

# Implementacija elektrostimulatora srca u Thalssoterapiji Opatija

---

**Terzić, Mirela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Health Studies / Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:070260>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-09**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Health Studies - FHSRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
FAKULTET ZDRAVSTVENIH STUDIJA  
PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ SESTRINSTVO

Mirela Terzić

**IMPLEMENTACIJA ELEKTROSTIMULATORA SRCA U THALSSOTHERAPIJI**  
**OPATIJA**  
Završni rad

Rijeka, 2022.

UNIVERSITY OF RIJEKA  
FACULTY OF HEALTH STUDIES  
UNDERGRADUATE UNIVERSITY STUDY OF NURSING

Mirela Terzić

**IMPLEMENTATION OF PACEMAKERS IN THALSSOTHERAPY OPATIJA**

Finalwork

Rijeka, 2022.

Mentor rada:

Završni rad obranjen je dana 20.07.2022. na Fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Kata Ivanišević mag. med. techn.
2. Marija Bukvić prof. rehab. mag. sestr.
3. Saša Uljančić prof. rehab. mag. med. techn.

## **Predgovor**

Zahvaljujem svojoj mentorici na izdvojenom vremenu i usmjeravanju kod pisanja ovog rada.

Veliko hvala!

Najviše se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila najveća podrška i oslonac kada mi je bilo najteže.

Također veliko hvala svim mojim prijateljicama, kolegama i kolegicama sa kojima sam provela nezaboravne tri godine studiranja.

## Izveštće o provedenoj provjeri izvornosti studentskog rada

## Opći podaci o studentu:

Sastavnica	Fakultet zdravstvenih studija
Studij	Prediplomski stučni studij sestrinstvo
Vrsta studentskog rada	Rad s istraživanjem
Ime i prezime studenta	Mirela Terzić
JMBAG	601983 11 0351010008 5

## Podatci o radu studenta:

Naslov rada	Implementacija elektrostimulatora srca u Thalassoterapiji Opatija
Ime i prezime mentora	Kata Ivanišević
Datum predaje rada	16.05.2022.
Identifikacijski br. podneska	1842324761
Datum provjere rada	23-May-2022 09:26AM
Ime datoteke	Mirela_zavr_ni_rad.docx
Veličina datoteke	1.57M
Broj znakova	54724
Broj riječi	8446
Broj stranica	44

## Podudarnost studentskog rada:

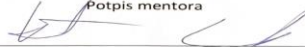
Podudarnost (%)	9%
-----------------	----

## Izjava mentora o izvornosti studentskog rada

Mišljenje mentora	
Datum izdavanja mišljenja	24.5.2022.
Rad zadovoljava uvjete izvornosti	<input checked="" type="checkbox"/>
Rad ne zadovoljava uvjete izvornosti	<input type="checkbox"/>
Obrazloženje mentora (po potrebi dodati zasebno)	

Datum  
24.05.2022.

Potpis mentora



## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	6
1. UVOD .....	7
1.1. Električna provodljivost srca .....	8
1.2. Indikacije za implementaciju pacemakera.....	10
1.2.1. Disfunkcija SA čvora .....	11
1.2.2. AV blok.....	13
1.2.3. Fibrilacija atrijske s bradikardijom .....	15
1.3. Povijest i razvoj pacemakera .....	17
1.4. Vrste pacemakera .....	18
1.5. Implementacija pacemakera .....	20
2. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	22
3. METODE ISTRAŽIVANJA.....	23
4. REZULTATI.....	24
5. RASPRAVA.....	30
6. ZAKLJUČAK .....	33
7. SAŽETAK.....	34
8. SUMMARY .....	36
9. LITERATURA.....	38
10. PRILOZI.....	43
11. ŽIVOTOPIS .....	45

## 1. UVOD

Elektrostimulator srca ili pacemaker (*eng.pace - "korak, mjera, tempo" i maker- "tvorac, stvaralac"*) je podesivi umjetni generator električnih impulsa, koji može biti privremen ili trajan. Pacemaker najčešće emitira impuls u trajanju između 0,5 i 25 milisekundi s naponom između 0,1 do 15 volti i frekvencijom do 300 u minuti, a brzina pacemakera, širina pulsa i napon se mogu kontrolirati (1).

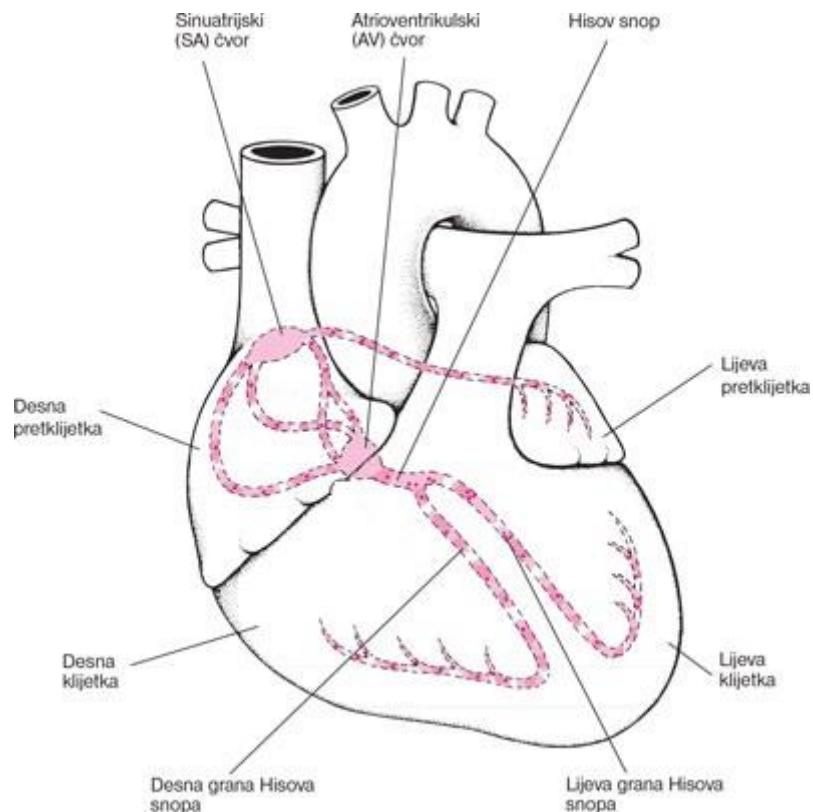
U fiziološkim uvjetima, srčana kontrakcija je podražena električnim impulsom koji započinje u sinusnom čvoru na vrhu desnog atrija. Impuls zatim putuje kroz „žice“ srca do mišića donjih komora srca (desne i lijeve klijetke), potičući kontrakciju i izazivajući otkucaje srca. Ovaj prirodni sustav pomaže srcu da pumpa krv kroz cijelo tijelo u učinkovitom ritmu, no poteškoće u radu bilo kojeg dijela ovog sustava, prirodnog pacemakera srca ili žica kojim se prenose impulsi, mogu uzrokovati narušen srčani ritam. Dakle, pacemaker koristi električne impulse za regulaciju srčanog ritma kod kardiovaskularnih bolesti (KVB) poput aritmija, urođenih srčanih bolesti i pogoršanja električne provodljivosti srčanog mišića tijekom starenja (2,3). Također, indikacija za implementaciju pacemakera može se javiti nakon kardiokirurških zahvata poput prenosnice koronarne arterije (CABG) ili operacije srčanih zalistaka. Uobičajene indikacije za pacemaker nakon operacije srca uključuju atrioventrikularni (AV) blok, disfunkciju sinusnog (SA) čvora i fibrilaciju atrija (AF) (3). Patofiziološki mehanizmi koji uzrokuju perioperativnu ozljedu miokarda uključuju mehaničku traumu, koja može nastati tijekom operacija zalistaka gdje postoji izravan kontakt s provodnim sustavom, i ishemijsku ozljedu, koja može nastati nakon bilo kakvih operativnih zahvata na srcu zbog neadekvatne intraoperativne opskrbe krvlju miokarda (2,3).

Iako dostupna literatura ne pruža točne podatke o incidenciji pacemakera diljem svijeta u posljednjem desetljeću, Američka udruga za srce (*eng. AHA -American Heart Association*) je 2002. godine objavila da oko 3 milijuna ljudi diljem svijeta ima pacemaker, a svake ih se godine ugradi otprilike 600 000 (3). Veličina globalnog tržišta pacemakera 2020.godine procijenjena je na 4,6 milijuna američkih dolara i po prosječnoj godišnjoj stopi rasta (*eng. CAGR - The compound annual growth rate*) očekuje se da će doseći 6,6 milijuna do 2030. godine. Rastuća incidencija KVB i povećanje troškova liječenja istih te uvođenje tehnološki naprednih pacemakera kao što su pacemakeri sigurni za magnetsku rezonancu prvenstveno pokreću navedeno tržište. Rastući ekonomski teret KVB-a jedan je od ključnih čimbenika za rast tržišta, s obzirom da se predviđa da će ukupni troškovi liječenja biti veći od 1.044,0 milijardi američkih dolara do 2030. godine (4).



## 1.1. Električna provodljivost srca

Specijalizirani električni provodni sustav srca omogućuje sinkroniziranu kontrakciju lijeve i desne strane srca i sekvencijalnu kontrakciju atrija i klijetki. Električni impulsi nastaju u spontano aktiviranim stanicama sinusnog/sinoatrijalnog (SA) čvora koji se obično naziva 'prirodni pacemaker'. SA čvor se nalazi na spoju gornje šuplje vene i desnog atrija. Električni impuls koji potječe iz SA čvora širi se najprije na stanice desnog atrija, zatim na stanice oba atrija, konačno konvergirajući na drugu skupinu specijaliziranih stanica – staniceatrioventrikularnog (AV) čvora (5). Ove stanice djeluju kao kanal za izvorni impuls od SA čvora do AV čvora, koji se nalazi na spoju srednje stijenke desnog atrija i septuma koji razdvaja dvije klijetke. Iz AV čvora, impulsni val zatim prolazi u ventrikularni provodni sustav – snop Hisovih i Purkinjeovih vlakana, koji se nalazi unutar ventrikularnog septuma, što omogućuje depolarizaciju ventrikularnog mišića (5,6).



Slika 1 - sustav električne provodljivosti srca, preuzeto sa <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-zapacijente/bolesti-srca-i-krvnih-zila/nenormalni-srcani-ritmovi>

Otkucaji, ili stvaranje kontraktilne sile, ključna su komponenta i razvoja srca i opće srčane funkcije. Učestalost i brzina otkucaja srca mjerise već i tijekom trudnoće, a brzina otkucaja srca često se koristi kao pokazatelj zdravlja i razvoja fetusa. Kod odraslih, promjene u srčanom ritmu ili učestalosti otkucaja mogu ukazivati na bolest, osobito uočljivu tijekom akutnog infarkta miokarda ili kod pacijenata s aritmijama (7).

Od početka svog formiranja, samo srce generira i širi električni impuls koji je neophodan za pokretanje koordiniranih kontrakcija za učinkovito pumpanje krvi kroz tijelo. U razvijenom srcu te funkcije obavlja srčani provodni sustav, koji se sastoji od različitih komponenti od kojih svaka obavlja određeni zadatak (Slika 1.). Primjerice, specijalizirani miocitii SA čvoru generiraju impuls koji se zatim brzo širi kroz atrijalni miokard i dolazi do AV čvora gdje se usporava. Ovo kašnjenje omogućuje kontrakciju atrija i dopušta ventrikulima da se napune prije nego što se aktiviraju i stisnu. Atrijalno i ventrikularno tkivo miokarda električno su izolirano jedno od drugog ravninom vezivnog tkiva koju čine annulusfibrosus i središnje vlaknasto tijelo. Jedini električni prolaz od atrija do ventrikularnog miokarda tvori brzo-provodljivi atrioventrikularni snop ili Hisov snop, koji prolazi kroz vrh ventrikularnog septuma te provodi impuls na lijevu i desnu granu snopa i mrežu Purkinjeovih vlakana koja aktivira ventrikularni miokard. Zajedno, strukture koje brzo provode električni impuls nazivaju se ventrikularnim provodnim sustavom (7,8).

Sve žive stanice, zbog raspodjele iona preko stanične membrane, imaju membranski potencijal mirovanja koji je unutar stanice negativan u odnosu na vanjsku stranu stanice. Najvažniji ioni koji doprinose membranskom potencijalu su  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Ca}^{++}$  (9). U tipičnoj stanici koncentracija  $\text{K}^+$  je viša unutar stanice nego izvan nje. Nasuprot tome,  $\text{Na}^+$  i  $\text{Ca}^{++}$  imaju veće koncentracije izvan stanice nego unutar stanice (9,10). Depolarizacija je proces u kojem se stanična membrana miokarda prebacuje s negativnije nabijene iznutra i pozitivno nabijene izvana – polarizirana obrnuto - depolariziranu (7,9). Navedeno se postiže naglim dolaskom pozitivno nabijenih natrijevih ( $\text{Na}^+$ ) i kalcijevih iona ( $\text{Ca}^{2+}$ ) u stanicu (9).

