

# Upotreba anestetika u uvjetima elektivne elektrokardioverzije

---

**Markov, Bernarda**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:734316>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-26**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

*Repository / Repozitorij:*

[University of Zadar Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zadru

Odjel za zdravstvene studije  
Sveučilišni diplomski studij sestrinstva

**Bernarda Markov**

**Upotreba anestetika u uvjetima elektivne  
elektrokardioverzije**

**Diplomski rad**

Zadar, 2022.

Sveučilište u Zadru  
Odjel za zdravstvene studije  
Sveučilišni diplomski studij sestrinstva

Upotreba anestetika u uvjetima elektivne elektrokardioverzije

Diplomski rad

Student/ica:  
Bernarda Markov

Mentor/ica:  
Izv.prof. dr. sc. Tatjana Šimurina dr. med

Zadar, 2022.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Bernarda Markov**, ovime izjavljujem da je moj **diplomski** rad pod naslovom **Upotreba anestetika u uvjetima elektivne elektrokardioverzije** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 8. rujna 2022.

## ZAHVALA

Prvenstveno zahvaljujem mentorici i profesorici izv. Prof. dr. sc. Tatjani Šimurini dr. med na pomoći i strpljenju pri izradi ovog rada, hvala na savjetima i preporukama.

*Gloria discipuli, gloria magistri.*

Također zahvaljujem liječnicima kardiolozima i anesteziolozima te medicinskim sestrama u koronarnoj jedinici Opće bolnice Šibensko-kninske županije, na pruženoj pomoći prilikom istraživanja.

Za kraj bih se zahvalila mojoj obitelji, roditeljima, sestrama koji su imali veliku ulogu na završetak ovog studija, te posebno suprugu Željku na iznimnoj podršci, strpljenju i pomoći tijekom studiranja.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Provodni sustav srca i srčani ritam</b> .....	1
<b>1.2. Aritmije srca koje zahtijevaju elektrokardioverziju</b> .....	4
<b>1.2.1. Fibrilacija atriya</b> .....	5
<b>1.2.2. Undulacija (titranje) atriya</b> .....	6
<b>1.2.3. Supraventrikularna tahikardija</b> .....	8
<b>1.3. Elektrokardioverzija</b> .....	9
<b>1.3.1. Primjena postupka elektrokardioverzije kroz povijest</b> .....	10
<b>1.3.2. Postupak elektrokardioverzije</b> .....	12
<b>1.3.3. Primjena anestetika tijekom elektrokardioverzije</b> .....	14
<b>1.3.4. Komplikacije postupka</b> .....	16
<b>1.4. Uloga medicinske sestre tijekom primjene postupka elektrokardioverzije</b> .....	17
<b>2. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA</b> .....	19
<b>2.1. Cilj istraživanja</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2. Hipoteze</b> .....	<b>19</b>
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	20
<b>3.1. Ustroj studije</b> .....	20
<b>3.2. Sudionici</b> .....	20
<b>3.3. Instrumenti istraživanja</b> .....	20
<b>3.4. Statističke metode</b> .....	20
<b>4. REZULTATI</b> .....	22
<b>5. RASPRAVA</b> .....	27
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	31
<b>7. LITERATURA</b> .....	32
<b>8. PRILOZI</b> .....	35

## POPIS KRATICA

ACC	Američki koledž za kardiologiju (engl. <i>American College of Cardiology</i> )
AED	automatski vanjski defibrilator (engl. <i>automatic external defibrillator</i> )
AF	fibrilacija atriya (engl. <i>atrial fibrillation</i> )
AHA	Američko udruženje za srce (engl. <i>American Heart Association</i> )
ASA	Američko društvo anesteziologa (engl. <i>American Society of Anaesthesiologists</i> )
AV čvor	atrioventrikulski čvor
AVNRT	atrioventrikularna nodalna reentrantna tahikardija (engl. <i>atrioventricular nodal reentrant tachycardia</i> )
DCC	kardioverzija istosmjernom strujom (engl. <i>direct current cardioversion</i> )
EC	elektrokardioverzija (engl. <i>electrical cardioversion</i> )
ESC	Europsko kardiološko društvo (engl. <i>European Society of Cardiology</i> )
GABA	gama-aminobuterna kiselina
ILCOR	Međunarodni odbor za reanimaciju (engl. <i>International Liaison Committee on Resuscitation</i> )
kgf	kilogram sile
SA čvor	sinusatrijski čvor
SpO2	saturacija krvi kisikom
SSS	sindrom bolesnog sinusa (engl. <i>sick sinus syndrome</i> )
SVT	supraventrikularna tahikardija (engl. <i>supraventricular tachycardia</i> )

## SAŽETAK

UVOD: Srčane aritmije su abnormalnosti ili poremećaji u normalnoj aktivaciji ili otkucajima srčanog miokarda. Ozbiljnost srčanih aritmija ovisi o prisutnosti ili odsutnosti strukturalne bolesti srca. Elektrokardioverzija (eng. electrical cardioversion - EC) srčanih aritmija je često izvođen, standardni postupak za bolesnike u dobrom kliničkom stanju. Kardioverzija se može učiniti kao hitan zahvat ako aritmija šteti hemodinamici i stoga je opasna po život, ali se može učiniti i elektivno. Cilj ovog rada je bio ispitati sigurnost, učinkovitost i nuspojave određenih anestetika koji se koriste za sedaciju i analgeziju u postupcima elektivne elektrokardioverzije u koronarnoj jedinici u Općoj bolnici Šibensko-kninske županije. Istraživanje je obuhvatilo 52 bolesnika, od kojih je 29 (56 %) muškaraca i 23 (44 %) žene. Obzirom na srčani ritam, fibrilaciju atriya prije konverzije imalo je 49 (94,2 %) bolesnika. Uspješna kardioverzija bila je kod 47 (91,4 %) bolesnika. Medijan trajanja anestezije je 10 minuta (interkvartilnog raspona od 10 do 12 minuta) u rasponu od najmanje 8 do najviše 17 minuta. Uredno „buđenje“ (oporavak) bilježi se kod 43 (82,7 %) bolesnika. Propofol kao izbor lijeka za sedaciju dobilo je 17 (33 %) bolesnika, hypnomidate (etomidate) njih 13 (25 %), kombinaciju propofol i lidokain njih 11 (21 %), kombinaciju hypnomidate i midazolam (dormicum) 7 (14 %) bolesnika, a 4 (8 %) bolesnika kao lijek za sedaciju dobili su kombinaciju opioida fentanyla i propofol. Lijek za „buđenje“ dobilo je 9 (18 %) bolesnika, i to 3 / 9 (33 %) nalokson, a 6 / 9 (67 %) bolesnika anexate. Pretraživanjem znanstvenih baza podataka, portala i akademskih internetskih stranica (Pubmed, Researchgate, Google Scholar, Embase, Hrčak) pronađeni su članci u kojima se opisuje primjena sedativa i analgetika tijekom provođenja elektrokardioverzije koji su pokazali rezultate slične našima. Naime, najčešće primijenjen lijek je bio propofol, a i ostali lijekovi koje smo rabili su pokazali učinkovitost i sigurnost primjene za bolesnika. Nakon postupka elektrokardioverzije bolesnici su imali značajno niži krvni tlak i frekvenciju srca u odnosu na početne vrijednosti prije intervencije, dok se zasićenost krvi kisikom nije mijenjala. Kod jedne trećine bolesnika lijek izbora za sedaciju je bio propofol. Lijek za konverziju radi oporavka nakon sedacije zahtijevalo je 9 (18 %) bolesnika.

Ključne riječi: aritmije, elektrokardioverzija, sedacija, analgezija



## SUMMARY

### Use of anesthetics in conditions of elective cardioversion

**INTRODUCTION:** Cardiac arrhythmias are abnormalities or disturbances in the normal activation or beating of the heart myocardium. The severity of cardiac arrhythmias depends on the presence or absence of structural heart disease. Electrocadioversion (eng. electrical cardioversion - EC) of cardiac arrhythmias is a frequently performed, standard procedure for patients in good clinical condition. Cardioversion can be done as an emergency procedure if the arrhythmia harms hemodynamics and is therefore life-threatening, but it can also be done electively. To determine the safety, effectiveness and side effects of certain anesthetics used for sedation and analgesia in elective electrocadioversion procedures in the coronary unit at the General Hospital of Šibenik-Knin County. The research included 52 patients, of whom 29 (56%) were men and 23 (44%) were women. Regarding heart rhythm, 49 (94.2%) patients had atrial fibrillation before conversion. Cardioversion was successful in 47 (91.4%) patients. The median duration of anesthesia is 10 minutes (interquartile range from 10 to 12 minutes) ranging from a minimum of 8 to a maximum of 17 minutes. Regular awakening was noted in 43 (82.7%) patients. Propofol as the drug of choice for sedation was given to 17 (33 %) patients, 13 (25 %) to hypnomid, 11 (21 %) to a combination of propofol and lidocaine, 7 (14 %) to a combination of hypnomid and dormicum, and 4 (8 %) ) patients were given Fentanyl and Propofol as a sedation drug. 9 (18 %) patients received the drug for awakening, namely 3/9 (33 %) naloxone, and 6/9 (67 %) patients received anexate. A search of scientific databases, portals and academic websites (Pubmed, Researchgate, Google Scholar, Embase, Hrčak) found papers describing the use of sedatives and analgesics during electrocadioversion, which showed similar results. Namely, the most commonly used drug was propofol, and the other drugs also showed effectiveness and safety of use. After the electrocadioversion procedure, the patients had significantly lower blood pressure and heart rate, while blood oxygen saturation did not change. In one third of patients, the drug of choice for sedation was Propofol. 18% of patients required the drug for awakening.

**Keywords:** arrhythmias, electrocadioversion, sedation, analgesia

## 1. UVOD

Srčane aritmije su abnormalnosti ili poremećaji u normalnoj aktivaciji ili otkucajima srčanog miokarda. Normalni ritam srca naziva se sinusni ritam koji može biti poremećen zbog zatajenja automatizma kao sindrom bolesnog sinusa (eng. *sick sinus syndrome* - SSS) ili kao neprikladna sinusna tahikardija. Preuranjene kontrakcije (pretklijetke) atrija i preuranjene kontrakcije (klijetke) ventrikula javljaju se u procesu otkucaja srca. Ozbiljnost srčanih aritmija ovisi o prisutnosti ili odsutnosti strukturalne bolesti srca. Fibrilacija atrija (engl. *atrial fibrillation* - AF) je jedna od najčešćih aritmija i često je asimptomatska. U bolesnika, koronarna bolest srca ili teška disfunkcija lijeve klijetke mogu uzrokovati zatajenje srca ili iznenadnu srčanu smrt. Srčanu aritmiju karakterizira nepravilan ritam otkucaja srca koji može biti ili prespor (<60 otkucaja/min) ili prebrz (>100 otkucaja/min) a može se dogoditi u bilo kojoj dobi (1).

