izhodišča za nadaljnji vzpon stroke in umetnosti in pomagala vzgojiti današnjo generacijo, ki si prizadeva nadaljevati pot naših spoštovanih učiteljev v skladu s Hipokratovo prisego, etičnimi načeli zdravstvenih delavcev in razvojem medicinske stroke.

Ne nazadnje, da bi strokovna prizadevanja in nova spoznanja z bolniki lažje delili, od leta 1985 obstaja Društvo srčnih bolnikov s spodbujevalnikom Slovenije, Utrip, kamor se lahko prostovoljno vključijo vsi zainteresirani bolniki z vstavljenimi SS ali AICD in njihovi svojci. Namen društva je povezati člane v skupnem prizadevanju za vključitev v čimbolj zdravo, aktivno, samostojno in kvalitetno življenje z organiziranim izobraževanjem, rekreacijo in izleti.

## Literatura

1. Košak M, Jagodic A, Mazovec M, Prezelj F, Lobe F. Kirurško zdravljenje kompletnega atrioventrikularnega bloka. *Zdrav Vestn* 1966; 35: 98–103.
2. Furmann S, Schwedel J, Robinson G, Hurwitz ES. Use of an intracardiac pacemaker in the control of heart block. *Surgery* 1961; 49: 98–108.
3. Košak M, Jezernik J, Kocbek B. Zdravljenje kompletnega atrioventrikularnega bloka s pacemakerji. *Zdrav Vestn* 1975; 44: 27–33.
4. Laurens P, Piwnica A, Reidemeister C, Chardack WM, Gage A. Clinical results of the implantation of an isotopic pacemaker. In: *Cardiac pacing*. Assen: Van Gorcum & Comp.; 1973. p. 198–208.
5. Parsonnet V, Hursen FT, Myers GH. The development of radioisotope power sources for pacemakers in the United States. In: *Cardiac pacing*. Assen: Van Gorcum & Comp.; 1973. p. 192–7.
6. Košak M, Jezernik J, Jagodic A, Mazovec M, Pust B, Obrez I, Stropnik J. Naše izkušnje in kasni rezultati operativnega zdravljenja atrioventrikularnega bloka z implantacijo pacemakerja. XII. Kongres kirurgov Jugoslavije; 1972; Skopje, Makedonija.
7. Djordjević M, et al. Savremena pejsmejker terapija. Medicinska knjiga. Beograd-Zagreb: 1988.
8. ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: Summary article. *Circulation* 2002; 106: 2145–61.
9. Mirowski M, Reid PR, Mower MM, et al. Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J* 1980; 303–22.