Električna svojstva srčanih stanica mogu se kategorizirati u dvije osnovne vrste stanica: stanice s pacemakerom i stanice bez pacemakera. Stanice pacemakera nalaze se prvenstveno u SA i AV čvorovima srca, a prolaze kroz spontanu depolarizaciju (9), te stoga nemaju istinski membranski potencijal mirovanja. Kada spontana depolarizacija dosegne granični napon, pokreće bržu i potpuniju depolarizaciju nakon koje slijedi repolarizacija tj. stvara se akcijski potencijal. Karakteristične promjene napona akcijskih potencijala pacemakera razlikuju se na nekoliko načina od nepacemaker akcijskih potencijala, zbog jedinstvenih karakteristika ionskih kanala u stanicama pacemakera. Srčane stanice bez

pacemakera obuhvaćaju atrijske i ventrikularne kardiomiocite i Purkinjeov provodni sustav unutar ventrikula (10). Imaju istinske potencijale mirovanja, prolaze kroz vrlo brzu depolarizaciju nakon pokretanja akcijskog potencijala i imaju produljenu fazu depolarizacije (faza platoa) (11). Trajanje ovih akcijskih potencijala može se kretati od 200 do 400 ms, što je više od 10 puta duže od akcijskih potencijala koji se nalaze u stanicama živčanih i skeletnih mišića (10,11).

## **1.2. Indikacije za implementaciju pacemakera**

Smjernice za implementaciju srčanih pacemakera uspostavila je radna skupina koju su zajednički formirali AHA, Američki koledž za kardiologiju (ACC – *eng. American College of Cardiology*) i Društvo za srčani ritam (HRS – *eng. Heart Rhythm Society*). ACC/AHA/HRS podijelili su indikacije za implementaciju pacemakera u 3 specifične kategorije:

1. stanja u kojima se implementacija pacemakera smatra potrebnom i korisnom (koristi su mnogo veće od rizika),
2. stanja u kojima je implementacija pacemakera nužna, ali postoje proturječni dokazi ili različita mišljenja o istoj; u kategoriji 2a težina dokaza ide u prilog djelotvornosti (koristi su veće od rizika), dok je u kategoriji 2b djelotvornost slabije utvrđena (koristi veće ili jednake rizicima),
3. stanja u kojima se ne preporučuje implementacija pacemakera jer ista može biti štetna (rizici su veći od koristi) (12,13).

Različiti patofiziološki uvjeti mogu zahvatiti bilo koju komponentu sustava električne provodljivosti srca te narušiti njihovu funkciju, što dovodi do raznih poremećaja srčanog ritma koji se zajedničkim nazivom nazivaju aritmije. Do aritmije može doći zbog bolesti i narušenog rada SA ili AV čvora, zbog narušenog fiziološkog puta provodljivosti električnog impulsa (blok grane snopa) ili kada drugi dio srca preuzme funkciju pacemakera. Najčešće indikacije za trajnu implementaciju pacemakera su disfunkcija SA čvora i AV blok visokog stupnja (12).

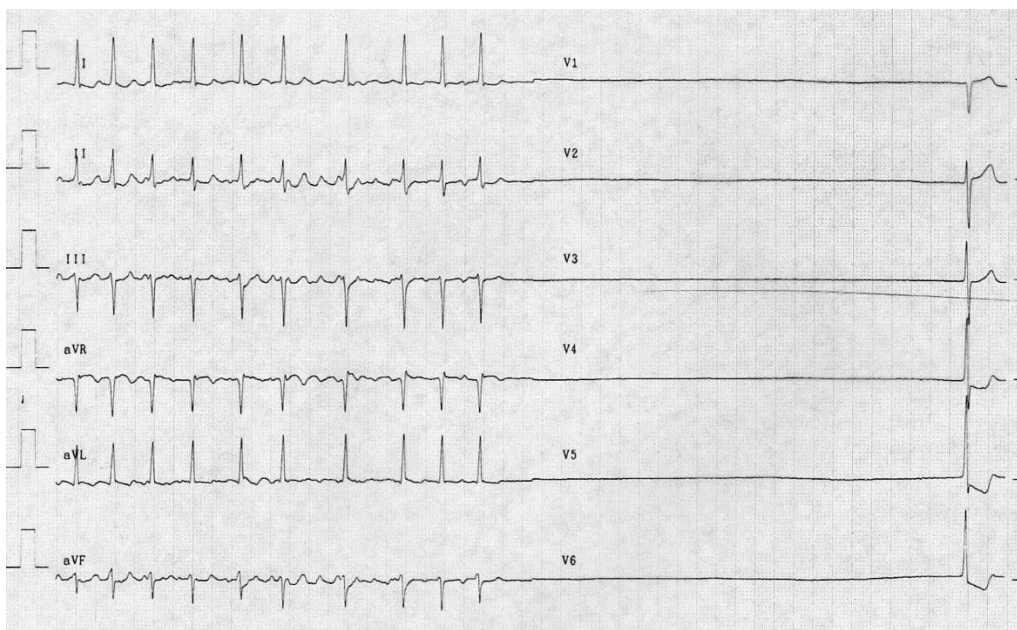
### 1.2.1. Disfunkcija SA čvora

Disfunkcija SA čvora ili sindrom bolesnog sinusa odnosi se na skup poremećaja obilježenih nesposobnošću srca da obavlja svoju funkciju pokretača srca, a pretežno zahvaća starije odrasle osobe. Znakovi i simptomi su često suptilni u ranoj fazi i postaju očitiji kako bolest napreduje, a obično su povezani s hipoperfuzijom krajnjeg organa. Cerebralna hipoperfuzija je najčešća, sa sinkopom ili skorom nesvjesticom koja se javlja u otprilike polovice pacijenata. Po definiciji, disfunkcija sinusnog čvora treba istovremeno uključivati simptome i nalaze EKG-a kao što su sinusna bradikardija, sinusne pauze ili arest, blokada izlaza iz sinusa ili kronotropnainkompetentnost, odnosno neadekvatan odgovor otkucaja srca na aktivnost. Dakle, disfunkcija SA čvora rezultat je abnormalnog automatizma stvaranja impulsa i/ili provođenja istog, a može biti posljedica fibroze, ateroskleroze i upalnih procesa (14).

Disfunkcija SA čvora najčešće nastaje zbog unutarnjih čimbenika, a vanjski čimbenici mogu pogoršati inicijalnu dijagnozu. Najčešći uzroci uključuju degenerativnu fibrozu, disfunkciju ionskih kanala i remodeliranje SA čvora, a vanjski čimbenici koji mogu pogoršati simptome mogu biti farmakološki, metabolički ili autonomni. Zamjena tkiva SA čvora fibrozim tkivom najčešći je uzrok disfunkcije sinusnog čvora, a zamjena može uključivati i druge dijelove provodnog sustava, uključujući i AV čvor. Drugi najčešći uzrok je dugogodišnje korištenje lijekova koji mogu smanjiti funkciju SA čvora, poput beta blokatora, ne-dihidropiridinske blokade kalcijevih kanala, antiaritmičkih lijekova i inhibitora acetilkolinesteraze. Tkivo SA čvora također može biti zahvaćeno tijekom procesa bolesti kao što su amiloidoza, sarkoidoza, skleroderma, hemokromatoza i perikarditis koji dovode do disfunkcije (15). Istraživanje epidemiologije disfunkcije SA čvora otežano je zbog različitih manifestacija bolesti i elektrokardiografskog (EKG) nalaza, međutim prema analizi iz dvije opsežne studije koje su uključivale 20572 pacijenta prosječne dobi od 59 godina, 43% su bili muškog spola, a incidencija disfunkcije SA čvora bila je 0,8 na 1000 ljudi. Studija je kao najznačajniji faktor rizika za pojavu disfunkcije SA čvora dokazala dob (16).

Disfunkcija SA čvora se normalno dijagnosticira pomoću EKG značajki bradikardije (<60 otkucaja u minuti) ili asistoličkih pauza (>3 sekunde), što može biti posljedica smanjenog intrinzičnog automatizma SA čvora, zaustavljanja sinusa ili izlaznog bloka. Iako se daljnja elektrofiziološka ispitivanja ne provode rutinski, mogu se provoditi u dvojbjenim slučajevima. Dva parametra, korigirano vrijeme oporavka sinusnog čvora i sinoatrijalno vrijeme provođenja kao odgovor na atrijski pejsing, mogu pomoći u istraživanju disfunkcije

SA čvora. Kombinirana osjetljivost oba testa je 64%, a specifičnost ako se utvrdi da su značajno produženi je 88% (17). Disfunkcija SA čvora uvijek se dijagnosticira kombinacijom abnormalnog EKG nalaza i simptoma, a sam abnormalan EKG nalaz, ne ukazuje na prisutnost disfunkcije SA čvora. EKG nalaz pojedinca s disfunkcijom SA čvora uz periode teške sinusne bradikardije i sinusne pauze, može uključivati i naizmjeničnu tahikardiju i bradikardiju, koja se naziva tahi-brady sindrom koji zahvaća oko 50% pojedinaca s disfunkcijom SA čvora. Dakle, ključ za dijagnosticiranje disfunkcije SA čvora je uspostaviti korelaciju između simptoma pojedinca i EKG nalaza u vrijeme simptoma (18).



Slika 2 - EKG prikaz disfunkcije SA čvora, preuzeto sa [https://www.wikidoc.org/index.php/Sick\\_sinus\\_syndrome\\_electrocardiogram](https://www.wikidoc.org/index.php/Sick_sinus_syndrome_electrocardiogram)

Nije jasno je li disfunkcija SA čvora povezana s povećanom smrtnošću jer većina ima druge kardiovaskularne komorbiditete. U studiji koja je uključila 19 000 ispitanika iz dvije skupine praćene prosječno 17 godina, 213 osoba razvilo je disfunkciju sinusnog čvora (incidencija 0,6 na 1000 osoba/godišnje), no simptomi iste umanjili su se ili pogoršali zbog drugih KVB bolesti. Autori su zaključili da se smrtnost ne može nužno pripisati disfunkciji SA čvora, već kombinaciji različitih KVB (19).

Prema ACC/AHA/HRS smjernicama, u indikacije 1. kategorije ubraja se dokumentirana simptomatska sinusna bradikardija, uključujući česte sinusne pauze koje uzrokuju simptome i simptomatskukronotropnu nesposobnost (neuspjeh u postizanju 85% maksimalne brzine otkucaja srca predviđene dobi pojedinca tijekom testa opterećenja i/ili

nemogućnost provođenja aktivnosti svakodnevnog života). Indikacije 2. kategorije uključuju sinusnu bradikardiju s otkucajima srca manjim od 40, ali bez jasne povezanosti između simptoma i bradikardije (12,13). Liječenje disfunkcije SA čvora uključuje uklanjanje vanjskih čimbenika, kada je to moguće, i postavljanje pacemakera. Pacemakeri ne smanjuju smrtnost, ali mogu smanjiti simptome i poboljšati kvalitetu života (19).

### 1.2.2. AV blok

AV blok je djelomični ili potpuni prekid prijenosa električnog impulsa iz atriya u ventrikule, a najčešći uzrok je idiopatska fibroza i skleroza provodnog sustava kod 50% pacijenata ili ishemijska bolest srca kod 40% pacijenata (20). Fiziološki, električni impulsi putuju od atriya do ventrikula putem AV čvora, što uzrokuje ispumpavanje krvi u cijelo tijelo. No, ukoliko se električni impuls djelomično ili u potpunosti ne prenese iz atriya u ventrikule, dolazi do narušene funkcije srca i nedovoljne opskrbe krvlju u cijelom organizmu. Poznato je da su manje teške abnormalnosti provođenja, kao što je produljenje PR intervala i blok desne i lijeve grane snopa (BBB – *eng. bundlebranchblock*), povezane s težim oblicima AV bloka koji zahtijevaju pacemaker. Iako hipertenzija i viša razina glukoze predisponiraju za ove manje teške abnormalnosti provođenja, do danas nema dokaza da bi takvi promjenjivi čimbenici rizika mogli biti povezani sa samim AV blokom (21).

Dijagnoza se postavlja na temelju EKG nalaza, a simptomi ovise o stupnju blokade, ali je liječenje, kada je potrebno, najčešće uključuje implementaciju pacemakera. AV blokovi se najčešće klasificiraju prema težini(2,22,23):

- AV blok prvog stupnja definiran je produljenim P-R intervalom ( $> 200$  ms), odnosno električni impuls i dalje stiže do ventrikula, ali se kreće sporije od fiziološkog.
- AV blok drugog stupnja može se dalje klasificirati na Mobitz tip I, u kojem dolazi do postupnog produljenja PR intervala u narednim otkucajima koji dovode do neprovodnog P vala, i Mobitz tipa II, u kojem su PR intervali za provedene P valove isti prije i nakon neprovodnog P vala. Točnije, kod Mobitza tip I ili Wenckebachovog AV bloka električni impuls postaje sve sporiji i sporiji dok srce ne preskoči otkucaj, a kod Mobitz tip II dio električnih

impulsa povremeno stiže do ventrikula, a oni koji ne prolaze do ventrikula uzrokuju da otkucaji srca postaju nepravilni i sporiji od fiziološkog.

- AV blok trećeg stupnja ili potpuni srčani blok je kada su atrijalni i ventrikularni otkucaji neovisni jedan o drugom (AV disocijacija) zbog gubitka provodljivosti s prvog na drugi. Odnosno, prijenos električnog impulsa od atrijske do ventrikularne je potpuno blokiran te kako bi se to nadoknadilo, ventrikuli obično počinju sami kucati djelujući kao zamjenski pacemaker, ali otkucaji srca su sporiji i često nepravilni i nisu pouzdani. Blokada trećeg stupnja ozbiljno utječe na sposobnost srca da pumpa krv u tijelo.