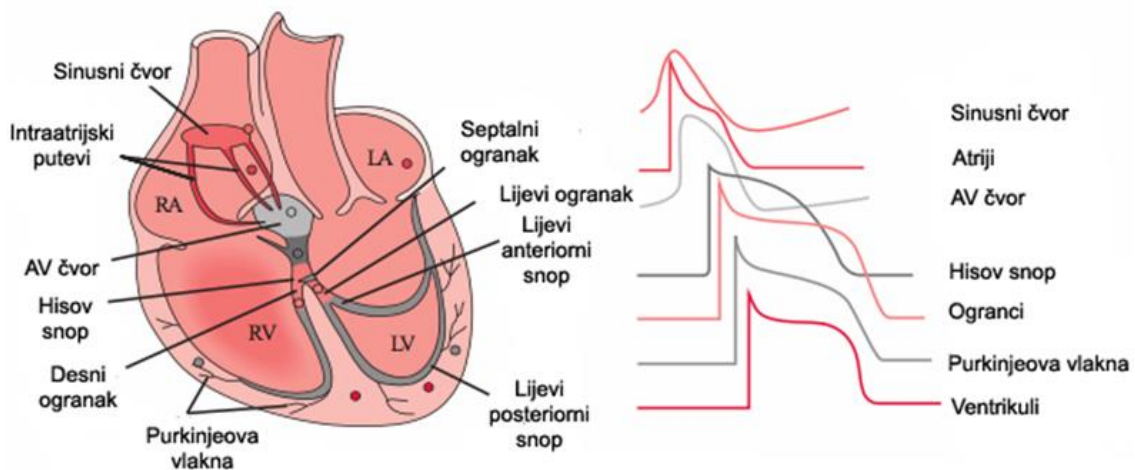
Elektrokardioverzija (engl. *electrical cardioversion* - EC) srčanih aritmija je često izvođen, standardni postupak za bolesnike koji su u dobrom kliničkom stanju. Kardioverzija se može učiniti kao hitan zahvat ako aritmija šteti hemodinamici i stoga je opasna po život, ali se može učiniti i elektivno. Rizik je vrlo nizak, ali postupak je bolan i zahtijeva kratkotrajnu opću anesteziju, obično putem intravenskih lijekova za sedaciju i analgeziju(2).

### 1.1. Provodni sustav srca i srčani ritam

Ljudsko je srce složen vitalni organ koji je odgovoran za cirkulaciju krvi kroz tijelo, omogućavajući na taj način dostavu kisika svim organima i organskim sustavima što je važno za njihovo pravilno funkcioniranje. Osim anatomske podjele srca na dvije pretklijetke i dvije klijetke od kojih svaka ima svoju specifičnu ulogu, srce se može podijeliti i prema drugom integralnom sustavu srca, a to je njegova sposobnost provođenja električnih impulsa. Električni sustav odgovoran je za pokretanje i koordinaciju mehaničke aktivnosti srca. Srčana elektrofiziologija je grana kardiologije u kojoj se električna i aritmička aktivnost srca prate, mjere, proučavaju i liječe (3).

Srce se sastoji od dvaju odijeljenih sincicija; atrijskog sincicija koji tvori stijenke obje pretklijetke i ventrikularnog sincicija koji tvori stijenke obje klijetke. Pretklijetke i klijetke su međusobno odijeljeni fibroznom tkivom koje okružuje valvularne otvore između pretklijetki i klijetki. Posebni srčani mehanizmi održavaju srčanu ritmičnost i kroz srčani mišić prenose akcijske potencijale te tako potiču ritmične kontrakcije srca (4). Srce raspolaže posebnim sustavom koji stvara ritmične impulse koji uzrokuju ritmičnu kontrakciju srčanog mišića te brzo provodi te impulse kroz srce. Kada taj sustav funkcionira normalno, atrijski se kontrahiraju oko 1/6 sekunde prije ventrikula, što ventrikulima omogućuje da se napune dodatnom količinom krvi prije nego je izbače u pluća, odnosno u periferni krvotok. Provodni sustav srca tvore:

- sinusatrijski čvor (SA čvor)
- internodalna vlakna (povezuju SA i AV čvor)
- atrioventrikularni čvor (AV čvor)
- Hisov snop
- Purkinjeova vlakna (najveća brzina provođenja impulsa) (Slika 1) (4)



Slika 1. Prikaz provodnog sustava srca

Izvor: <https://perpetuum-lab.com/forum/index.php?/wiki.html/elektrokardiogram/0-osnove-ekg-a-r125/>

Provodni sustav osigurava srcu njegov automatski ritmički otkucaj. Da bi srce učinkovito primalo i tjeralo krv u krvne žile, a sustavna i plućna cirkulacija radile sinkronizirano, događaji u srčanom ciklusu moraju biti usklađeni.

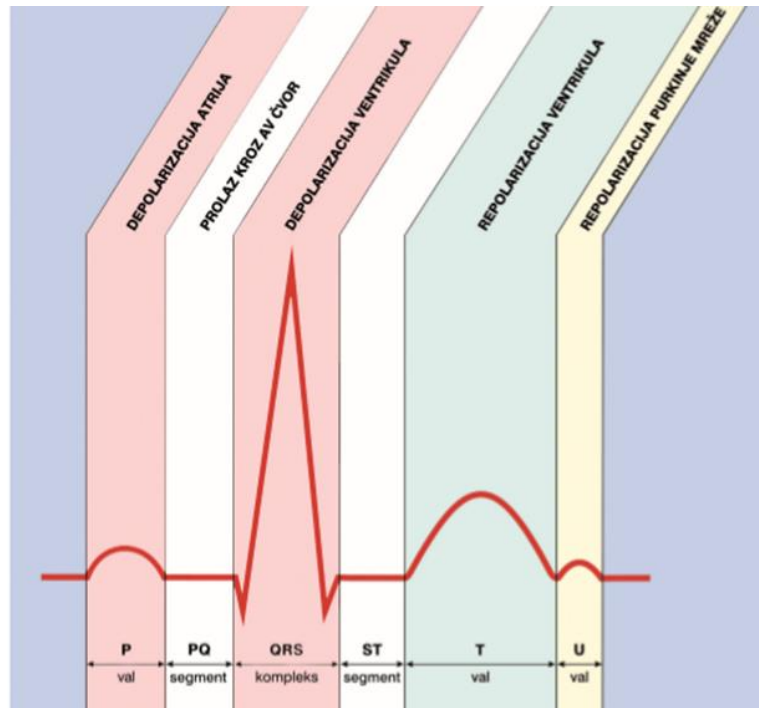
Normalno, električni impuls koji pokreće otkucaje srca potječe iz sinusnog čvora. Ovaj mali snop električnih stanica nalazi se u desnom atriju, u blizini njegova spoja s gornjom šupljom venom. Sinusni čvor djeluje kao primarni pacemaker jer ima najbržu stopu depolarizacije. Ako usporava ili ne uspije, preuzima se sljedeći najbrži pacemaker. Primarni pacemaker ima sigurnosno obilježje sustava i osigurava da srce i dalje kuca, čak i ako je sinusni čvor bolestan ili oštećen. Bolest sinusnih čvorova uobičajena je kod starijih osoba i uzrokovana je fibrozom kondukcijskog tkiva. Čvor također može biti oštećen infarktom miokarda, operacijom ili bolestima srčanog mišića poput kardiomiopatije (5). Prednji internodalni put počinje na prednjem rubu SA čvora i zavija prema naprijed oko gornje šuplje vene kako bi ušao u prednji interatrijski pojas, koji se naziva Bachmannov snop. Ovaj pojas nastavlja se na lijevi atrij s prednjim internodalnim putem koji ulazi u gornji rub AV čvora. Bachmannov snop je veliki mišićni snop za koji se čini da provodi srčani impuls prvenstveno od desnog do lijevog atrija (6).

Kompaktni dio atrioventrikularnog (AV) čvora površinska je struktura smještena neposredno ispod endokardija desnog atrija, anteriorno od ušća koronarnog sinusa i neposredno iznad umetanja septalnog listića trikuspidalne valvule. Nalazi se na vrhu trokuta kojeg tvore trikuspidalni prsten i Todarova tetiva, koja izvire iz središnjeg fibroznog tijela i prolazi posteriorno kroz atrijski septum da bi se nastavila s Eustahijevim zaliskom. Hisov snop je struktura koja se povezuje s distalnim dijelom kompaktnog AV čvora, perforira središnje fibrozno tijelo i nastavlja se kroz *annulus fibrosus*, gdje se naziva nerazgranati dio jer prodire kroz membranski septum. Vezivno tkivo središnjeg fibroznog tijela i membranoznog septuma obuhvaća prodorni dio AV snopa, koji može poslati ekstenzije u središnje fibrozno tijelo. Proksimalne stanice penetrirajućeg dijela su heterogene i nalikuju onima kompaktnog AV čvora; distalne stanice slične su stanicama u proksimalnim snopovima (4).

Završna Purkinjeova vlakna povezuju se s krajevima snopova grana i tvore isprepletene mreže na endokardijalnoj površini obiju klijetki, koje prenose srčani impuls gotovo istodobno na cijeli endokard desne i lijeve klijetke. Purkinjeova vlakna obično su manje koncentrirana u bazi ventrikula i vrhovima papilarnih mišića. Prodiru samo u unutarnju trećinu endokarda. Čini se da su Purkinjeova vlakna otpornija na ishemiju nego obična vlakna miokarda (6)

Srčani ritam se sastoji od određenih sekvenci, odnosno P-QRS-T kompleksa, koje se ponavljaju u pravilnom ritmu i intervalima. P-val predstavlja depolarizaciju atrija, QRS-kompleks predstavlja depolarizaciju ventrikula, a T-val repolarizaciju ventrikula.

Repolarizacija atrijsa je skrivena QRS-kompleksom koji je prekriva svojim snažnim potencijalom (Slika 2) (6).



Slika 2. Elektrokardiografska sekvenca P-QRS-T kompleksa

Izvor: [https://www.researchgate.net/figure/The-PQRST-complex-Image-reproduced-from-3\\_fig6\\_254035785](https://www.researchgate.net/figure/The-PQRST-complex-Image-reproduced-from-3_fig6_254035785)

## 1.2. Aritmije srca koje zahtijevaju elektrokardioverziju

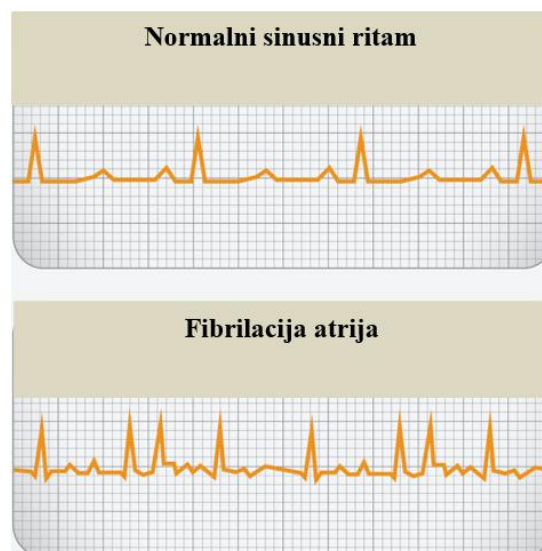
Na normalnu sinusnu frekvenciju od 60-100 otkucaja/min u mirovanju utječe nekoliko čimbenika uključujući unos autonomnog živčanog sustava, lijekove, metabolički status i status elektrolita te patološka stanja. Promjene u vagusnoj i simpatičkoj inervaciji mogu utjecati na razvoj aritmija i iznenadne srčane smrti zbog ventrikularnih tahiaritmija. Kardioneuropatija se može razviti zbog oštećenja živaca izvan srca, kao što su zvjezdasti gangliji, kao i unutarnjih srčanih živaca zbog bolesti koje mogu prvenstveno utjecati na živce, kao što su virusne infekcije ili, sekundarno, od bolesti koje uzrokuju oštećenje srca. Takve neuralne promjene mogu stvoriti električnu nestabilnost kroz različite elektrofiziološke

mehanizme (6). Iako postoji značajan broj različitih srčanih aritmija, jedino tri vrste aritmija zahtijevaju primjenu elektrokardioverzije, a to su fibrilacija atriya, undulacija atriya i supraventrikularna tahikardija.

### 1.2.1. Fibrilacija atriya

Fibrilacija atriya je nepravilna supraventrikularna tahiaritmija koja rezultira gubitkom koordinirane sistole atriya (Slika 3). Smjernice Američkog koledža za kardiologiju (engl. *American College of Cardiology - ACC*), Američkog udruženja za srce (engl. *American Heart Association - AHA*) i Europskog kardiološkog društva (engl. *European Society of Cardiology - ESC*) definiraju sljedeće kategorije za fibrilaciju atriya koja traje dulje od 30 sekundi, a nije uzrokovana reverzibilnim uzrokom:

- ponavljajuće - dvije ili više epizoda fibrilacije atriya
- paroksizmalne – rekurentna fibrilacija atriya koja spontano prestaje (obično unutar 7 dana)
- postojane - fibrilacije atriya koje traju (ne nestaje spontano) dulje od 7 dana
- trajne - fibrilacije atriya koje traju dulje od 1 godine
- povremene - javljaju se u osoba mlađih od 60 godina bez znakova srčane ili plućne bolesti (7)



Slika 3. Prikaz fibrilacije atriya

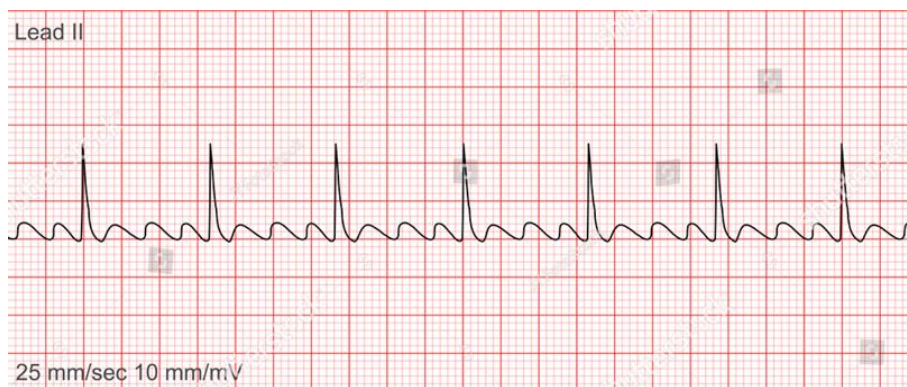
Izvor: <https://getsmartaboutafib.net/en-IE/hcp/atrial-fibrillation/what-is-atrial-fibrillation>

Nekoliko patofizioloških promjena dovodi do pojave fibrilacije, uključujući hemodinamske, elektrofiziološke, strukturne i autonomne čimbenike (modulatorne), uz pobudne čimbenike predstavljene atrijskim ekstrasistolama i tahikardijama. Oni se kreću od genetskih polimorfizama do makroskopskih promjena u strukturi atrijske, koje ometaju električnu aktivnost stanica i rezultiraju dezorganizacijom električne aktivnosti atrijske. Električna svojstva miokarda kontroliraju ionski kanali prisutni u staničnoj membrani. Aktivacija stanica u osnovi ovisi o natrijevim, kalcijevim i kalijevim kanalima. Refraktorni period stanice ovisi, ugrubo, o vremenu između aktivacije stanice i povratka akcijskog potencijala na početnu razinu. Povećanje ionskih ulaznih struja (kalcij i natrij) produljuje stanično refraktorno razdoblje, a povećanje izlazne struje (kalij) rezultira njegovim skraćivanjem (8).

Prevalencija fibrilacije atrijske raste s dobi, od <1 % u bolesnika mlađih od 60 godina, do >6 % u bolesnika starijih od 80 godina. Isto tako, fibrilacija atrijske je češća u muškaraca nego u žena, a incidencija je ispod 0,1 % godišnje za osobe mlađe od 40 godina, raste na 1,5 % do 2 % godišnje za osobe starije od 80 godina. Prevalencija fibrilacije atrijske također raste s težinom zatajenja srca. Rizik od ishemijskog moždanog udara za osobe s nevalvularnom fibrilacijom atrijske kreće se od 2 do 7 puta u odnosu na osobe bez fibrilacije. Za osobe s reumatskom bolešću srca i atrijskom fibrilacijom, rizik od moždanog udara je čak i veći, do 17 puta veći nego kod osoba bez fibrilacije. Za neliječene bolesnike, rizik od moždanog udara raste s dobi, od 1,5 % godišnje u bolesnika između 50 i 59 godina, do 23,5 % u bolesnika između 80 i 89 godina (9).

### **1.2.2. Undulacija (titranje) atrijske**

Undulacija atrijske jedna je od najčešćih aritmija i karakterizirana je abnormalnim srčanim ritmom koji je brz s atrijskim ritmom od 300 otkucaja/min i ventrikularnim ritmom koji može biti fiksni ili promjenjiv, što može uzrokovati palpitacije, umor, sinkopu i fenomen embolije (Slika 4) (10).



Slika 4. Prikaz undulacije atrijske

Izvor: <https://www.shutterstock.com/search/atrial-flutter>

Undulacija atrijske je makro-reentrantna tahikardija i ovisno o mjestu nastanka može biti tipično ili atipično titranje atrijske. Elektrokardiografski nalaz undulacije atrijske su valovi trepetanja bez izoelektrične linije između QRS kompleksa. Električna os valova podrhtavanja može pomoći u određivanju podrijetla podrhtavanja atrijske (10). Undulacija atrijske druga je najčešća srčana aritmija nakon fibrilacije atrijske. Obično se povezuje s fibrilacijom atrijske, ali su incidencija i prevalencija manje poznate u usporedbi s fibrilacijom atrijske. Undulacija atrijske čest je u bolesnika s podležućim bolestima kao što su kronična opstruktivna plućna bolest, plućna hipertenzija i zatajenje srca. Izolirano titranje atrijske u odsutnosti abnormalne anatomije srca je rijetko i obično je prisutno kada su se razvile abnormalnosti veličine atrijske (11).

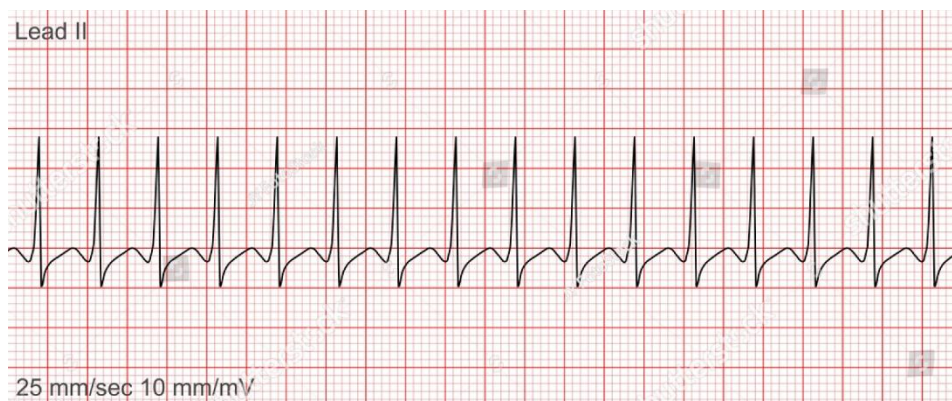
Tipični ili ovisan o kavotrikuspidalnom istmusu najčešći je tip undulacije atrijske titranje a nastaje u desnom atrijske na razini anulusa trikuspidalnog zaliska. Tipično podrhtavanje atrijske vidi se na elektrokardiogramu kao kontinuirana negativna modulacija u donjim odvodima i ravan otklon atrijske u odvodima I i aVL (11). Atipična undulacija atrijske ili druga makroreentrantna atrijska tahikardija ima konfiguraciju strujnog kruga koja se razlikuje od tipičnog kruga titranja desnog atrijske. Elektrofiziološke studije i intrakardijalno mapiranje jedina su sredstva za određivanje točnog mehanizma ili područja koje stvara titranje atrijske. Za razliku od tipičnog atrijskog flatera, prisutnost atipične undulacije atrijske povezana je sa strukturalnim bolestima srca kao što su prethodne kardiokirurške operacije ili postupci ablacije (10).



### 1.2.3. Supraventrikularna tahikardija

Supraventrikularna tahikardija (engl. *supraventricular tachycardia* - SVT) je poremećaj ritma koji nastaje na ili iznad atrioventrikularnog (AV) čvora i definiran je uskim kompleksom (QRS < 120 milisekundi) pri brzini > 100 otkucaja u minuti (Slika 5). Atrioventrikularna nodalna reentranta tahikardija (engl. *atrioventricular nodal reentrant tachycardia* - AVNRT), također poznata kao paroksizmalna SVT, definirana je kao intermitentna SVT bez provocirajućih čimbenika i obično se javlja s ventrikularnim ritmom od 160 otkucaja u minuti. Diferencijalna dijagnoza uključuje sinusnu tahikardiju, tahikardiju atrijsa, spojnu tahikardiju, fibrilaciju atrijsa, undulaciju atrijsa (12).