Prema ACC/AHA/HRS smjernicama, u indikacije 1. kategorije ubraja se potpuni AV blok trećeg stupnja sa ili bez simptoma, simptomatski AV blok drugog stupnja (Mobitz tip I i II), AV blok drugog ili trećeg stupnja uzrokovan pojačanim fizičkim naporom u odsutnosti akutnog infarkta miokarda i Mobitz II s proširenim QRS kompleksom. Indikacije 2. kategorije podrazumijevaju asimptomatski Mobitz tip II s uskim QRS kompleksom, AV blok prvog stupnja kada postoji hemodinamski kompromis i asimptomatski AV blok drugog stupnja na intra ili infra-His razinama pronađen u elektrofiziološkim studijama (2,12).

### AV blok 1. stupnja



### AV blok 2. stupnja (Mobitz I)



### AV blok 2. stupnja (Mobitz II)



### AV blok 2. stupnja (2:1 blok)



### AV blok 3. stupnja



Slika 3 - EKG nalaz AV blokova, preuzeto  
[sa https://en.wikipedia.org/wiki/Atrioventricular\\_block#/media/File:Heart\\_block.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Atrioventricular_block#/media/File:Heart_block.png)

### 1.2.3. Fibrilacija atrijsa s bradikardijom

Fibrilacija atrijsa (AF) najčešća je aritmija u kliničkoj praksi i povezuje se sa značajnim morbiditetom i smrtnošću, a najčešće je neovisno povezana s akutnim infarktom miokarda, moždanim udarom i zatajenjem srca (24). Nastaje kada SA čvor ne usmjerava električni impuls i održava ritam, već se mnogo različitih impulsa aktivira istovremeno uzrokujući vrlo brz, kaotičan ritam u atrijsima. Budući da su električni impulsi tako brzi i kaotični, atrijsi se ne

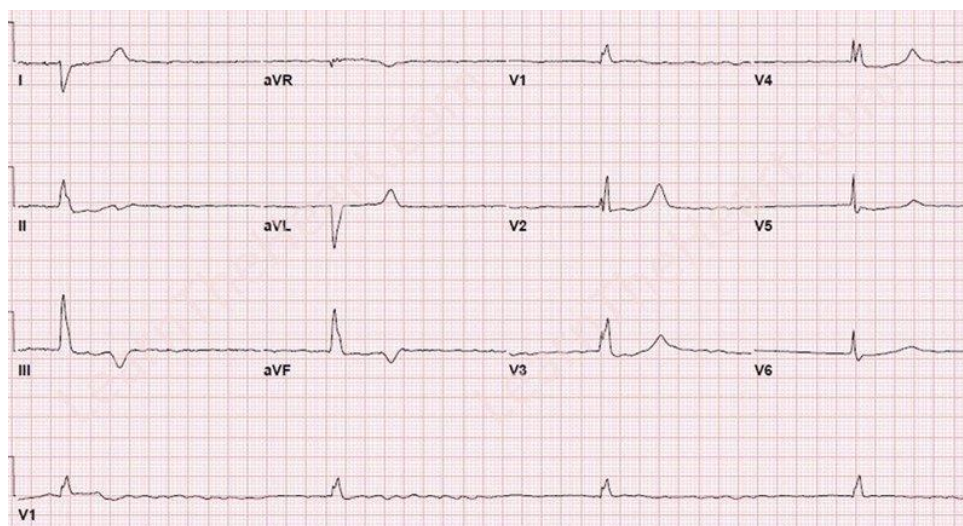


moгу kontrahirati i/ili učinkovito istisnuti krv u ventrikule (24,25). Prevalencija AF se procjenjuje na 2-4% u razvijenim zemljama te raste s dobi, ali to odražava samo klinički otkrivenu AF; sumnja se da je prava prevalencija AF veća kada se ubroje i asimptomatski slučajevi (25).

Smjernice za AF preporučuju oportunistički probir pacijenata u dobi od  $\geq 65$  godina s radijalnom pulsnom palpacijom praćenom EKG-om u 12 odvoda (26), stoga se AF može dijagnosticirati tijekom rutinskog pregleda srca, zbog novonastalih simptoma ili kao slučajni nalaz kod asimptomatskih osoba. Od velike pomoći pri probiru pacijenata može biti korištenje kalkulatora stratifikacije rizika kao što je HAS-BLED: hipertenzija, abnormalna funkcija bubrega ili jetre (po 1 bod), moždani udar, anamneza krvarenja, labilni međunarodni normalizirani omjeri, starije osobe (dob  $> 65$  godina), lijekovi (antitrombocitni agensi/nesteroidni protuupalni lijekovi) ili alkohol (po 1 bod) (27).

Prvo što treba uzeti u obzir za pacijente s novo dijagnosticiranom AF je prisutnost bilo kakvih kliničkih značajki koje zahtijevaju hospitalizaciju. Bolesnike s AF i abnormalnim ventrikularnim frekvencijama potrebno je uputiti u hitnu službu kada je uz navedene simptome prisutna hipotenzija, brziventrikularni otkucaji (općenito otkucaji srca  $> 110$  otkucaja u minuti), znakovi kliničkog zatajenja srca, sinkopa ili presinkopa ili ishemijske promjene EKG-a (26,28).

Bradikardija je naziv za smanjenu srčanu frekvenciju ispod 60 otkucaja u minuti, a najčešće se javlja kao manifestacija inicijalne bolesti električnog provodnog sustava srca, no može nastati i zbog lijekova koji se koriste za kontrolu AF (29). Studije koje su ispitivale ishode kod pacijenata koji su primili trajni pacemaker zbog disfunkcije SA čvora izvještavaju da je 36-76% imalo već postojeću AF (30,31). Identifikacija pacijenata s povećanim rizikom od simptomatske bradikardije važna je za prevenciju pridruženog morbiditeta i povezanih visokih troškova zdravstvene skrbi. Poboľšana stratifikacija rizika za simptomatsku bradikardiju može dovesti do ranijeg postavljanja trajnog pacemakera kako bi se spriječile povezane komplikacije kao što su sinkopa i traumatska krvarenja kod pacijenata na antikoagulacijskoj terapiji. Smanjenje funkcije sinusnog čvora povezano s dobi i elektrofiziološko remodeliranje povezano s AF mogu učiniti navedenu skupinu pacijenata osjetljiviju na simptomatsku bradikardiju te je trajna AF povezana s trostruko povećanom vjerojatnošću potrebe za pacemakerom za liječenje simptomatske bradikardije (32).



Slika 4 - EKG nalaz AF s bradikardijom, preuzeto sa <https://www.healio.com/cardiology/learn-the-heart/ecg-review/ecg-archive/atrial-fibrillation-with-bradycardia-ecg-2>

### 1.3.Povijest i razvoj pacemakera

Pravi početak koncepta pacemakera započeo je prije više od 200 godina. U kasnim 1700-im, Luigi Galvani je otkrio da može izazvati kontrakciju žabljeg srca propuštanjem električne struje kroz srce(1,33). John Alexander MacWilliam je 1889. godine u British Medical Journalu (BMJ) objavio rad o svojim eksperimentima kojima je dokazao da se primjenom električnog impulsa na ljudsko srce u asistoli može izazvati kontrakcija ventrikula te srčani ritam od 60-70 otkucaja u minuti (34). Zatim je 1929. godine Mark C Lidwill uz potporu fizičara Edgara H. Boothsa sa Sveučilišta u Sydneyju, osmislio prijenosni aparat koji se sastojao od dvije komponente, od kojih je jedna bila izvor električne energije, dok se druga sastojala od igle koja je bila zabodena u određenu srčanu komoru. Albert Hyman je, uz pomoć svog brata, 1932. godine opisao uređaj pokretan motorom s ručnim pogonom na oprugu i nazvao ga "umjetnim pacemakerom" (35,36).

Godine 1952. Paul Zoll je opisao učinkovit način podrške pacijentima s intrinzičnom aktivnošću prirodnog srčanog pacemakera i/ili provodnim tkivom pomoću umjetnog, električnog, vanjskog stimulatora srca kojeg je pokretala velika punjiva baterija. Pokretanje srca je postignuto potkožnimmiokardalnim elektrodama, ali se moglo održavati samo kratko vrijeme. Godine 1957. potpuni srčani blok je liječen pomoću elektroda izravno pričvršćenih na srce, a ova opažanja usadila su ideju da se zatajenje srca zbog narušene električne provodljivosti može kontrolirati što je u konačnici dovelo do razvoja potpuno implementiranog pacemakera(33,34,35).

Prva klinička implementacijapacemakera u čovjeka bila je 1958. godine u Švedskoj, pomoću srčanog stimulatora koji su dizajnirali izumitelj Rune Elmqvist i kirurg AkeSenning. Uređaj je prestao raditi nakon 3 sata pa je ugrađen drugi koji je trajao dva dana. Arne Larsson, bio je prvi pacijent na svijetu s ugrađenim pacemakerom, tijekom svog života promijenio je ukupno 26 različitih pacemakera, a umro je 2001. godine u dobi od 86 godina, nadživjevši izumitelja kao i kirurga (37).

Od travnja 1960. godine, nakon dugotrajnog testiranja na životinjama, u upotrebu su pušteni pacemakeri koje je dizajnirao Wilson Greatbatch. Njegova najveća inovacija u usporedbi s dotadašnjim uređajima bila je litij-jodidnabaterijakoja je postala standard za sve buduće dizajne pacemakera poput osnivača tvrtke CardiacPacemakers, Inc, koji su 1974. godine proizveli prvi srčani stimulator na svijetu s litij anodom i litij-jodidnim elektrolitskim akumulatorom. Litij-jodidne ili litijeve anodne ćelije produžile su životni vijek pacemakera s 1 godine na 11 godina (37).

U posljednjem desetljeću pokrenut je razvoj mikro-pacemakera koji se mogu implementirati perkutanim putem, odnosno putem katetera umetnutog kroz krvnu žilu. Uređaji su otprilike veličine tablete, a prvi takav implementiran je 2014. godine no navedeni uređaji još nisu odobreni od strane Američke agencije za hranu i lijekove (FDA – eng. *Food and Drug Administration*)ni Europske agencije za lijekove (EMA – eng. *European Medicines Agency*) (37).

#### **1.4.Vrste pacemakera**

Suvremeni pacemakeri sastoje se od generatora impulsa koji stvara električnu energiju i jedne ili dvije transvenske elektrode koje su odgovorne za prijenos električnih impulsa koje proizvodi generator pulsa do mišićne mase srca (38). Generatori pulsa su baterijska komponenta pacemakera, a najčešće se postavljaju u infraklavikularnoj regiji prednje stijenke prsnog koša. Svi električni krugovi, pa tako i oni pacemakera, imaju dva pola: pozitivni pol koji se naziva anoda i negativni pol koji se naziva katoda. Unipolarni pacemakeri imaju pol na samoj elektrodi, dok bipolarni pacemakeri imaju dva pola na elektrodi. Veliki krug napravljen od unipolarne elektrode uzrokuje veliki skok patinga na površinskom EKG-u, dok manji bipolarni krug uzrokuje manji skok patinga na EKG-u (38,39).

Pacemakeri se mogu podijeliti prema broju aktivnih elektroda i prema programiranom načinu rada, a odabir pacemakera koji se koristi ovisi o mnogim čimbenicima uključujući

temeljnu patofiziologiju, dob pacijenta, razinu fizičke aktivnosti u svakodnevnom životu i temeljni ritam srčane frekvencije (39).

Pacemakeri se prema broju elektroda, odnosno broju srčanih komora u koje se emitira električni impuls, mogu podijeliti na jednokomorne, dvokomorne i biventrikularne. Jednokomornipacemaker jednu elektrodu u desnom atriju ili desnomventrikulu srca. Elektroda se postavlja u desni atrij kada SA čvor generira impulse koji su prespori ili nepravilni (sinusna bradikardija, treperenje atrija). Međutim, ova vrsta pacemakera je primjenjiva samo kod pacijenata kojima ostatak provodnog sustava srca normalno funkcionira. Češće se elektroda postavlja u desniventrikul kako bi se ispravili spori ili nepravilni otkucaji srca, što je najčešće slučaj kada je električni tok usporen ili blokiran u području AV čvora te normalni impulsi iz atrija ne mogu doći do ventrikula (39, 40).Dvokomorni pacemaker koristi jednu elektrodu u atriju i jednu elektrodu u ventrikulu, a ova vrsta pacemakera najpribližnije oponaša normalni obrazac električne provodljivosti srca uzastopnim električnim impulsima od atrija do ventrikula čime se maksimizira pumpna sposobnost srca (40). Biventrikularni pacemakeri, koji se još nazivaju i terapija resinkronizacije srca (CRT – *eng. cardiac resynchronization therapy*), se sastoje od tri elektrode: jedne u desnom atriju, druge u desnom ventrikulu i treće u lijevom ventrikulu. Primjenjuje se kada se oba ventrikulane kontrahiraju istovremeno i nisu sinkronizirani s atrijima pa lijeva klijetka nije u stanju pumpati dovoljno krvi u tijelo (40,41).