U bolesnika osjetljivih na SVT, lijekovi, kofein, alkohol, fizički ili emocionalni stres ili pušenje mogu potaknuti SVT. Učestalost atrioventrikularne nodalne reentrante tahikardije je 35 na 10 000 osoba godišnje ili 2,29 na 1000 osoba i to je najčešća nesinusna tahidisritmija u mladih odraslih osoba. Žene imaju dva puta veći rizik od razvoja paroksizmalne SVT u odnosu na muškarce, a starije osobe imaju pet puta veći rizik u odnosu na mlađe osobe. SVT je najčešća simptomatska aritmija u dojenčadi i male djece. Djeca s prirođenom srčanom bolešću imaju povećani rizik za SVT. U djece mlađe od 12 godina, pomoćni atrioventrikularni put koji uzrokuje reentrantnu tahikardiju je najčešći uzrok SVT-a (13).



Slika 5. Prikaz supraventrikularne tahikardije

Izvor: <https://www.shutterstock.com/search/supraventricular-tachycardia>

Najčešći uzrok SVT-a je ortodromski reentry fenomen, koji se javlja kada je tahikardija sekundarna u odnosu na normalno anterogradno električno provođenje od atrijsa do AV čvora,

do ventrikula, s retrogradnim provođenjem pomoćnim putem od ventrikula natrag do atrijsa. Uzak QRS kompleks (< 120 milisekundi) ukazuje na to da se ventrikuli aktiviraju iznad Hisovog snopa uobičajenim putem kroz His-Purkinjeov sustav. To implicira da aritmija potječe iz sinoatrijalnog (SA) čvora, atrijalnog miometrija, AV čvora ili unutar Hisovog snopa. U rjeđem antidromnom provođenju, provođenje prolazi od atrijsa do klijetki preko pomoćnog puta, zatim se vraća retrogradno kroz AV čvor do atrijsa (14).

### **1.3. Elektrokardioverzija**

Elektrokardioverzija spašava život kada se primjenjuje u hitnim slučajevima. Uspješnost se povećava točnom dijagnozom tahikardije, pažljivim odabirom bolesnika, adekvatnom primjenom elektroda (lopatice), određivanjem optimalne razine energije i anestezije, prevencijom embolijskih događaja i recidiva aritmija te očuvanjem dišnih putova uz minimiziranje mogućih komplikacija. Vanjska elektrokardioverzija prvi put je izvedena 1950-ih. Hitne ili elektivne kardioverzije imaju specifične prednosti, kao što su prekid atrijalne i ventrikularne tahikardije i oporavak sinusnog ritma (15).

U nekih bolesnika fibrilacija atrijsa će biti trajna, a terapija je usmjerena na kontrolu ventrikularne frekvencije (strategija kontrole frekvencije). U drugih bolesnika normalan ritam se u početku može uspostaviti farmakološkom ili elektrokardioverzijom, ali često zahtijeva dodatne strategije za održavanje sinusnog ritma (strategija kontrole ritma). Ne postoji uvjerljiva korist za postizanje kontrole ritma u odnosu na kontrolu brzine; stoga se odluke o liječenju obično temelje na prisutnosti simptoma i percipiranoj vjerojatnosti uspješne kardioverzije (16).

Prednosti ECV-a je povezanost s visokom početnom stopom uspjeha (68 % - 98 %), međutim, zahtijeva sedaciju ili opću anesteziju, te može biti u početku uspješan postupak ali dugotrajno održavanje kontrole ritma nije pouzdano postignuto. Povrat fibrilacije atrijsa nakon ECV-a također je povezan s povećanom smrtnošću, čime se naglašava važnost identificiranja ispravne skupine bolesnika za kardioverziju i, gdje je to moguće, rješavanja reverzibilnih čimbenika povezanih s lošijim ishodima. Nadalje, ključno je u vrijeme ECV-a da bolesnici budu odgovarajuće pripremljeni uz odgovarajuću hidraciju i korekciju bilo kakvih abnormalnosti elektrolita. ECV također treba izbjegavati u stabilnih bolesnika s istodobnom infekcijom ili značajnom upalom (16).

### 1.3.1. Primjena postupka elektrokardioverzije kroz povijest

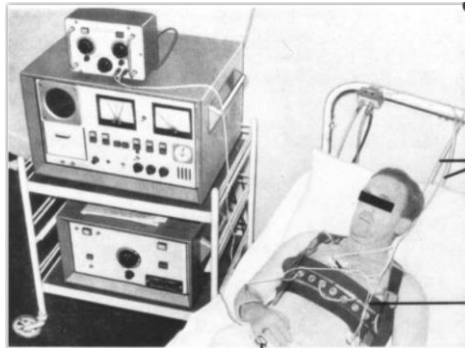
Na suvremenu kardiologiju značajno je utjecala dostupnost ove jednostavne metode za zaustavljanje atrijskih i ventrikularnih tahiaritmija. Prvi kondenzator koji je mogao pohraniti električnu energiju u staklenu posudu otkriven je 1745. godine. U Italiji, Francuskoj i Engleskoj postoji literatura o biološkoj i medicinskoj primjeni elektriciteta koja datira iz 17. i 18. stoljeća. Iako su liječnici diljem Europe počeli koristiti električnu energiju kao eksperimentalni tretman, najraniji zabilježeni znanstveni pristup upotrebom elektrošokova bio je onaj Petera Abildgaarda iz 1775. godine. On je sustavno šokirao kokoši, isporučujući električni naboj u različite dijelove njihova tijela. Električni podražaji primijenjeni bilo gdje po tijelu kokoši, osobito u glavi, mogli bi učiniti životinju beživotnom, ali naknadni šokovi isporučeni u prsa mogli su oživjeti srce (17).

Prepoznavanje elektriciteta u živim organizmima izazvalo je veliko zanimanje i uzbuđenje i dovelo do primjene elektriciteta za oživljavanje mrtvih. Vjerojatno je o prvom opisu uspješnog oživljavanja uporabom elektrošoka izvijestio Charles Kite 1788. godine, kada je trogodišnja djevojčica, žrtva pada, bila udarena kroz prsa električnim generatorom i Leyden staklenkom od strane dr. Squirea iz Londona, a u *Gentlemen's Magazine* 1792. godine, pojavio se izvještaj s opisom prvog prototipa modernog defibrilatora (18).

Godine 1889. John McWilliam iz Aberdeena, Škotska, bio je prvi koji je sugerirao da je VF, a ne srčani zastoj, mehanizam iznenadne smrti kod ljudi. Prethodno je eksperimentirao sa srcima životinja sisavaca i uspio je inducirati VF primjenom elektriciteta izravno u srce. Dva liječnika, Jean-Louis Prevost i Frederic Battelli, radili su zajedno na Sveučilištu u Ženevi, Švicarska, na mehanizmu električno induciranog VF-a. Oni su potvrdili zapažanja Ludwiga, Vulpiana i McWilliamsa 1899. pokazujući da mala količina elektriciteta isporučenog preko prsnog koša može inducirati VF. Fascinantno je da njihovo sekundarno opažanje, spomenuto samo u bilješci, da su veći električni šokovi uspješno uspostavili normalan sinusni ritam, nije izazvalo nimalo interesa sve do prvih eksperimenata defibrilacije oko 30-tak godina kasnije (17).

Godine 1956. Paul Zoll iz bolnice Beth Israel i Medicinskog fakulteta Harvard u Bostonu, Massachusetts, demonstrirao je uspješnu defibrilaciju zatvorenog prsnog koša kod

ljudi. Nedugo zatim, 1960. godine, radeći u bolnici Lariboisiere u Parizu, Francuska, inženjer elektrotehnike i liječnik, Fred Zacouto, dovršio je dizajn prvog vanjskog automatskog defibrilatora/pacera (Slika 6) (18).



Slika 6. Prikaz prvog vanjskog defibrilatora

Izvor: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2782563/#!po=26.7857>

Izumio ga je u ožujku 1953. i podnio odgovarajući patent u srpnju 1953. u Parizu. Njegov "Bloc Réanimateur" bio je u stanju osjetiti spori puls iz infracrvenog uređaja pričvršćenog na različite dijelove tijela bolesnika (ušnu resicu i prst) i omogućiti transkutani pejsing do spontanog povratka srčane aktivnosti. U isto vrijeme, mogao bi otkriti VF iz EKG-a i isporučiti elektrošok podesive voltaže i trajanja s mogućnošću ponovnog otkrivanja VF-a i ponovnog isporučivanja šoka ako je potrebno. Prvi put je korišten za uspješnu defibrilaciju bolesnika u studenom 1960. godine (17).

Danas se defibrilatori razlikuju prema vrsti proizvedenog elektrošoka i dijele se na monofazične, koji se više ne proizvode zbog manje učinkovitosti iako se još uvijek upotrebljavaju, i bifazične. Monofazični defibrilator isporučuje elektrošok jednosmjerne struje koji se kreće od jedne pedale ili elektrode do druge. Bifazični defibrilatori između pedala ili elektroda generiraju električni impuls istosmjerne struje koji se brzo širi iz jedne pedale u drugu i natrag. Prema načinu primjene, defibrilatori se dijele na manualne i automatske. Manualni defibrilatori se dalje dijele na klasične i kompjutorizirane. Klasični manualni defibrilator zahtijeva od spasioca da na EKG monitoru prepoznaju ritam koji zahtijeva defibrilaciju, dok ga kompjuterizirani sam prepoznaje. Automatski vanjski defibrilator (engl. *automatic external defibrillator* - AED) sam prepoznaje ritmove koji zahtijevaju defibrilaciju, sami se pune, čak sami i defibriliraju, što od spasioca zahtijeva samo pravilno postavljanje elektroda i uključivanje uređaja (Slika 7) (19).



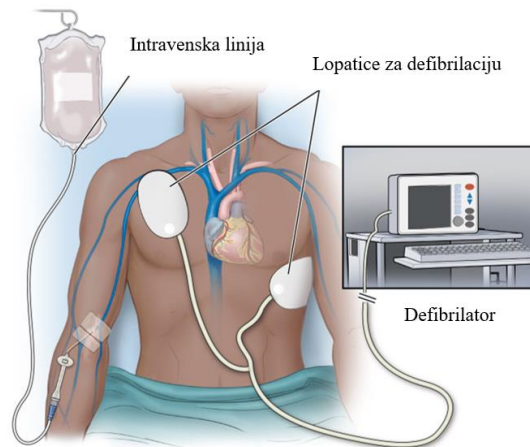
Slika 7. Prikaz automatskog vanjskog defibrilatora

Izvor: <https://www.thetrainingco.co.uk/courses/products/defibrillators/aed-automated-external-defibrillators/>

### 1.3.2. Postupak elektrokardioverzije

Trenutna tehnika vanjske elektrokardioverzije oslanja se na primjenu odabrane količine energije, koja je općenito između 50-360 J, putem dvije elektrode (lopatice). Mehanizam defibrilacije nije točno poznat. Zipes i suradnici su sugerirali da je neuspjeh u održavanju reentrantne tahikardije od strane preostalog miokardijalnog tkiva nakon depolarizacije kritične mase glavni čimbenik u mehanizmu električne defibrilacije. Druga istraživačka skupina je sugerirala da udarni valovi defibrilacije produljuju refraktornost u dovoljnu masu miokardijalnog tkiva i, posljedično, prekidaju supraventrikularnu tahikardiju. Ostaje nepoznato jesu li predloženi mehanizmi za završetak SVT-a slični onima kod fibrilacije atrijske. Donja granica ranjivosti postoji i za ventrikularni miokard. To je minimalni napon potreban električnom podražaju za induciranje fibrilacije tijekom osjetljivog razdoblja. Također je primijećeno da su snage ovih šokova na "gornjoj granici ranjivosti" bile približno jednake šokovima na pragu defibrilacije. Hipoteza gornje granice ranjivosti za defibrilaciju navodi da za defibrilaciju šok ne samo da mora zaustaviti fronte aktivacije fibrilacije, već također ne smije ponovno pokrenuti fibrilaciju istim mehanizmom kao šok iste snage tijekom ranjivog razdoblja sinusa (15). Lopatice defibrilatora mogu se koristiti u različitim konfiguracijama, koje utječu na stopu uspješnosti defibrilacije. Prema smjernicama Međunarodnog odbora za reanimaciju (engl. *International Liaison Committee on Resuscitation* - ILCOR), sternalnu lopaticu treba

postaviti desno od gornje granice prsne kosti ispod ključne kosti, a apeksnu lopaticu lijevo od bradavice sa središtem elektrode u središnjoj aksilarnoj liniji. Ispravnim postavljanjem lopatica na stijenku prsnog koša, veća struja se dovodi do atrijsa (Slika 8) (20).



Slika 8. Prikaz postavljanja lopatica za elektrokonverziju

Izvor: <https://my.clevelandclinic.org/health/treatments/16952-electrical-cardioversion>

Torakalna impedancija (mjera suprotstavljanja prolasku struje) jedan je važan čimbenik u liječenju elektrokardioverzijom. Područje lopatica glavna je determinanta transtorakalne impedancije. Struja je obrnuto proporcionalna impedanciji. Optimalna veličina lopatica varira između 8 cm i 12 cm. Zrak između stijenke prsnog koša i lopatica sprječava učinkovito provođenje udarnog vala povećanjem transtorakalne impedancije. Svaki vodljivi materijal između lopatica, poput gela ili sličnih materijala, povećava vodljivost i smanjuje transtorakalnu impedanciju između stijenke prsnog koša i elektroda. U tu svrhu koriste se ili posebni ljepljivi jastučići ili posebni gelovi. Mora se osigurati kontakt između područja lopatica i prsnog koša (17).

U pedijatrijskih bolesnika  $\leq 10$  kg, pedijatrijske lopaticice treba koristiti za elektrokardioverziju, s primijenjenim tlakom od 2,9 kilograma sile (kgf). Ako dijete ima  $>10$  kg, treba koristiti lopaticice za odrasle, s primijenjenim pritiskom od 5,1 kgf. Postoje izvješća koja sugeriraju da brijanje prsnog koša pridonosi uspjehu električne kardioverzije. Sado i suradnici izjavili su da dlake na prsima povećavaju transtorakalnu impedanciju, koja se može smanjiti do 35 % brijanjem (17).

### 1.3.3. Primjena anestetika tijekom elektrokardioverzije

Kardioverzija istosmjernom strujom (engl. *direct current cardioversion* - DCC) predstavlja najrašireniju i najučinkovitiju metodu za vraćanje sinusnog ritma u bolesnika s perzistentnom fibrilacijom atrijske. To je, međutim, bolan postupak koji može uzrokovati bol po jačini usporedivu s kirurškim rezom. Stoga zahtijeva i analgeziju i duboku sedaciju što se, prema preporukama Američkog društva anesteziologa (eng. American Society of Anaesthesiologists - ASA), sastoji od lijekom induciranog smanjenja razine svijesti, tijekom kojeg bolesnici mogu namjerno reagirati na bolne podražaje. Korištenje sedacije tijekom DCC-a također može imati ulogu u smanjenju porasta kateholamina povezanog s boli, čime se sprječava bolesnikovo sjećanje na takvo neugodno iskustvo. Do danas nisu dostupne posebne smjernice ili preporuke u vezi s najprikladnijim lijekom koji bi se trebao koristiti za proceduralnu sedaciju, a u literaturi su opisane različite strategije sedacije, no nije postignut konsenzus o najučinkovitijoj strategiji (21).

Bolesnici mogu osjećati bol čak i pri niskim razinama energije (1J). Elektrokardioverzija s visokom razinom energije nikada se ne bi smjela provoditi kod bolesnika pri svijesti, jer može uzrokovati doživotne emocionalne poremećaje i psihičku traumu. Primjena benzodiazepina, bilo samostalno ili zajedno s opioidima, ne preporučuje se kod bolesnika koji će biti podvrgnuti električnoj kardioverziji. Za elektivnu EEC potrebna je duboka sedacija ili anestezija u stabilnih bolesnika. Za manje bolne zahvate dovoljna je blaga sedacija. Tri najčešće primjenjivana lijeka za vrijeme elektrokardioverzije su propofol, midazolam i etomidat, uz dodatak lidokaina i fentanyla (17).

Za elektrokardioverziju poželjan je brz početak i prestanak djelovanja anestetika, brzo izazivanje analgezije i gubitka svijesti, kao i kratko poluvrijeme eliminacije. Osim toga, trebalo bi izazvati minimalne kardiovaskularne i respiratorne nuspojave, kao što je negativni inotropni učinak za bolesnike sa zatajenjem srca te ne bi trebalo izazvati povraćanje i mučninu niti se nakupljati ukoliko su potrebne dodatne doze. Propofol je alkilfenol koji se dobiva iz 2,6-dizopropilfenola. Primjenjuje se u emulziji koja izgleda kao bjelkasta neprozirna tekućina zbog disperzije svjetlosti uzrokovane vrlo malim kapljicama masti. Propofol ima koncentraciju od 1 % ili 2 %, ovisno o dostupnosti. Ova tvar može djelovati sedativno pozitivnom modulacijom na inhibitornu funkciju GABA (gama-aminobuternana kiselina) receptora. Njegova povoljna farmakokinetika glavni je razlog zašto je u mnogim zemljama najčešći intravenski neopioidni

anestetik koji se koristi za uvod u anesteziju. Brzo se distribuira, a trajanje djelovanja je od 3 do 8 minuta, što je zanimljiv profil za postupke koji zahtijevaju kratkotrajnu opću anesteziju poput elektrokardioverzije. Propofol se uglavnom metabolizira u jetri, ali gotovo 30 % bolusne doze metabolizira se ekstrahepatičnim metabolizmom, posebice plućima, što mu daje visok klirens iz plazme što je razlog boljeg oporavka; nakon toga metaboliti se izlučuju bubrezima, uz brz klinički oporavak, unatoč nakupljanju u masnom tkivu (22).

Etomidat je hipnotički lijek koji se koristi i za indukciju i za održavanje anestezije. Indukcijska doza obično ima mali učinak na kardiovaskularne performanse, a njen brz početak, brz oporavak i održavanje krvnog tlaka čine etomidat dobrim izborom za vanjsku kardioverziju. Neki smatraju da je ovo lijek izbora u bolesnika koji mogu postati hemodinamski nestabilni. Jedna od najčešćih nuspojava etomidata su prolazni pokreti skeletnih mišića, osobito mioklonus (23). Etomidat je sigurno sredstvo za sedaciju bolesnika prije hitne kardioverzije, osobito ako su hemodinamski nestabilni i nema dovoljno vremena za rabljenje konvencionalnih sredstava za kemijsku kardioverziju, kao što je amiodaron, za slučajeve široke složene ventrikularne tahikardije u uvjetima akutne ishemijske miokarda. Postoji mnogo opcija za sedaciju koje su općenito dostupne u hitnoj službi kao premedikacija prije kardioverzije. I etomidat i propofol posjeduju svojstva pretvaranja aritmija natrag u sinusni ritam, što ih čini prihvatljivim izborom u sedaciji bolesnika s aritmijama. Etomidat ima atrioventrikularni (AV) blokirajući učinak na srce, što se može pripisati njegovom svojstvu da vraća VT u sinusni ritam. Ovaj slučaj naglašava sve veću važnost i svestranost antiaritmičke kvalitete etomidata, uz njegovu glavnu sedativnu svrhu (24).

Intravenski midazolam koristi se za uvod u anesteziju i također u liječenju akutnih napadaja. Zbog svoje prirode topljivosti u vodi, midazolam ima brzi početak djelovanja i visoku stopu tolerancije, a doza se može povećati kako bi se održao terapijski učinak. Za njegovu primjenu u anesteziji, odgovor na uvodnu dozu je varijabilniji u usporedbi s tiopentalom. Midazolam se može koristiti za anksiolizu i hipnozu tijekom faze održavanja opće anestezije, a također je bolji od tiopentala u održavanju anestezije zbog manje potrebe za dodatnim lijekovima. Midazolam je pomoćni lijek uz regionalnu i lokalnu anesteziju

za širok raspon dijagnostičkih i terapijskih postupaka i ima veće prihvaćanje od strane bolesnika i liječnika. Midazolam ima slabu oralnu apsorpciju i poluvrijeme eliminacije od 1,5 do 2,5 sata. Metabolizam midazolama odvija se putem jetrenih enzima CYP450 i konjugacije glukuronida. Mehanizam djelovanja midazolama je neizravan i povezan je s nakupljanjem GABA-e i



njezinim afinitetom prema benzodiazepinskim receptorima. Dva odvojena receptora za GABA i benzodiazepin spajaju se na zajednički kloridni kanal i povećavaju učestalost otvaranja kloridnog kanala (25).