Prema programiranju, pacemakeri mogu biti fiksne brzine, „na zahtjev“ ili oni koji reagiraju na brzinu. Pacemaker fiksne brzine proizvodi električne impulse stalnom brzinom, bez obzira na postojanu električnu snagu i aktivnost srca. Pacemaker fiksne brzine ne može otkriti intrinzične otkucaje srca i emitira električnu energiju isto vrijeme kada se prirodni pacemaker srca aktivira, uzrokujući natjecateljske otkucaje. Pacemaker „na zahtjev“ prati srčani ritam i generira električne impulse samo ako su otkucaji srca prespori ili izostaju. Prednost pacemakera na zahtjev u odnosu na pacemaker fiksne brzine je da sprječavaju pojavu natjecateljskih otkucaja i njihova baterija traje duže vrijeme. Pacemaker koji reagira na brzinu ubrzava ili usporava otkucaje srca ovisno o fizičkoj aktivnosti pacijenta. Odnosno, senzor (*eng. rate response*) prilagođava brzinu patinga na temelju razine aktivnosti pacijenta, povećanje aktivnosti percipira se na različite načine uključujući vibracije, povećanje brzine disanja i promjene temperature krvi (41,42).

Sjevernoameričko društvo za patingiektrofiziologiju (NASPE – *eng. The North American Society of Pacing and Electrophysiology*) i britanska grupa za pating i elektrofiziologiju (BPEG – *eng. British Pacing and Electrophysiology Group*) zajednički su

razvili generički kod pacemakera, koji se koristi u cijelom svijetu, a omogućava dobavljačima i proizvođačima da pišu karakteristike svakog uređaja (43).

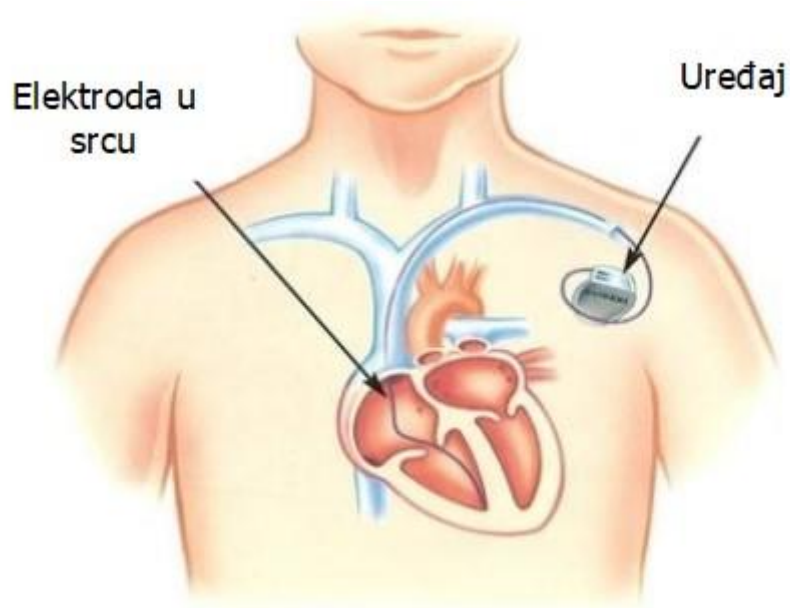
Kod se najčešće sastoji od tri slova, no neki sustavi koriste četiri ili pet. Prvo slovo označava srčanu komoru u koju se dovodi električni impuls (A = atrij, V = ventrikul, D = dvokomorna). Drugo slovo označava srčanu komoru koja se očitava (A = atrij, V = ventrikul, D = dvokomorna, 0 = nema ), a treće slovo označava odgovor na osjetilni događaj te I označava inhibiciju tempa u osjetilnim komorama, T okidanje u osjetilnim komorama, D označava dual (inhibicija + okidač) i O označava ništa. Četvrto slovo predstavlja stopu modulacija, a može biti R za modulaciju brzine i O za bez modulacije brzine. Na primjer, šifra kao što je VVIR implicira da se pacing provodi u ventrikulu, ventrikula se osjeti i pacemaker neće biti aktivan ako otkrije vlastiti intrinzični ritam pacijenta, a brzina će se mijenjati ovisno o potrebama pacijenta (43).

VVI i DDD pacemakeri se najčešće koriste, a nude jednake pogodnosti za preživljavanje. U usporedbi s VVI pacemakerima, čini se da fiziološki pacemakeri (AAI, DDD, VDD) smanjuju rizik od AF i zatajenja srca te blago poboljšavaju kvalitetu života. Napredak u dizajnu pacemakera uključuje sklopove s nižom energijom, nove dizajne baterija i elektrode koje otapaju kortikosteroide koji smanjuju vijek pacemakera, a sve to produžuje vijek trajanja pacemakera. Nedavno su predstavljani bezvodni ventrikularni pacemakeri koji se sastoje od kombiniranog generatora impulsa i elektrode koji se u cijelosti nalaze unutar desne klijetke. Postavljaju se transvenski pomoću posebno dizajniranih sustava za isporuku i zadržavaju se u desnoj klijetki vijcima ili zupcima. Bezvodni pacemakeri koji se trenutno koriste su veličine oko 1 mL, težine 2 grama i konfiguracije su VVI ili VVIR (44).

### **1.5.Implementacija pacemakera**

Pacemakeri se najčešće implementiraju u angio sali ili u laboratoriju za kateterizaciju srca, pri čemu je pacijent potpuno pri svijesti, a optimalna sterilnost se održava tijekom cijelog postupka (45). Postupak implantacije obično traje između 60 i 90 minuta, ovisno o vrsti pacemakera i pojedinačnim čimbenicima pacijenta. Tijekom postupka neinvazivno se mjeri EKG, krvni tlak i zasićenost kisikom. Za implementaciju se najčešće koristi pacijentova nedominantna strana, atransvenski pristup se ostvaruje preko subklavijskih ili cefaličnih vena smještenih neposredno ispod ključne kosti. Elektrode se postavljaju pomoću fluoroskopije kako bi se dovele u ispravan položaj, a za generator pulsa napravise trajni džep obično smješten subkutano ispred prsnog mišića. Nakon zahvata pacijente treba nadzirati kako bi se

uspostavio temeljni ritam i kako bi se istaknule eventualne nepravilnosti patinga. Mjesto implementacije se može zatvoriti na različite načine, uključujući spajalice, topive ili netopive šavove. Sve metode zatvaranja koje se ne mogu rastopiti, kao što su spajalice ili netopivi šavovi, obično se uklanjaju u lokalnoj ordinaciji oko 7-10 dana nakon zahvata. Pacijenti se najčešće prate u klinikama za pating jednom ili dvaput godišnje nakon zahvata. Učestalost praćenja za svakog pacijenta ovisi o čimbenicima kao što su sveukupno kliničko stanje i vrsta implementiranog pacemakera jer složeniji pacemakeri trebaju češće programiranje (45).



Slika 5 - ugradnja pacemakera, dostupno na <https://mib.institute/implantacija-pacemakera/>

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je prikazati broj pacijenata kod kojih je provedena implementacija pacemakera u Thalassoterapiji Opatija, u vremenskom periodu od 01.01.2018. do 01.01.2020. godine. Sekundarni ciljevi rada su prikazati podjelu pacijenata kojima je implementiran pacemaker u navedenom periodu prema spolu, dobi, indikacijama i vrsti implementiranog pacemakera te usporediti rezultate prema dostupnoj literaturi.

### HIPOTEZE:

H1: Broj implementiranih pacemakera veći je kod muškaraca u odnosu na broj implementiranih pacemakera kod žena.

H2: Broj implementiranih dvokomornih pacemakera veći je u odnosu na broj jednokomornih pacemakera.

### 3. METODE ISTRAŽIVANJA

U radu su korišteni podatci iz medicinske dokumentacije Thalassoterapije Opatija i sustava WINBIS, unutar vremenskog razdoblja od 01.01.2018. godine do 01.01.2020. godine. Prikupljeni podatci koriste se isključivo u svrhu izrade završnog rada, imena i prezimena pacijenata neće se koristiti u prikazu podataka. Korištenje podataka odobreno je od strane etičkog povjerenstva Thalassoterapije Opatija.

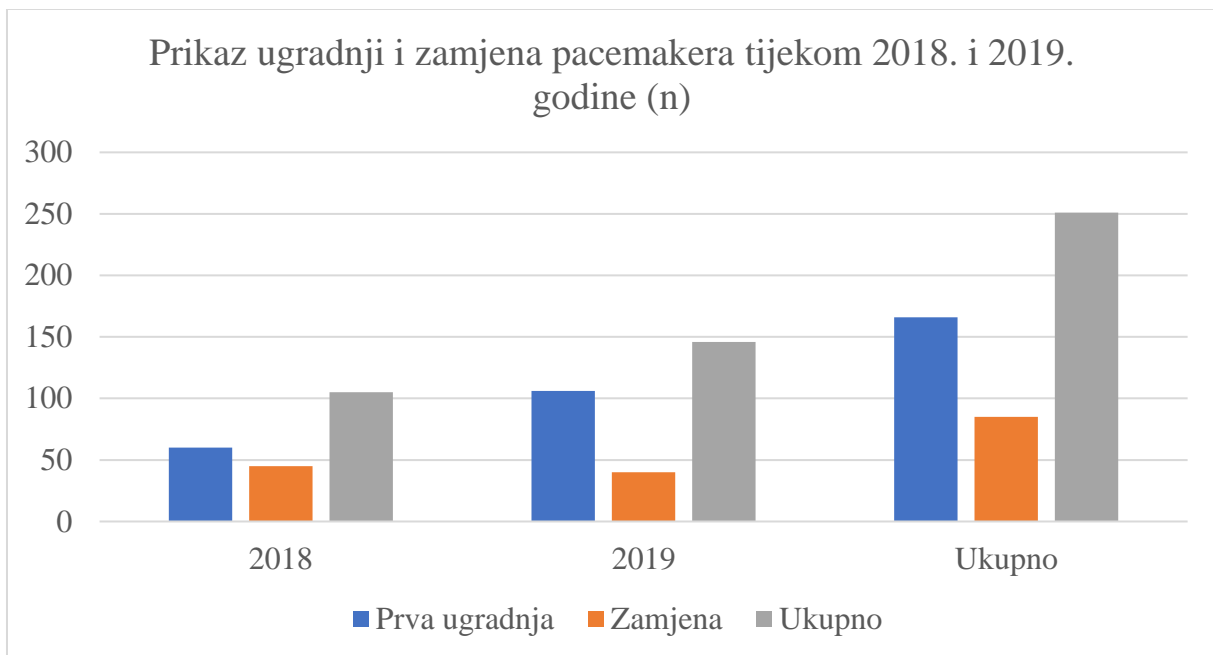
Podatci za istraživanje upisivani su u tablice programa Microsoft Office Excel 2016., a obrada podataka provedena je u programu Statistica (Version 13.5.0.17, 1984-2018 TIBCO Software Inc). Podatci su obrađeni deskriptivno, prikazani su pomoću postotaka i prosječnih vrijednosti u obliku grafova i tablica. Testiranje normalnosti raspodjele podataka izvršeno je pomoću Kolmogorov-Smirnovljeva testa, a pomoću Student T-testa za nezavisne uzorke testirane su razlike između ispitanika. Za usporedbu frekvencija korišten je Pearson chi-square i Fisherov egzaktni test, svi testovi su rađeni na razini statističke značajnosti od 0,05 (5%).



#### 4. REZULTATI

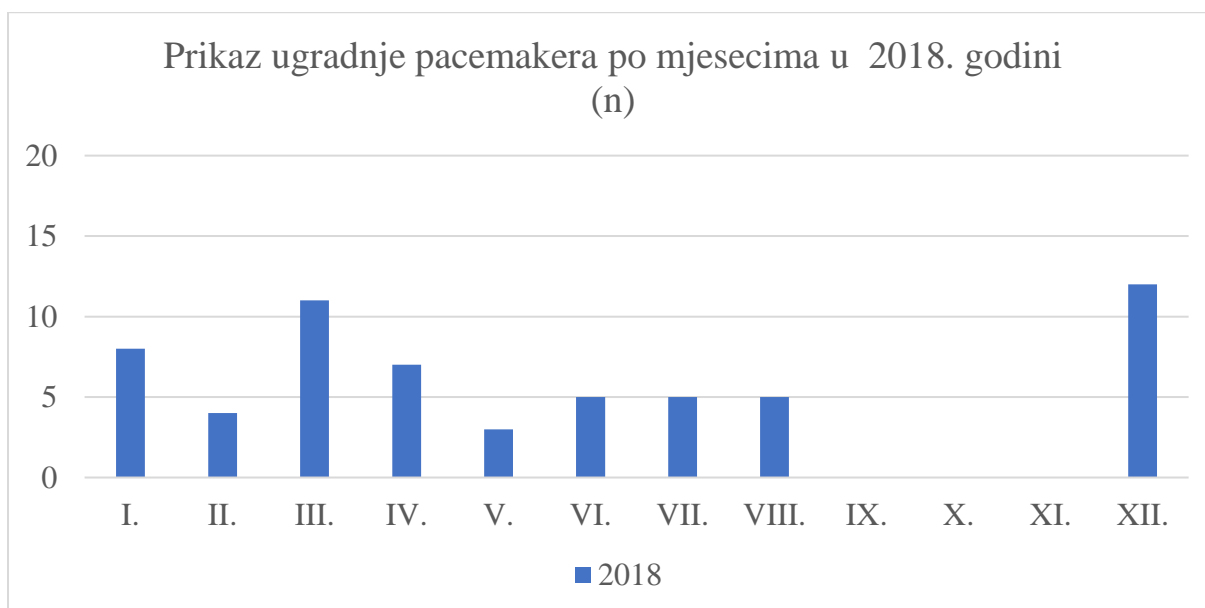
Tijekom 2018. i 2019. godine proveden je ukupno 251 zahvat, što uključuje postupak implementaciji zamjene pacemakera. Implementacija pacemakera provedena je kod 65,10% (n=166) pacijenta, a zamjena kod 34,90% (n=89).

U daljnjoj statističkoj analizi koristiti će se podaci ispitanika kod kojih je provedena implementacija pacemakera.

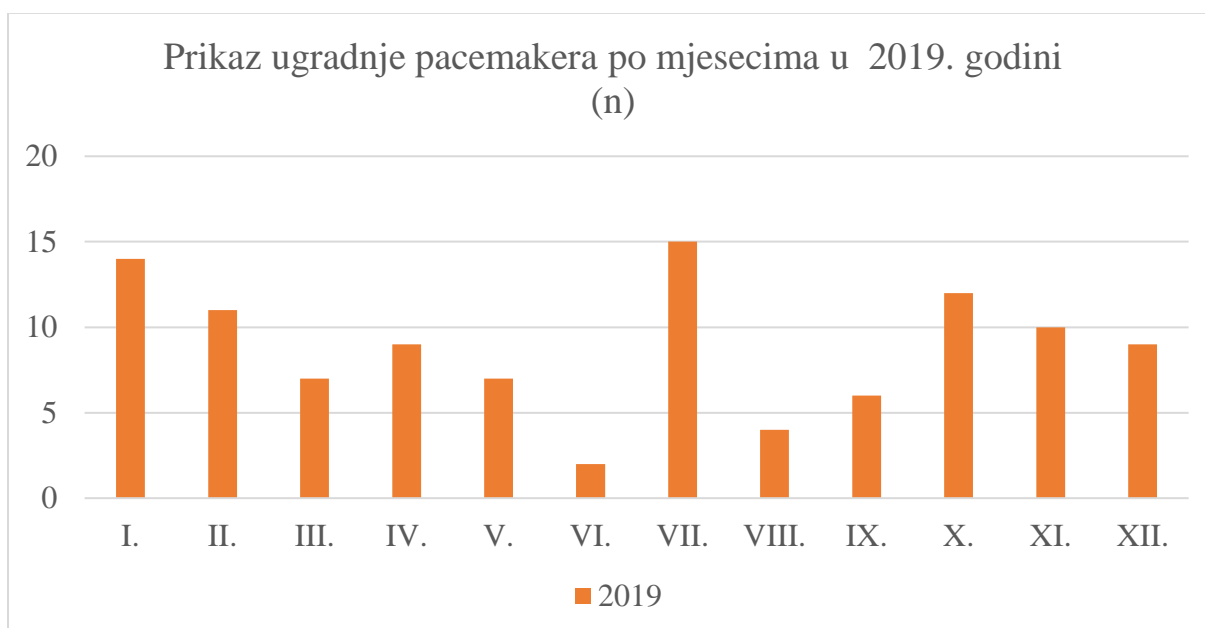


Slika 6 - grafički prikaz broja provedenih ugradnji i zamjena pacemakera tijekom 2018. i 2019. godine

Razlike u broju implementiranih pacemakera po mjesecima vidljive su između 2018. i 2019. godine te je pronađena statistički značajna razlika ( $p=0,001$ ). 2018. godine napravljeno je manje zahvata (n=60) u usporedbi s 2019. (n=106).

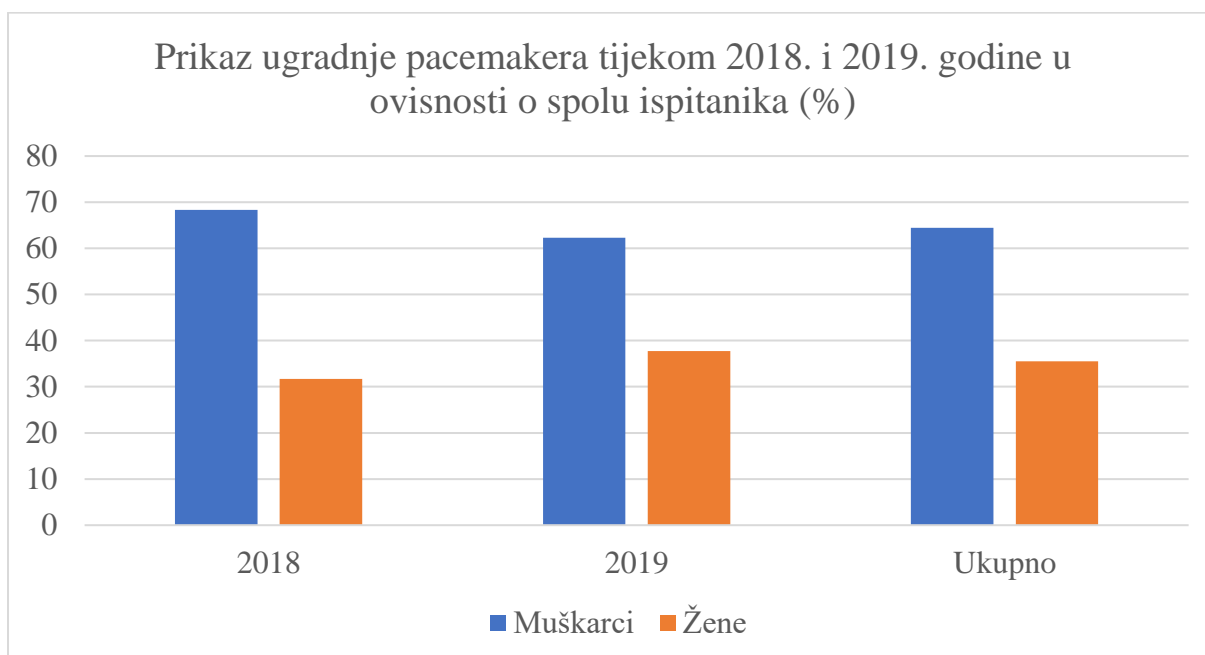


Slika 7 - grafički prikaz ugradnje pacemakera po mjesecima u 2018. godini (n)



Slika 8 - grafički prikaz ugradnje pacemakera po mjesecima u 2019. godini (n)

Istraživanje je obuhvatilo ukupno 166 pacijenata kojima je implementiran pacemaker, od čega 64,46% (n=107) muškaraca i 35,54% (n=59) žena.



Slika 9 - grafički prikaz primjene pacemakera tijekom 2018. i 2019. godine u ovisnosti o spolu ispitanika (%)

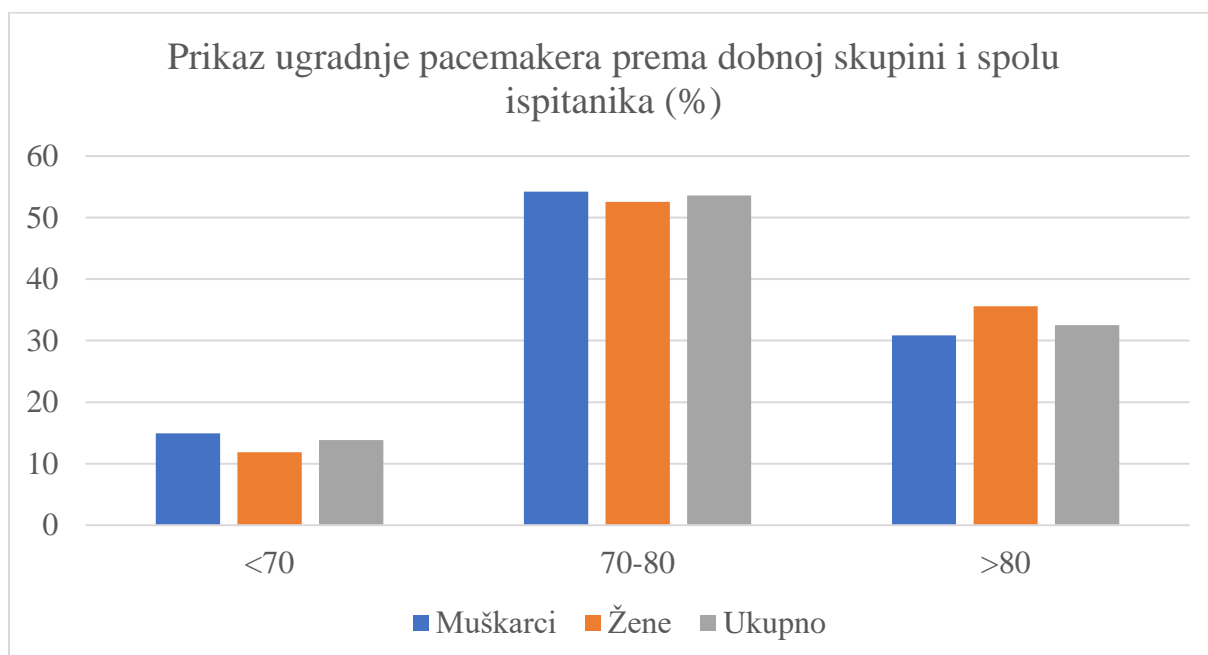
Prosječna dobi ispitanika iznosila je  $77,05 \pm 7,25$  godina. Najmlađi ispitanik imao je 47 godina, a najstariji 94. Prema aritmetičkoj sredini  $77,02 \pm 7,02$  godina, muškarci su bili nešto mlađi od žena.

**Tablica 1.** Prikaz prosječnih vrijednosti dobi ispitanika u ovisnosti o spolu.

	n	Aritmetička sredina ± Std.Dev	Medijan	Raspon	P*
Muškarci	107	$77,02 \pm 7,02$	78	61-94	0,944
Žene	59	$77,10 \pm 7,72$	77	47-90	
<b>Ukupno</b>	<b>166</b>	<b><math>77,05 \pm 7,25</math></b>	<b>77</b>	<b>47-94</b>	

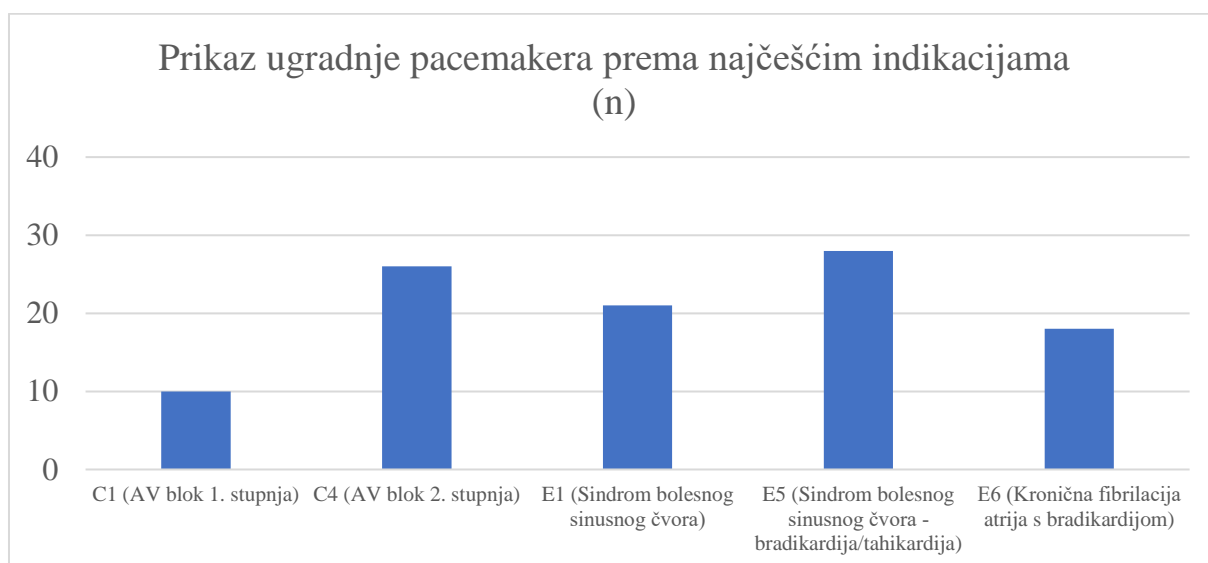
\*t-test za nezavisne uzorke

Najmanji postotak ispitanika pripada skupini mlađoj od 70 godina, 13,86% (n=23). Najviše je onih koji su stariji od 70, a mlađi od 80 godina, 53,61% (n=89).