Zbog ultrastrukturnih sličnosti stanica akcesornih putova sa stanicama ventrikularnog miokarda, primjena lidokaina je učinkovita u blokiranju provođenja akcesornih putova, čime se prekida ortodromna atrioventrikularna recipročna tahikardija. Nakon intravenskog bolusa lidokaina ili nakon prekida stalne infuzije, promjene koncentracije u plazmi opisuju dvofaznu krivulju koja se može uklopiti u dvije eksponencijalne komponente. Dolazi do ranog brzog pada koncentracije, nakon čega slijedi kasnije sporije smanjenje koncentracije u plazmi. Prosječno poluvrijeme od oko 8 minuta pronađeno je u jednoj studiji za rani brzi pad, iako su značajne varijacije bile prisutne unutar skupine. Drugo izvješće smjestilo je prosječnu vrijednost poluživota na 17 minuta. U bolesnika s pretpostavljenim normalnim minutnim volumenom srca i normalnom funkcijom jetre i protokom krvi, početna injekcija od 2 mg/kg nakon koje slijedi infuzija od 55 ug/kg/min trebala bi osigurati terapijske razine lidokaina u plazmi cijelo vrijeme nakon početne injekcije. Ove doze su ekvivalentne dozi od 140 mg i približno 4 mg/min infuzije kod osobe od 70 kg (26).

Fentanyl, snažan opioid topiv u lipidima koji je prvi put sintetiziran prije više od 50 godina, još uvijek je najpopularniji opioid koji se koristi u perioperacijskom razdoblju naširoko u današnjoj anesteziološkoj praksi svijeta. Uvođenje, svestranost i popularnost fentanyla rezultirali su njegovom upotrebom u mnogim akutnim i kroničnim bolnim stanjima i mnoštvom novih sustava primjene u posljednja tri desetljeća. Unatoč razvoju snažnijih, sigurnijih, bržih i kraćih i dugotrajnijih alternativnih opioida, fentanyl ostaje jedan od glavnih oslonaca za liječenje boli u našim domaćim uvjetima (27).

#### **1.3.4. Komplikacije postupka**

Komplikacije postupka elektrokardioverzije su minimalne. Potencijalne komplikacije uključuju VF zbog opće anestezije ili nedostatka sinkronizacije između isporučene energije i QRS kompleksa, tromboemboliju zbog nedovoljne antikoagulantne terapije, VT koja se ne održava, atrijalnu aritmiju, srčani blok, bradikardiju, prolazni blok lijeve grane snopa, nekrozu

miokarda, disfunkciju miokarda, prolaznu hipotenzija, plućni edem i opekline kože. Bol na mjestu aplikacije povezana je s brojem aplikacija (15).

Najraniji izvještaji o elektrokardioverziji opisali su početnu upotrebu elektrošoka od 100 J istosmjernje struje, povećavajući se u koracima do maksimalno 400 J ako početni šokovi nisu uspjeli. Ovaj provizorni pristup koji je ušao u standardne smjernice temeljio se na strahu da bi šokovi veće energije mogli oštetiti miokard ili druga tkiva te pretpostavci da bi oštećenje tkiva bila proporcionalno intenzitetu najsnažnijeg isporučenog šoka. Iako novije smjernice predlažu početnu postavku energije od 200 J u kardioverziji fibrilacije atriya, početna postavka od 50 J i dalje se koristi za undulaciju atriya i druge supraventrikularne tahikardije. Šokovi isporučeni tijekom ventrikularne repolarizacije mogu izazvati ventrikularnu fibrilaciju. Indukcija VF-a šokom sinkroniziranim s T valom je rutinski dio testiranja implantiranog defibrilatora. U tom kontekstu, indukcija se izvodi putem ugrađenog defibrilatora. Iskustvo testiranja defibrilatora dovelo je do prepoznavanja postojanja gornje granice ranjivosti za indukciju VF-a, razine energije iznad koje je indukcija VF-a sve manje vjerojatna. Gornja granica ranjivosti približno je jednaka defibrilacijskom pragu za šok istog vektora kod iste osobe (28).

Osiguranje statusa "ništa na usta", poluležeći položaj i primjena metoklopramida 30 minuta prije kardioverzije može pomoći u smanjenju rezidualnog želučanog volumena i smanjiti rizik od povraćanja s aspiracijom. Štitnici za ugriz koriste se za sprječavanje razderotina usana i jezika od nehotičnog ugriza. Intravenske lijekove treba primjenjivati u malim bolusima i pažljivo titrirati kako bi se izbjegla apneja ili hipoventilacija u bolesnika koji spontano dišu. Potpomognuta ventilacija maskom za lice može spriječiti respiratornu acidozu, koja može pogoršati aritmije (15).

#### **1.4. Uloga medicinske sestre tijekom primjene postupka elektrokardioverzije**

Medicinska sestra ima važnu ulogu u svim segmentima pružanja zdravstvene zaštite. Ona je zagovornica bolesnika, pomoću sestrinskih dijagnoza izrađuje i provodi plan zdravstvene njege, postavlja ciljeve, provodi intervencije te evaluira ishod zdravstvene njege. Isto tako, medicinska sestra je nezamjenjiva komponenta u primjeni i pripremi terapije kao i u provođenju dijagnostičkih postupaka. Stoga je i neizmjereno važna njena uloga u provođenju

elektrokardioverzije. Poremećaji srčanog ritma ili aritmije čest su problem koji se susreće u kliničkoj praksi, a njihovo je prepoznavanje temeljna vještina u mnogim područjima sestrinstva.

Medicinska sestra će bolesnika prije elektrokardioverzije priključiti na monitor kako bi se evidentirali srčani ritam, respiracije, tlak i zasićenost krvi kisikom. Zatim će provjeriti jesu li oprema za aspiraciju i oprema za upravljanje dišnim putovima dostupni i u ispravnom stanju. Prema uputama liječnika provesti će osnovnu procjenu bolesnika uključujući vitalne znakove, EKG s 12 odvoda prema odredbi liječnika, periferni puls i razinu svijesti. Isto tako, provjeriti će antikoagulacijski status bolesnika. Zatim će osigurati pouzdan venski put zbog potrebe za primjenom sedacije i analgezije, ali i eventualnih lijekova za reanimaciju ukoliko se za tim ukaže potreba te postaviti samoljepljive elektrode defibrilatora. Prije same isporuke električne energije, medicinska sestra će prema uputama liječnika primijeniti analgetik i sedativ, a pri tome će procjenjivati respiratorni status bolesnika zbog moguće depresije disanja. Prema uputama liječnika, za elektivnu kardioverziju medicinska sestra će odabrati odgovarajuću razinu energije i pritiskom na predviđeni gumb napuniti defibrilator na odabranu razinu energije. Usmenim upozorenjem i vizualnim pregledom osigurati će da je polje slobodno za kardioverziju, a zatim će pritisnuti i držati gumb za struju pražnjenja dok se šok ne primijeni te ponovno provjeriti ritam i puls. Nakon završetka elektrokardioverzije, medicinska sestra će nastaviti monitorirati bolesnika, posebno srčani ritam te mu primijeniti dodatni kisik putem nazalnih katetera kako bi se održala zadovoljavajuća razina zasićenosti krvi kisikom. Sve navedeno je potrebno evidentirati u sestrinskoj dokumentaciji.

## **2. CILJEVI I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

### **2.1. Cilj istraživanja**

Cilj diplomskog rada je ispitati sigurnost, učinkovitost i nuspojave određenih anestetika koji se koriste za sedaciju i analgeziju u postupcima elektivne elektrokardioverzije u koronarnoj jedinici u Općoj bolnici Šibensko-kninske županije.

### **2.2. Hipoteze**

1. Nema statistički značajne razlike u vitalnim parametrima nakon elektrokardioverzije u odnosu na vrstu primijenjenog lijeka za sedaciju
2. Propofol je najčešće primjenjivan lijek za postupak elektrokardioverzije u Koronarnoj jedinici OB Šibensko-kninske županije

### **3. MATERIJALI I METODE**

#### **3.1. Ustroj studije**

Istraživanje je provedeno kao prospektivna studija s prigodnim uzorkom.

#### **3.2. Sudionici**

Istraživanje je obuhvatilo 52 bolesnika koji su u vremenskom razdoblju od 01. veljače do 01. lipnja 2022. godine bili hospitalizirani u koronarnoj jedinici Opće bolnice Šibensko-kninske županije, a koji su bili podvrgnuti postupku elektivne elektrokardioverzije zbog fibrilacije atrijske, supraventrikularne tahikardije ili undulacije atrijske.

#### **3.3. Instrumenti istraživanja**

Podaci su prikupljeni pomoću upitnika kojeg je ispunjavao glavni ispitivač uz pomoć liječnika anesteziologa, kardiologa te medicinskih sestara koje sudjeluju pri izvođenju kardioverzije nakon odobrenja Etičkog povjerenstva Opće bolnice Šibensko-kninske županije (broj: 01-9633/1-22).

#### **3.4. Statističke metode**

Kategorički podaci su predstavljeni apsolutnim i relativnim frekvencijama. Normalnost raspodjele testirana je Shapiro – Wilkovim testom. Za opis kontinuiranih podataka koristio se medijan i pripadni interkvartilni raspon. Za testiranje razlika kontinuiranih varijabli prije i poslije kardioverzije koristio se Wilcoxonov test (zajedno s razlikom medijana i 95 % rasponom pouzdanosti). Sve P vrijednosti su dvostrane. Razina značajnosti je postavljena na  $\alpha = 0,05$ .

Za analizu podataka korišten je statistički program MedCalc® Statistical Software version 20.100 (*MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium*; <https://www.medcalc.org>; 2022).

## 4. REZULTATI

Istraživanje je provedeno na 52 bolesnika, od kojih je 29 (56 %) muškaraca i 23 (44 %) žena. Medijan dobi bolesnika je 73 godina (interkvartilnog raspona od 60 do 77 godina) u rasponu od 51 do najviše 86 godina. Komorbiditete ima 39 (75 %) bolesnika (Tablica 1).

Tablica 1. Osnovna obilježja bolesnika

<b>Spol</b> [n (%)]	
<b>Muškarci</b>	29 (56 )
<b>Žene</b>	23 (44)
<b>Dob (godine)</b>	73 (60 – 77)
[Medijan(interkvartilni raspon)]	
<b>Prisutni komorbiditeti</b> [n (%)]	39 (75)

Poslije kardioverzije značajno su niže vrijednosti i sistoličkog (Wilcoxonov test,  $P < 0,001$ ) i dijastoličkog tlaka (Wilcoxonov test,  $P = 0,001$ ) te je značajno niži puls (Wilcoxonov test,  $P < 0,001$ ) u odnosu na vrijednosti prije kardioverzije. Kod saturacije krvi kisikom ( $SpO_2$ ) prije i poslije kardioverzije nema značajnih razlika, i prije i poslije kardioverzije medijan zasićenosti kisikom je 98 % (interkvartilnog raspona od 97 % do 99 %), kao i prije kardioverzije (Tablica 2).