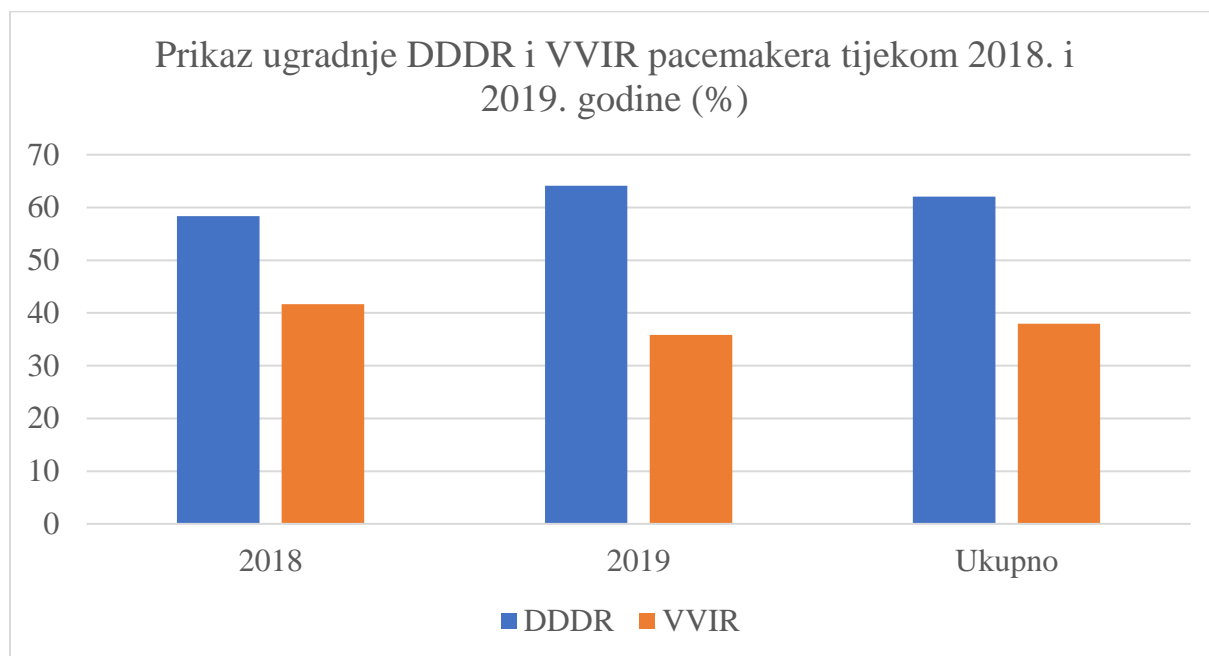
Slika 10 - grafički prikaz ugradnje pacemakera prema dobnoj skupini i spolu ispitanika (%)

Najčešće indikacije za implementaciju pacemakera uključivale su E5 (Sindrom bolesnog SA čvora – bradikardija/tahikardija) kod 28 ispitanika, C4 (AV blok 2. stupnja) kod 26 ispitanika i E1 (Sindrom bolesnog SA čvora) kod 21 ispitanika.



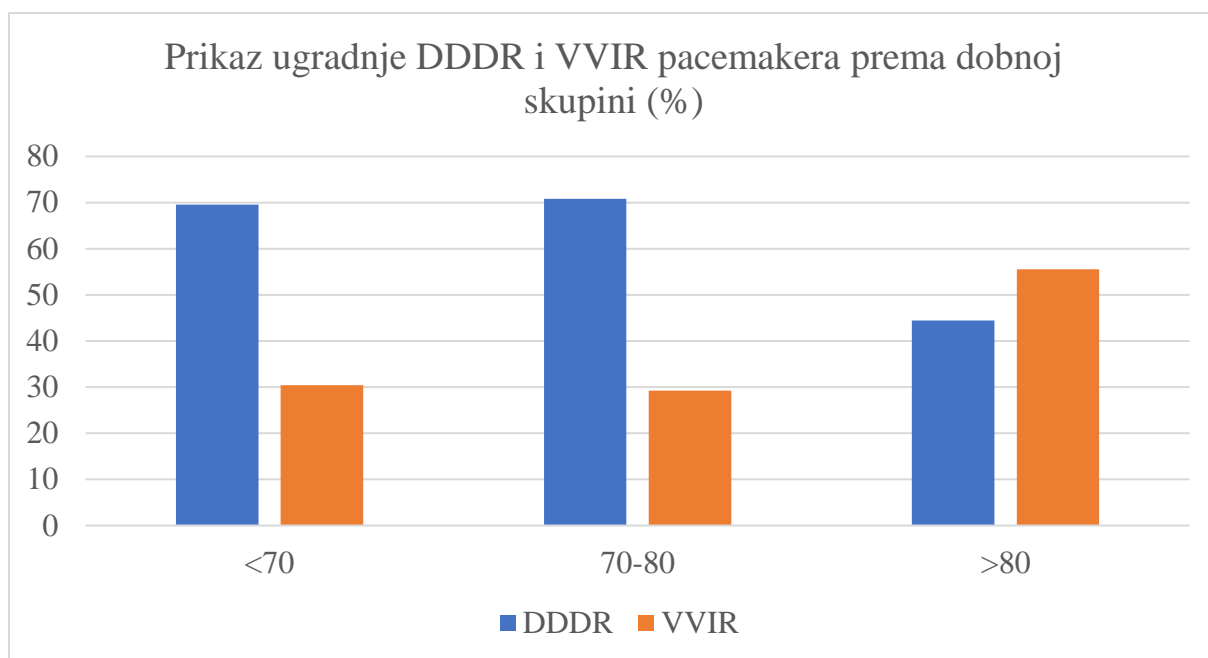
Slika 11 - grafički prikaz ugradnje pacemakera prema najčešćim indikacijama (n)

Sveukupno gledajući u najvećem postotku se implementirao DDDR pacemaker i to kod 62,05% (n=103) ispitanika, dok se VVIR pacemaker implementirao kod 37,95% (n=63).



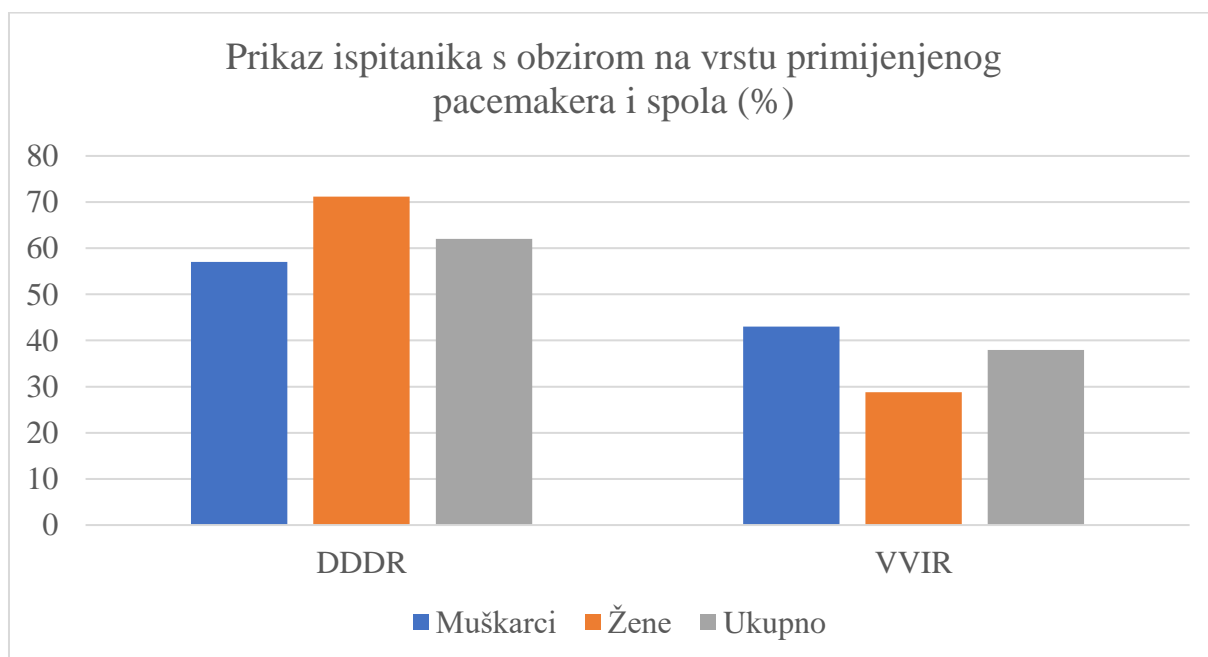
Slika 12 - grafički prikaz ugradnje DDDR i VVIR pacemakera tijekom 2018. i 2019. godine (%)

Statistička analiza pokazala je da postoji razlika između primjene DDDR i VVIR u različitim dobnim skupinama ( $p=0,005$ ). Dobna skupina koja obuhvaća ispitanike mlađe od 70 godina imala je 69,57% (n=16) implementacije DDDR i 30,43% (n=7) implementacije VVIR pacemakera, dok se kod ispitanika starijih od 80 godina u većem postotku implementirao VVIR u 55,56% (n=30) u usporedbi s DDDR pacemakerom 44,44% (n=24).



*Slika 13 - grafički prikaz ugradnje DDDR i VVIR pacemakera prema dobnoj skupini (%)*

Statističkom analizom pronađena je značajna razlika u postotcima implementacije DDDR i VVIR u ovisnosti o spolu ispitanika ( $p=0,050$ ). Ispitanicima muškog spola implementirao se DDDR u 57,01% ( $n=61$ ) slučajeva, a VVIR u 42,99% ( $n=46$ ), dok se ispitanicima ženskog spola DDDR implementirao u nešto većem postotku, u 71,19% ( $n=42$ ) slučajeva, a VVIR u 28,81% ( $n=17$ ).



*Slika 14 - grafički prikaz ispitanika s obzirom na vrstu primijenjenog pacemakera i spola (%)*

## 1. RASPRAVA

Statistička obrada podataka pokazala je kako je tijekom 2018. godine u Thalassoterapiji Opatija provedeno ukupno 105 zahvata, od čega 60 implementacija pacemakera i 45 zamjena, a tijekom 2019. godine provedeno je ukupno 146 zahvata, od čega 106 implementacija i 40 zamjena pacemakera. Razlike u broju prvih implementacija pacemakera i zamjena 2018. i 2019. godine pokazala se statistički značajnom ( $p=0,008$ ).

Povećanje broja implementiranih pacemakera u Thalassoterapiji Opatija kroz razdoblje od godine dana u skladu je s povećanjem broja implementiranih u cijeloj Republici Hrvatskoj. Prema statističkim podacima koje objavljuje Europska udruga za srčani ritam, u 17 centara za implantaciju pacemakera u Hrvatskoj, 2012. godine provedeno je 2 515 ugradnji, a 2016. godine 2 740 implementiranih pacemakera. Irska, koja ima otprilike 800 000 stanovnika više od Hrvatske, također ima 17 centara za implementaciju pacemakera, no 2016. godine ugradili su ih 470 manje od Hrvatske. Od zemalja u regiji, najvišu stopu ima Mađarska u kojoj je kroz 16 centara za implementaciju pacemakera, 2016. godine ugrađeno 6 424 pacemakera(47,48).

Od ukupno 166 pacijenata kojima je implementiran pacemaker tijekom razdoblja od dvije godine, bilo je 64,46% muškaraca i 35,54% žena, čime se potvrđuje prva hipoteza istraživanja. Razlike u postotcima muškaraca i žena između 2018. i 2019. godine nisu se pokazale statistički značajnima, iako je vidljiv mali porast implementacije pacemakera kod žena u 2019. godini ( $p=0,270$ ). Prosječna dobi ispitanika iznosila je  $77,05 \pm 7,25$  godina te su prema aritmetičkoj sredini muškarci bili nešto mlađi od žena. Najmlađi muški ispitanik imao je 61 godinu, a najstariji 94, dok je najmlađi ispitanik ženskog spola imao 47 godina, a najstariji 90 (Tablica 1). Statističkom analizom nije pronađena razlika u dobi ispitanika u ovisnosti o njihovom spolu, samim time ne može se reći da su muški ili ženski ispitanici prosječno stariji od onih drugih ( $p=0,944$ ). Od svih ispitanika kojima je implementiran pacemaker, najviše je onih koji su stariji od 70, a mlađi od 80 godina, 53,61% ( $n=89$ ).

Rezultati istraživanja iz 2017. godine, koje je statistički obradilo podatke iz Nizozemske zaklade za registar pacemakera kroz period od 20 godina, dokazalo je slične rezultate. Od 96 900 ispitanika kojima je implementiran pacemaker u razdoblju od 1982. do 2008. godine, 47,1 % činile su žene, a 52,8% muškarci. Prosječna dob implementacije pacemakera bila je 72,9 godina, no s obzirom na sve duži životni vijek i napredak u medicini kroz posljednja dva desetljeća, očekivano je da se prosječna dob za implementaciju pacemakera povećava (49).

U istraživanju iz 2021. godine koja je obuhvatilo 24983 pacijenata koji su podvrgnuti kirurškoj zamjeni aortalnog zastavka, 849 pacijenata bilo je podvrgnuto trajnoj implementaciji

pacemakera unutar 30 dana nakon kirurškog liječenja. Prosječna dob pacijenata kojima je implementiran pacemaker bila je 69,7 godina, a 36,9% pacijenata bile su žene što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja, stoga se može zaključiti da je prosječna dob za implementaciju pacemakera u rasponu od 70-80 godina, čak i u kombinaciji s drugim KVB (50).

Obrađeni podaci ukazuju da su najčešće indikacije za implementaciju pacemakera sindrom bolesnog SA čvora s posljedičnom bradikardijom/tahikardijom (n=28), AV blok 2. stupnja (n=26), sindrom bolesnog SA čvora (n=21), kronična fibrilacija atriya s bradikardijom (n=18) i AV blok 1. stupnja (n=10). Ostale dijagnoze bile su zastupljene kod manje od 10 ispitanika (Slika 11.).