Tablica 2. Razlike u vrijednosti vitalnih parametara prije i poslije kardioverzije

	Medijan (interkvartilni raspon)		Razlika (95% raspon pouzdanosti)	$P^*$
	Prije kardioverzije	Poslije kardioverzije		
Sistolički tlak [mmHg]	130 (120 – 138)	123,5 (115 – 130)	-7,5 (-9 do -5)	<b>&lt;0,001</b>
Dijastolički tlak [mmHg]	76 (70 – 80)	73,5 (64,5 – 80)	-3 (-5 do -1,5)	<b>0,001</b>
Saturacija ( $SpO_2$ )	98 (97 – 99)	98 (97 – 99)	0 (-0,5 do 0,5)	0,74
Puls	110 (95 – 117,5)	63 (57,5 – 69)	-44,5 (-51,5 do -37,5)	<b>&lt;0,001</b>

\*Wilcoxonov test

Obzirom na srčani ritam, fibrilaciju atrijske prije konverzije imalo je 49 (94,2 %) bolesnika, dok je poslije konverzije 48 (92,3 %) imalo sinus ritam. Ostali oblici srčanog ritma javljaju se kod manjeg broja bolesnika (Tablica 3).

Tablica 3. Raspodjela bolesnika prema srčanom ritmu prije i poslije kardioverzije

	<b>Broj (%) bolesnika</b>
<b>Prije konverzije</b>	
<b>Fibrilacija atrijske</b>	49 (94,2)
<b>Supraventrikularna tahikardija</b>	1 (1,9)
<b>Undulacija atrijske</b>	2 (3,8)
<b>Poslije konverzije</b>	
<b>Sinusni ritam</b>	48 (92,3)
<b>AV blok I stupnja</b>	1 (1,9)
<b>Fibrilacija atrijske</b>	3 (5,8)

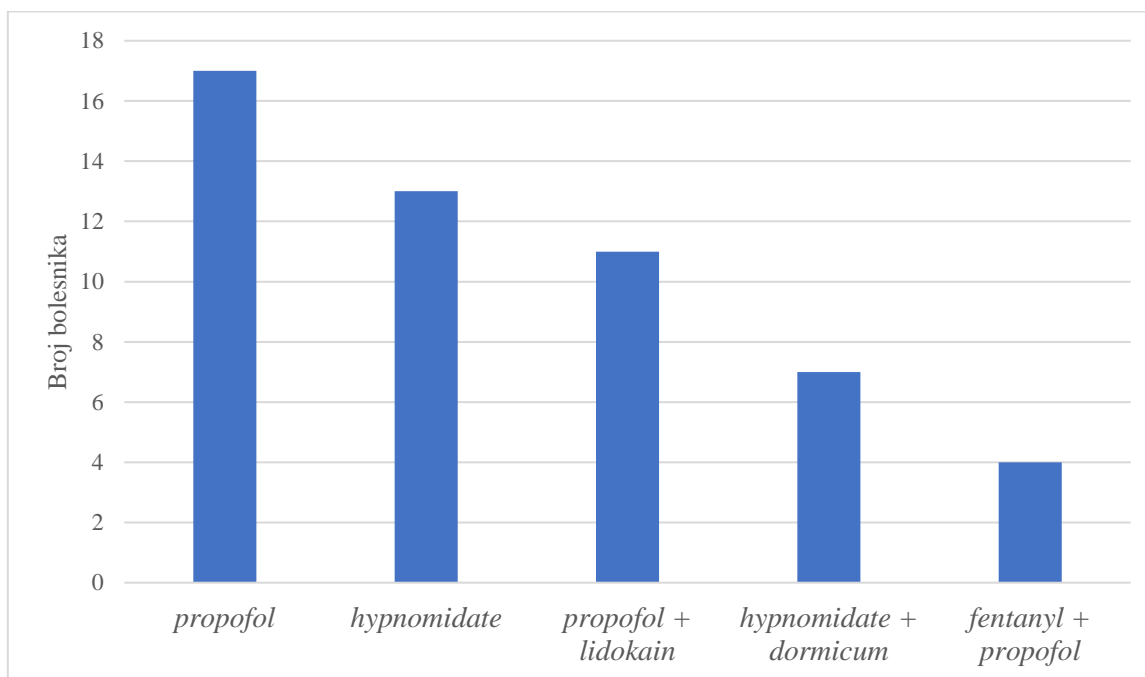
Uspješna kardioverzija bila je kod 47 (91,4 %) bolesnika. Medijan trajanja anestezije je 10 minuta (interkvartilnog raspona od 10 do 12 minuta) u rasponu od najmanje 8 do najviše 17 minuta. Uredno „buđenje“ bilježi se kod 43 (82,7 %) bolesnika. Nuspojave anestezije prisutne su kod 11 (21 %) bolesnika i to najčešće povraćanje, a samo je jedan imao osip. Povišenu temperaturu nije imao niti jedan bolesnik (Tablica 4).

Tablica 4. Raspodjela bolesnika prema srčanom ritmu prije i poslije kardioverzije

	<b>Broj (%) bolesnika</b>
<b>Uredan oporavak nakon anestezije</b>	43 (83)
<b>Nuspojave povezane s anestezijom</b>	
<b>Ne</b>	41 (79)
<b>Da</b>	11 (21)
<b>Učestalost nuspojava</b>	
<b>Temperatura</b>	0
<b>Povraćanje</b>	7 (14)
<b>Osip</b>	1 (2)



*Propofol* (1%-tni) kao izbor lijeka za sedaciju dobilo je 17 (33 %) bolesnika, *hypnomidate* njih 13 (25 %), kombinaciju *propofol* i *lidokain* njih 11 (21 %), kombinaciju *hypnomidate* i *dormicum* 7 (14 %) bolesnika, a 4 (8 %) bolesnika kao lijek za sedaciju dobili su *fentanyl* i *propofol* (Slika 9).



Slika 9. Raspodjela bolesnika prema lijeku za sedaciju

Suplementaciju kisikom za vrijeme trajanja anestezije dobilo je 47 (90 %) bolesnika, u iznosu 6 L/min izraženo medijanom (interkvartilnog raspona od 4 L/min do 6 L/min) u rasponu od najmanje 2 L/min do najviše 10 L/min. Suplementaciju od 2 litre dobio je samo jedan bolesnik i to na nosni kateter, dok su svi ostali dobili kisik preko maske (Tablica 5).

Tablica 5. Raspodjela bolesnika prema suplementaciji kisikom

	Broj (%)	Medijan (interkvartilni raspon)	Minimum - maksimum
Suplementacija kisikom (L/min)	47 (90)	6 (4 – 6)	2 - 10

Lijek za „buđenje“ dobilo je 9 (18 %) bolesnika, i to 3 / 9 (33 %) nalokson, a 6 / 9 (67 %) bolesnika flumazenil (anexate). Obzirom na lijek za sedaciju, kod primjene hypnomidate lijek za buđenje dobilo je 5 / 9 (56 %) bolesnika, a kod primjene propofola lijek za „buđenje“ dobilo je 4 / 9 (44 %) bolesnika. Poslije kardioverzije, od vitalnih parametara, samo je značajno veća vrijednost saturacije SpO<sub>2</sub> kod primjene hypnomidate (Mann Whitney U test, P = 0,001), dok u ostalim vitalnim parametrima nema značajnih razlika u odnosu na vrstu primijenjenog lijeka za sedaciju (Tablica 6).

Tablica 6. Razlike u vrijednosti vitalnih parametara poslije kardioverzije u odnosu na lijek za sedaciju

	Medijan (interkvartilni raspon) poslije kardioverzije u odnosu na lijek za sedaciju		Razlika (95% raspon pouzdanosti)	P*
	<i>Propofol</i>	<i>Hypnomidate</i>		
Sistolički tlak [mmHg]	125 (114 – 130)	120 (117 – 127)	-1 (-7 do 5)	0,57
Dijastolički tlak [mmHg]	74 (65 – 80)	70 (64 – 75)	-4 (-10 do 1)	0,21
Saturacija kisikom	98 (97 – 98)	99 (98 – 100)	1 (1 do 2)	<b>0,001</b>
Puls	62 (53 – 70)	66 (61 – 68)	3 (-3 do 8)	0,34
Suplementacija kisikom (L/min)	6 (6 – 6)	6 (4 – 6)	0 (-2 do 0)	0,23

\*Mann Whitney U test

Iako su bolesnici koji su dobili lijek Hypnomidate češće dobili antidot radi oporavka, razlike u raspodjeli bolesnika iako postoje nisu statistički značajne (Tablica 7).

Tablica 7. Razlike u vrijednosti vitalnih parametara poslije kardioverzije u odnosu na lijek za sedaciju

	Broj / ukupno (%) ispitanika poslije kardioverzije s obzirom na primjenu lijek za sedaciju			P*
	<i>Propofol</i>	<i>Hypnomidate</i>	Ukupno	
Nisu dobili lijek za „buđenje“ (antidot)	25 (83)	16 (80)	41 (82)	> 0,99
Dobili su antidot	5 (17)	4 (20)	9 (18)	
Ukupno	30 (100)	20 (100)	50 (100)	

\*Fisherov egzakti test

Tablica 8. Prikaz izračuna troška liječenja po pojedinom bolesniku

					Osnovne cijene (kn)	
					kardioverzija	443,3
					opća anestezija	437,49
					dnevni smještaj i prehrana	88,9
					dnevna bolnička opskrba	201,61
					neinvazivni monitoring	202,77
					<b>ukupno</b>	<b>1.374,07</b>

	Sedacija ukupno za 1 bolesnika (kn)		Kisik	Osnovne cijene	Ukupno cijena po jednom bolesniku (kn)	
propofol (1%-tni)	18,17	<b>18,17</b>	2	<b>1.374,07</b>	<b>1.394,24</b>	
Hypnomidate	7,39	<b>7,39</b>	2	<b>1.374,07</b>	<b>1.383,46</b>	
propofol i lidokain	18,17	2,62	<b>20,79</b>	2	<b>1.374,07</b>	<b>1.396,86</b>
hypnomidate i midazolam	4,39	12,85	<b>17,24</b>	2	<b>1.374,07</b>	<b>1.393,31</b>
fentanyl + propofol	18,17		<b>18,17</b>	2	<b>1.374,07</b>	<b>1.394,24</b>

## 5. RASPRAVA

U istraživanju sigurnosti, učinkovitosti i nuspojava određenih anestetika koji se koriste za sedaciju i analgeziju u postupcima elektivne elektrokardioverzije u koronarnoj jedinici u Općoj bolnici Šibensko-kninske županije sudjelovalo je 52 bolesnika, od kojih je više od polovice (56%) muškog spola, a čak dvije trećine bolesnika (75%) imaju komorbiditete. Većina bolesnika (94,2%) je kardioverziju zahtijevala zbog dijagnoze fibrilacije atriya, a uspješna kardioverzije je postignuta u više od 90% bolesnika. Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku nakon postupka elektrokardioverzije u vrijednostima krvnog tlaka i pulsa to znači da nakon provedenog istraživanja odbacujemo 1. hipotezu jer postoji razlika u vitalnim parametrima. Najčešće primijenjen lijek za anesteziju je bio propofol i to kod 33% bolesnika to znači da možemo potvrditi 2. hipotezu. Samo je njih 21% razvilo nuspojave, od kojih je najčešće bilo povraćanje. Samo je 18% bolesnika zahtijevalo lijek za „buđenje“, što znači da je primjena anestetika u ovom istraživanju bila sigurna i nije zahtijevala dodatne intervencije.