U istraživanju iz 2014. godine u kojem su obrađeni podaci od 1995. do 2009. godine, sudjelovalo je ukupno 9 782 ispitanika kojima je implementiran pacemaker. Uočene su male promjene u glavnim indikacijama za implementaciju pacemakera tijekom razdoblja istraživanja; AV blok visokog stupnja razine bio je najčešća glavna indikacija tijekom cijelog razdoblja, iako je pao s 41% slučajeva u 1995.-1999. na 33% za 2005.-2009. Disfunkcija SA čvora tijekom cijelog je razdoblja ostala na 12%, dok se fibrilacija atriya povećala s 12% na 16% (51). Isto je potvrdilo i 11. svjetsko istraživanje o srčanom stimuliranju (kalendarska godina 2009.), u kojem su autori zaključili kako AV blok visokog stupnja i sindrom bolesnog SA čvora ostaju glavne indikacije za implementaciju pacemakera (52).

Sveukupno gledajući, u najvećem postotku ispitanicima je implementiran DDDR pacemaker i to kod 62,05% (n=103) ispitanika, dok se VVIR primjenjivao kod 37,95% (n=63), čime se potvrđuje druga hipoteza istraživanja (Slika 12.). Iako je tijekom 2019. godine implementiran nešto veći postotak DDDR pacemakera, a nešto manji postotak VVIR pacemakera u odnosu na 2018. godinu, razlika nije statistički značajna (p=0,507). Međutim, statistička analiza pokazala je da postoji razlika između primjene DDDR i VVIR u različitim dobnim skupinama (p=0,005). U kod ispitanika mlađih od 70 godina i onih starijih od 70 godina, ali mlađih od 80, bilo je više implementiranih DDDR pacemakera, u odnosu na skupinu ispitanika stariju od 80 godina kod kojih je implementirano više VVIR pacemakera. Ispitanicima muškog spola primijenio se DDDR pacemaker u 57,01% slučajeva, a VVIR pacemaker u 42,99% slučajeva te je statističkom analizom pronađena je značajna razlika u ovisnosti o spolu ispitanika (p=0,050).

Istraživanje iz 2012. godine, izvijestilo je kako je u periodu između 1993. i 2009. godine u Sjedinjenim Američkim Državama kod 2,9 milijuna pacijenata implementiran pacemaker. Do 2009. godine, upotreba DDD pacemakera porasla je sa 62% na 82%, dok je upotreba VVI pacemakera pala sa 36% na 14% (53). Isto je potvrđeno u već spomenutom 11.-om



svjetskom istraživanju o srčanom stimuliranju u kojem su autori naveli kako u zemljama u razvoju i dalje postoji visok postotak VVI(R) pacemakera, iako su u usporedbi s istraživanjem iz 2005. godine gotovo sve zemlje povećale postotak DDDR pacemakera (52).

Prijelaz na pacemakere s dvije komore odražava poboljšanja u dizajnu generatora i elektroda, kao i rezultate kliničkih istraživanja koja ističu prednosti atrijalnog pacinga. Klinička istraživanja u kojima se uspoređuju DDDR i VVIR pacemakeri dokazuju da dvokomorni pacemakeri sprječavaju sindrom pacemakera, smanjuju incidenciju AF, smanjuju učestalost zatajenja srca, poboljšavaju kvalitetu života i smanjuju incidenciju moždanog udara (53,54,55).

## 2. ZAKLJUČAK

Sustav električne provodljivosti srca konstantno mora provoditi kompleksnu i točno koordiniranu aktivnost kako bi električni impulsi izazivali srčane kontrakcije, a organizam dobio potrebnu količinu krvi. Funkcija SA i AV čvora, kao najbitnijih komponenti električne provodljivosti srca, narušava se zbog starenja ili drugih KVB. Narušena funkcija SA ili AV čvora dovodi do poremećaja srčanog ritma, odnosno do presporih, prebrzih ili u potpunosti odsutnih otkucaja. Disfunkcija SA čvora i AV blok najčešće su indikacije za implementaciju pacemakera, što je dokazano i ovim istraživanjem.

Razvoj i tehnološki napredak pacemakera traje već stotinama godina, a mnoga klinička istraživanja dovode do manjih, jednostavnijih i kvalitetnijih uređaja s manje komplikacija i dužim vijekom. Tijekom sljedećih desetljeća očekuje se još veći napredak u području elektrofiziologije srca i pacemakera. Među postojećim vrstama pacemakera, zlatni standard predstavljaju dvokomorni pacemakeri koji su najbliži fiziološkom provođenju električnih impulsa, a DDDR pacemaker se najčešće implementiraju u Thalassoterapiji Opatija.

Thalassoterapija Opatija je jedan od 17 centara za implantaciju pacemakera u Hrvatskoj, a tijekom obrađenog razdoblja 2018. i 2019. godine, u istoj je implementiran značajan broj pacemakera. Uspoređujući sa susjednim zemljama, Hrvatska jako dobro rangira u stopi implementiranih pacemakera s obzirom na broj stanovnika. Pacemaker se najčešće implementira kod pacijenata starijih od 70 godina, a s obzirom na sve duži životni vijek i sve starije stanovništvo, može se očekivati da će se potreba za implementacijom istog povećavati u nadolazećim desetljećima.

### 3. SAŽETAK

UVOD: Najčešće indikacije za trajnu implementaciju pacemakera su disfunkcija SA čvora i AV blok visokog stupnja. Pacemaker je podesivi umjetni generator električnih impulsa, koji može biti privremen ili trajan, a svake ih se godine ugradi otprilike 600 000. Pacemakeri se prema broju elektroda mogu podijeliti na jednokomorne, dvokomorne i biventrikularne.

CILJ: Cilj istraživanja je prikazati broj pacijenata kod kojih je provedena implementacija pacemakera u Thalassoterapiji Opatija, u vremenskom periodu od 01.01.2018. do 01.01.2020. godine iste podijeliti prema spolu, dobi, indikacijama i vrsti implementiranog pacemakera.

METODE: Podaci za istraživanje prikupljeni su iz WINBIS baze podataka, a obrada podataka provedena je u programu Statistica (Version 13.5.0.17, 1984-2018 TIBCO Software Inc). Testiranje normalnosti raspodjele podataka izvršeno je pomoću Kolmogorov-Smirnovljev testa, a pomoću Student T-testa za nezavisne uzorketestirane su razlike između ispitanika. Za usporedbu frekvencija korišten je Pearson chi-square i Fisher egzaktni test, svi testovi su rađeni na razini statističke značajnosti od 0,05 (5%).

REZULTATI: U Thalassoterapiji Opatija se, u vremenskom periodu od 01.01.2018. do 01.01.2020. godine, implementacija pacemakera provedena je kod 65,10% (n=166) pacijenta, od čega 64,46% (n=107) muškaraca i 35,54% (n=59) žena. Prosječna dobi ispitanika iznosila je  $77,05 \pm 7,25$  godina, najmlađi ispitanik imao je 47 godina, a najstariji 94. Najčešće indikacije za implementaciju pacemakera uključivale su sindrom bolesnog SA čvora – bradikardija/tahikardija kod 28 ispitanika, AV blok 2. stupnja kod 26 ispitanika i sindrom bolesnog SA čvora kod 21 ispitanika. Sveukupno gledajući u najvećem postotku se primjenjivao DDDR pacemaker i to kod 62,05% (n=103) ispitanika, dok se VVIR pacemaker primjenjivao kod 37,95% (n=63).

ZAKLJUČAK: Među postojećim vrstama pacemakera, zlatni standard predstavljaju dvokomorni pacemakeri koji su najbliži fiziološkom provođenju električnih impulsa, a DDDR pacemaker se najčešće implementira u Thalassoterapiji Opatija. Uspoređujući sa susjednim zemljama, Hrvatska jako dobro rangira u stopi implementiranih pacemakera s obzirom na broj stanovnika.

**Ključne riječi:** pacemaker, električni stimulator srca, aritmija, disfunkcija SA čvora, AV blok

#### 4. SUMMARY

**INTRODUCTION:** The most common indications for permanent pacemaker implementation are SA node dysfunction and high-grade AV block. Pacemaker is an adjustable artificial generator of electrical impulses, which can be temporary or permanent, and approximately 600,000 are installed each year. Pacemakers can be divided into single-chamber, two-chamber and biventricular according to the number of electrodes.

**OBJECTIVE:** The aim of the research is to show the number of patients who underwent pacemaker implementation in Thalassotherapy Opatija, in the period from 01.01.2018. to 01.01.2020. years to be divided according to gender, age, indications, and type of pacemaker implemented.

**METHODS:** Survey data were collected from the WINBIS database and data processing was performed in the Statistica program (Version 13.5.0.17, 1984-2018 TIBCO Software Inc). Testing the normality of the data distribution was performed using the Kolmogorov-Smirnov test and using the Student T-test for independent samples, the differences between the subjects were tested. Pearson chi-square and Fisher exact test were used to compare frequencies, all tests were performed at the level of statistical significance of 0.05 (5%).

**RESULTS:** In Thalassotherapy Opatija, in the period from 01.01.2018. to 01.01.2020. year, pacemaker implantation was performed in 65.10% (n = 166) patients, of which 64.46% (n = 107) men and 35.54% (n = 59) women. The mean age of the subjects was  $77.05 \pm 7.25$  years, the youngest was 47 years old and the oldest 94. The most common indications for pacemaker included SA node syndrome - bradycardia / tachycardia in 28 subjects, grade 2 AV block in 26 subjects and SA node disease syndrome in 21 subjects. Overall, the highest percentage of DDDR pacemakers was installed in 62.05% (n = 103) of respondents, while the VVIR pacemaker was used in 37.95% (n = 63).

**CONCLUSION:** Among the existing types of pacemakers, the gold standard is two-chamber pacemakers that are most like the physiological conduction of electrical impulses, and DDDR pacemaker is most often installed in Thalassotherapy Opatija. Compared to neighboring countries, Croatia ranks very well in the rate of installed pacemakers in terms of population.

**Keywords:** pacemaker, electrical pacemaker, arrhythmia, SA node dysfunction, AV block

## 5. LITERATURA

1. Crofoot M, Sarwar A, Weir AJ. External Pacemaker. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan–.
2. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA 3rd, Freedman RA, Gettes LS, Gillinov AM, Gregoratos G, Hammill SC, Hayes DL, Hlatky MA, Newby LK, Page RL, Schoenfeld MH, Silka MJ, Stevenson LW, Sweeney MO, Tracy CM, Epstein AE, Darbar D, DiMarco JP, Dunbar SB, Estes NA 3rd, Ferguson TB Jr, Hammill SC, Karasik PE, Link MS, Marine JE, Schoenfeld MH, Shanker AJ, Silka MJ, Stevenson LW, Stevenson WG, Varosy PD; American College of Cardiology Foundation; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Heart Rhythm Society. 2012 ACCF/AHA/HRS focused update incorporated into the ACCF/AHA/HRS 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(3):6-75.
3. Wood MA, Ellenbogen KA. Cardiology patient pages. Cardiac pacemakers from the patient's perspective. *Circulation*. 2002;105(18):2136-8.
4. Pacemaker Market by Technology (Single Chamber Pacemaker, Dual Chamber Pacemaker, and Biventricular/CRT Pacemaker), Implantability (Implantable Pacemaker and External Pacemaker), and End User (Hospitals & Cardiac Centers and Ambulatory Surgical Centers): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021—2030, dostupno na: <https://www.alliedmarketresearch.com/pacemaker-market>, pristupljeno 05.11.2021.
5. Keith A, Flack M. The Form and Nature of the Muscular Connections between the Primary Divisions of the Vertebrate Heart. *J Anat Physiol*. 1907;41(Pt 3):172-89.
6. Liang X, Evans SM, Sun Y. Development of the cardiac pacemaker. *Cell Mol Life Sci*. 2017;74(7):1247-59.
7. Khan E. The pathological origins of arrhythmias. *British Journal of Cardiac Nursing*. 2006. 1(9): 408–17
8. Davies, Alan. Permanent pacemakers: An overview. *British Journal of Cardiac Nursing*. 2009. 4. 261-69.

9. Stoppel WL, Kaplan DL, Black LD 3rd. Electrical and mechanical stimulation of cardiac cells and tissue constructs. *Adv Drug Deliv Rev.* 2016;96:135-55.
10. van Weerd JH, Christoffels VM. The formation and function of the cardiac conduction system. *Development.* 2016;143(2):197-210.
11. Klabunde RE. Cardiac electrophysiology: normal and ischemic ionic currents and the ECG. *Adv Physiol Educ.* 2017;41(1):29-37.
12. Bob-Manuel T, Nanda A, Latham S, Pour-Ghaz I, Skelton WP 4th, Khouzam RN. Permanent pacemaker insertion in patients with conduction abnormalities post transcatheter aortic valve replacement: a review and proposed guidelines. *Ann Transl Med.* 2018;6(1):11.
13. Dalia T, Amr BS. Pacemaker Indications. 2021. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-*.
14. Dahlqvist JA, Wiklund U, Karlsson M, Hanséus K, Strömvall-Larsson E, Nygren A, Eliasson H, Rydberg A. Sinus node dysfunction in patients with Fontan circulation: could heart rate variability be a predictor for pacemaker implantation? *Pediatr Cardiol.* 2019;40(4):685-93.
15. Khanna S, Sreedharan R, Trombetta C, Ruetzler K. Sick Sinus Syndrome: Sinus Node Dysfunction in the Elderly. *Anesthesiology.* 2020;132(2):377-78.
16. Jensen PN, Gronroos NN, Chen LY, Folsom AR, deFilippi C, Heckbert SR, Alonso A. Incidence of and risk factors for sick sinus syndrome in the general population. *J Am Coll Cardiol.* 2014;64(6):531-8.
17. Guidelines for clinical intracardiac electrophysiologic studies. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Subcommittee to Assess Clinical Intracardiac Electrophysiologic Studies). *J Am Coll Cardiol.* 1989;14(7):1827-42.
18. Sidhu S, Marine JE. Evaluating and managing bradycardia. *Trends Cardiovasc Med.* 2020;30(5):265-72.
19. Alonso A, Jensen PN, Lopez FL, Chen LY, Psaty BM, Folsom AR, Heckbert SR. Association of sick sinus syndrome with incident cardiovascular disease and mortality: the Atherosclerosis Risk in Communities study and Cardiovascular Health Study. *PLoS One.* 2014;9(10):109662



20. AV blok, dostupno na <https://www.msmanuals.com/professional/cardiovascular-disorders/arrhythmias-and-conduction-disorders/atrioventricular-block> , pristupljeno 10.11.2021.
21. Kerola T, Eranti A, Aro AL, Haukilahti MA, Holkeri A, Junttila MJ, Kenttä TV, Rissanen H, Vittinghoff E, Knekt P, Heliövaara M, Huikuri HV, Marcus GM. RiskFactorsAssociatedWithAtrioventricularBlock. JAMA Netw Open. 2019;2(5):194176.
22. Lim Y, Singh D, Poh KK. High-grade atrioventricularblock. Singapore Med J. 2018;59(7):346-50.
23. Yeo TJ, Teo SG, Soo WM, Poh KK. Variationsofatrioventricularblock. Singapore Med J. 2011;52(5):330-4.
24. Ball J, Carrington MJ, McMurray JJ, Stewart S. Atrialfibrillation: Profile andburdenofanevolvingepidemicinthe 21st century. Int J Cardiol 2013;167(5):1807–24.
25. Schnabel RB, Yin X, Gona P, etal. 50 yeartrendsinatrialfibrillationprevalence, incidence, riskfactors, andmortalityintheFraminghamHeartStudy: A cohortstudy. Lancet 2015;386(9989):154–62.
26. January CT, Wann LS, Calkins H, Chen LY, Cigarroa JE, Cleveland JC Jr, Ellinor PT, Ezekowitz MD, Field ME, Furie KL, Heidenreich PA, Murray KT, Shea JB, Tracy CM, Yancy CW. 2019 AHA/ACC/HRS FocusedUpdateofthe 2014 AHA/ACC/HRS Guideline for the Management ofPatientsWithAtrialFibrillation: A Reportofthe American CollegeofCardiology/American HeartAssociationTaskForce on ClinicalPracticeGuidelinesandtheHeartRhythmSocietyinCollaborationWiththeSociety ofThoracicSurgeons. Circulation. 2019;140(2):125-51.
27. Pisters R, Lane DA, Nieuwlaat R, de Vos CB, Crijns HJ, Lip GY. A noveluser-friendlyscore (HAS-BLED) to assess 1-year riskof major bleedinginpatientswithatrialfibrillation: The Euro HeartSurvey. Chest 2010;138(5):1093–100.
28. Brieger D, Amerena J, Attia JR, etal. National HeartFoundationof Australia andtheCardiacSocietyof Australia and New Zealand: Australianclinicalguidelines for thediagnosisand management ofatrialfibrillation 2018. Med J Aust 2018;209(8):356–62.
29. Essebag V, Hadjis T, Platt RW, Pilote L. Amiodaroneandtheriskofbradyarrhythmiaquiringpermanent pacemaker

- in elderly patients with atrial fibrillation and prior myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41(2):249-54.
30. Barrett TW, Abraham RL, Jenkins CA, Russ S, Storrow AB, Darbar D. Risk factors for bradycardia requiring pacemaker implantation in patients with atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 2012;110(9):1315-21.
  31. Steinbach M, Douchet MP, Bakouboula B, Bronner F, Chauvin M. Outcome of patients aged over 75 years who received a pacemaker to treat sinus node dysfunction. *Arch Cardiovasc Dis.* 2011;104(2):89-96.
  32. Barrett TW, Abraham RL, Jenkins CA, Russ S, Storrow AB, Darbar D. Risk factors for bradycardia requiring pacemaker implantation in patients with atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 2012;110(9):1315-21.
  33. Puette JA, Malek R, Ellison MB. Pacemaker. In: *StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-*.
  34. McWilliam JA. Electrical stimulation of the heart in man. *Br Med J.* 1 1889.(1468): 348–50.
  35. Carrión-Camacho MR, Marín-León I, Molina-Doñoro JM, González-López JR. Safety of Permanent Pacemaker Implantation: A Prospective Study. *J Clin Med.* 2019;8(1)
  36. DiFrancesco D. A Brief History of Pacemaking. *Front Physiol.* 2020;10:1599.
  37. Povijest pacemakera, dostupno na [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_cardiac\\_pacemaker](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_cardiac_pacemaker) , pristupljeno 20.11.2021.
  38. Verma N, Knight BP. Update in Cardiac Pacing. *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2019 Jul;8(3):228-33.
  39. Lak HM, Goyal A. Pacemaker Types and Selection. 2020 In: *StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-*.
  40. Vrste pacemakera, dostupno na <https://www.mayoclinic.org/tests-procedures/pacemaker/about/pac-20384689> , pristupljeno 20.11.2021.
  41. Pacemakeri, dostupno na <https://www.msdmanuals.com/professional/cardiovascular-disorders/arrhythmias-and-conduction-disorders/cardiac-pacemakers> , pristupljeno 20.11.2021.
  42. Lall C., Z. Zhang, Y. Chen. Performance Challenges in ECG Pacemaker Pulse Detection Systems, *Computing in Cardiology*, 2021;39, 765-68.
  43. Bernstein AD, Daubert JC, Fletcher RD, Hayes DL, Lüderitz B, Reynolds DW, Schoenfeld MH, Sutton R. The revised NASPE/BPEG generic code for anti-bradycardia,

- adaptive-rate, and multisite pacing. North American Society of Pacing and Electrophysiology/British Pacing and Electrophysiology Group. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2002;25(2):260-4.
44. Sideris S, Archontakis S, Dilaveris P, Gatzoulis KA, Trachanas K, Sotiropoulos I, Arsenos P, Tousoulis D, Kallikazaros I. Leadless Cardiac Pacemakers: Current status of a modern approach in pacing. *Hellenic J Cardiol.* 2017;58(6):403-10.
45. Ugradnja pacemakera, dostupno na <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/pacemaker-insertion>, pristupljeno 30.11.2021.
46. Ozcan KS, Osmonov D, Altay S, Dönmez C, Yıldırım E, Türkkän C, Güngör B, Ekmekçi A, Alper AT, Gürkan K, Erdinler I. Pacemaker implantation complication rates in elderly and young patients. *Clin Interv Aging.* 2013;8:1051-4.
47. EHRA, The white book, 2013. dostupno na: <https://www.escardio.org/static-file/Escardio/Press-media/press-releases/2013/ehra-white-book-2013.pdf>, pristupljeno 12.12.2021.
48. EHRA, The white book, 2017. dostupno na: <https://www.escardio.org/static-file/Escardio/Subspecialty/EHRA/Publications/Documents/2017/ehra-white-book-2017.pdf>, pristupljeno 12.12.2021.
49. de Vries LM, Dijk WA, Hooijschuur CA, Leening MJ, Stricker BH, van Hemel NM. Utilisation of cardiac pacemakers over a 20-year period: Results from a nationwide pacemaker registry. *Neth Heart J.* 2017;25(1):47-55.
50. Natalie Glaser, Michael Persson, Magnus Dalén, Ulrik Sartipy, Long-term Outcomes Associated With Permanent Pacemaker Implantation After Surgical Aortic Valve Replacement. *JAMA Netw Open.* 2021;4(7):2116564.
51. Bradshaw PJ, Stobie P, Knuiman MW, Briffa TG, Hobbs MS. Trends in the incidence and prevalence of cardiac pacemaker insertions in an ageing population. *Open Heart.* 2014;1(1):000177.
52. Mond HG, Proclemer A. The 11th world survey of cardiac pacing and implantable cardioverter-defibrillators: calendar year 2009--a World Society of Arrhythmia's project. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2011;34(8):1013-27.

53. Arnold J. Greenspon, Jasmine D. Patel, Edmund Lau, Jorge A. Ochoa, Daniel R. Frisch, Reginald T. Ho, Behzad B. Pavri, Steven M. Kurtz, Trends in Permanent Pacemaker Implantation in the United States From 1993 to 2009: Increasing Complexity of Patients and Procedures, Journal of the American College of Cardiology, Volume 60, Issue 16, 2012, 1540-45.
54. J.S. Healey, W.D. Toff, G.A. Lamas, et al. Cardiovascular outcomes with atrial-based pacing compared with ventricular pacing: Meta-analysis of randomized trials, using individual patient data. Circulation, 114, 2006, 11-17.
55. W.D. Toff, A.J. Camm, D. Skehan, et al. Single-chamber versus dual-chamber pacing for high grade atrioventricular block. N Engl J Med, 353, 2005, 145-55.

## 6. PRILOZI

Slika 1 - sustav električne provodljivosti srca, preuzeto sa <a href="http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/bolesti-srca-i-krvnih-zila/nenormalni-srcani-ritmovi..">http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/bolesti-srca-i-krvnih-zila/nenormalni-srcani-ritmovi..</a>	8
Slika 2 - EKG prikaz disfunkcije SA čvora, preuzeto sa <a href="https://www.wikidoc.org/index.php/Sick_sinus_syndrome_electrocardiogram.....">https://www.wikidoc.org/index.php/Sick_sinus_syndrome_electrocardiogram.....</a>	12
Slika 3 - EKG nalaz AV blokova, preuzeto sa <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Atrioventricular_block#/media/File:Heart_block.png.....">https://en.wikipedia.org/wiki/Atrioventricular_block#/media/File:Heart_block.png.....</a>	15
Slika 4 - EKG nalaz AF s bradikardijom, preuzeto sa <a href="https://www.healio.com/cardiology/learn-the-heart/ecg-review/ecg-archive/atrial-fibrillation-with-bradycardia-ecg-2.....">https://www.healio.com/cardiology/learn-the-heart/ecg-review/ecg-archive/atrial-fibrillation-with-bradycardia-ecg-2.....</a>	17
Slika 5 - ugradnja pacemakera, dostupno na <a href="https://mib.institute/implantacija-pacemakera/">https://mib.institute/implantacija-pacemakera/</a>	21
Slika 6 - grafički prikaz broja provedenih ugradnji i zamjena pacemakera tijekom 2018. i 2019. godine.....	24
Slika 7 - grafički prikaz ugradnje pacemakera po mjesecima u 2018. godini (n).....	25
Slika 8 - grafički prikaz ugradnje pacemakera po mjesecima u 2019. godini (n).....	25
Slika 9 - grafički prikaz primjene pacemakera tijekom 2018. i 2019. godine u ovisnosti o spolu ispitanika (%).....	26
Slika 10 - grafički prikaz ugradnje pacemakera prema dobnoj skupini i spolu ispitanika (%)	27
Slika 11 - grafički prikaz ugradnje pacemakera prema najčešćim indikacijama (n).....	27

Slika 12 - grafički prikaz ugradnje DDDR i VVIR pacemakera tijekom 2018. i 2019. godine (%).....	28
Slika 13 - grafički prikaz ugradnje DDDR i VVIR pacemakera prema dobnoj skupini (%)... ..	29
Slika 14 - grafički prikaz ispitanika s obzirom na vrstu ugrađenog pacemakera i spola (%) ..	29
Tablica 1. Prikaz prosječnih vrijednosti dobi ispitanika u ovisnosti o spolu.....	24

## 7. ŽIVOTOPIS

- Mirela Terzić, rođena 21.08.1984. u Rijeci.
- Osnovnu školu "Drago Gervais" Brešca pohađala sam u Rijeci, a nakon završenog osnovoškolskog obrazovanja upisala sam četverogodišnju "Medicinsku školu u Rijeci" smjer Medicinska sestra-tehničar 1999.-2003. godine.
- 2005.-2006. godine odradila sam pripravnički staž u KBC-u Rijeka.
- 2007. godine zaposlila sam se u Specijalnoj bolnici Liganj u Lovranu kao medicinska sestra.
- 2008.-2017. godine zaposlila sam se u KBC-u Rijeka kao medicinska sestra u Objedinjenom hitnom bolničkom prijemu na Sušaku.
- 2017. godine zaposlila sam se u Specijalnoj bolnici Thalassotherapia Opatija kao medicinska sestra u kojoj sam sada zaposlena.
- 2019. godine uz rad u Specijalnoj bolnici Thalassotherapia Opatija upisala sam studij Sestrinstva pri fakultetu zdravstvenih studija u Rijeci.