Siedy i suradnici navode da se propofol ranije pokazao boljim od etomidata tijekom elektrokardioverzije atrijskih tahiaritmija. Međutim, literatura o ovoj temi je oskudna, a optimalna tehnika anestezije za elektrokardioverziju još nije čvrsto utvrđena. Cilj njihova istraživanja je bio usporediti primjenu propofola u odnosu na mješavinu etomidata i male doze fentanyla za elektrokardioverziju. U istraživanje je uključeno ukupno sto bolesnika, u dobi od 32 do 87 godina koji su bili podvrgnuti elektivnoj elektrokardioverziji za različite atrijske aritmije. Svi bolesnici bili su hemodinamski stabilni prije zahvata i nasumično su raspoređeni u jednu od dvije skupine. Skupini I (n = 50) primijenjen je propofol (intravenski bolus 1 mg/kg, nakon čega su slijedila povećanja koja su sadržavala 20 % početne doze, 0,2 mg/kg). Skupini II (n = 50) primijenjeno je 1 µg /kg fentanyla i.v. (pojedinačna doza) i etomidate (bolus 0,15 mg/kg, nakon čega slijede povećanja koja sadrže 20 % početne doze, 0,03 mg/kg). Vrijednosti otkucaja srca i neinvazivnog krvnog tlaka mjerene su prije uvoda u anesteziju (T1), prije kardioverzije (T2), nakon elektrokardioverzije (T3) i u budnom (svjesnom) stanju (T4). Zabilježeni su broj šokova, ukupna količina energije, broj bolesnika kod kojih elektrokardioverzija nije uspjela vratiti sinusni ritam, kao i nuspojave. Rezultati su pokazali da su vrijednosti broja otkucaja srca bile slične u obje skupine. Krvni tlak bio je značajno niži na T2, T3 i T4 u bolesnika kojima je primijenjen propofol. Vrijeme trajanja anestezije bilo je slično u obje skupine. Sveukupno, učinkovitost elektrokardioverzije bila je slična u obje skupine: 41

(82 %) bolesnika iz skupine I i 46 (92 %) bolesnika iz skupine II povratili su sinusni ritam. Značajno više nuspojava, kao što su bol u trenutku injiciranja, mišićni tremor, mučnina i povraćanje, zabilježeno je u skupini II. Autori su zaključili da je propofol bolja opcija od etomidata s fentanylom za elektivnu elektrokardioverziju atrijalnih tahiaritmija (2). Rezultati istraživanja Siedya i suradnika pokazuju sličnosti s ovim istraživanjem u dijelu u kojem se govori o primjeni propofola, koji uzrokuje manje nuspojava i manje je bolesnika zahtijevalo lijek za „buđenje“.

Morani i suradnici navode da elektrokardioverzija obično zahtijeva kratku opću anesteziju koja uključuje nazočnost anesteziologa. Cilj njihove studije bio je procijeniti izvedivost i sigurnost indukcije anestezije za EC kod fibrilacije atriya isključivo od strane kardiološkog tima s anesteziolozima. Autori su proveli retrospektivnu analizu koja je uključivala 624 bolesnika tijekom 6 godina. Protokol intravenske anestezije bio je bolus od 5 mg midazolama i naknadno rastuće doze propofola počevši od 20 mg kako bi se postigla željena razina sedacije. Nakon primjene električne energije, uslijedilo je razdoblje izravnog promatranja kako bi se procijenio oporavak nakon sedacije i otkrile komplikacije povezane s postupkom. Elektrokardioverzija je bila učinkovita u 98,9 % slučajeva. Opća anestezija bila je učinkovita u 100% slučajeva s dozom propofola, u rasponu od 20 mg do najviše 80 mg, nakon primjene 5 mg midazolama. Svi bolesnici općenito su pokazali brz oporavak probudivši se za nekoliko minuta. Nisu primijećene tromboembolijske niti alergijske komplikacije. Aritmičke komplikacije bile su rijetke i odnosile su se na bradiaritmije. Autori su zaključili da je kombinacija midazolama s vrlo malim dozama propofola, s obzirom na njihovo sinergijsko djelovanje, učinkovita i sigurna u induciranju anestezije, a aritmičke komplikacije su rijetke i ograničene na bradiaritmije (29). Rezultati istraživanja Moranija i suradnika ne mogu se usporediti s ovim istraživanjem jer se u ovom istraživanju midazolam primjenjivao samo u 14% bolesnika i to u kombinaciji s hypnomidatom, a ne propofolom, dok je u njihovoj studiji glavni anestetik bio upravo midazolam.

Lobo i Kiernan su proveli istraživanje o primjeni svjesne sedacije tijekom elektivne kardioverzije u kojem su sudjelovali bolesnici koji su elektivno hospitalizirani za postupak kardioverzije zbog fibrilacije atriya ili undulacije atriya. Upotrijebljen je unaprijed definirani protokol sedacije pomoću intravenskog midazolama. Zatim je učinjena elektrokardioverzija prema bolničkom protokolu. Zabilježene su sve komplikacije nastale tijekom postupka. Prije otpusta, bolesnici su dobili upitnik kako bi se utvrdilo jesu li upoznati sa zahvatom i hoće li taj

zahvat ponoviti u budućnosti ako bude potrebno. Ukupno je sudjelovalo 100 bolesnika. Medijan broja šokova bio je jedan (najveći broj šokova je bio četiri). Srednja doza midazolama iznosila je 7,5 mg, a najveća doza bila je 20 mg. Svi ispitani bolesnici nisu bili svjesni šoka koji im je primijenjen, bili su zadovoljni uslugom i rado bi se vratili na ponovnu kardioverziju u budućnosti ako bude potrebno. Autori su zaključili da se primjena svjesne sedacije za elektrokardioverziju bolesnika s fibrilacijom atrijske / undulacijom atrijske pokazala sigurnom i podnošljivom i učinkovitom (30). Rezultati istraživanja Loba i Kiernana se ne mogu usporediti s ovim istraživanjem iz istog razloga kao i u ranije navedenom primjeru budući je midazolam bio anestetik izbora.

Notarstefano i suradnici navode da elektrokardioverzija obično zahtijeva pomoć anesteziološkog tima. Kako bi se izbjegla ova potreba, prethodne studije su razmatrale korištenje sedacije benzodiazepinima koje su primjenjivali kardiolozi. Autori su opisali svoje iskustvo s primjenom intravenskog midazolama tijekom kardioverzije. Navode da su primijenili 280 elektrokardioverzija u 202 bolesnika sediranih intravenskim midazolamom, bez anesteziološkog nadzora. U planiranim kardioverzijama testirali su dva protokola primjene midazolama: bolus od 3 mg, nakon čega slijedi 2 mg svake minute dok nije potrebno, i udarnu dozu od 0,09–0,1 mg/kg. U kardioverzijama izvedenim tijekom elektrofizioloških studija ili implantacije defibrilatora, midazolam je primjenjivan u malim ponovljenim dozama tijekom cijelog postupka. Rezultati su pokazali da je midazolam bio učinkovit za postizanje odgovarajuće sedacije u 99 % slučajeva. Svi bolesnici su imali amneziju u odnosu na kardioverziju. Udarana doza midazolama omogućila je skraćivanje vremena postupka bez ozbiljnih nuspojava. U nijednom slučaju nije postojala potreba za intubacijom ili pomoći anesteziologa. Autori su zaključili da je sedacija midazolamom za elektivnu elektrokardioverziju učinkovita i dobro se podnosi, uz neke mjere opreza, a udarna doza midazolama dobro se podnosi i dodatno skraćuje vrijeme postupka (31). Rezultati istraživanja Notarstefana i suradnika su pokazala da bi midazolam mogao biti anestetik izbora zbog svojstva amnezije zbog kojeg se bolesnici ne sjećaju postupka, što bi se svakako moglo uzeti u obzir tijekom budućih postupaka elektrokardioverzije u koronarnoj jedinici u Općoj bolnici Šibensko-kninske županije.

Souvatzis i suradnici su proveli prospektivno, randomizirano, kliničko ispitivanje koje je uključivalo 52 bolesnika s perzistentnom fibrilacijom atrijske, planiranim za vanjsku kardioverziju istosmjernom strujom. Bolesnici su intravenski primali ili fentanyl 50 µg i nakon

60 sekundi etomidat 0,1 mg/kg, ili samo etomidat 0,1 mg/kg. Ako bolesnici nisu izgubili refleks kapaka, primjenjivale su se ponovljene doze etomidata od 4 mg. Kardioverzija je pokušana ekstrakardijalnim dvofaznim elektrošokom od 200 do 300 J, najviše tri puta. Primarni ishod istraživanja bilo je prisjećanje neugodnog ili bolnog događaja. Sekundarne mjere ishoda bile su prediktori potrebe za ponavljanjem doza etomidata i broja potrebnih šokova. Rezultati su pokazali da nije bilo statistički značajnih razlika između dviju ispitivanih skupina u pogledu prisjećanja (neugodno prisjećanje nije bilo zamijećeno  $n=0$  u grupi kojoj je primijenjen fentanyl i nakon toga etomidat naspram 2 bolesnika u skupini kojoj je primijenjen samo etomidat  $p=0,235$ ; bolno prisjećanje 1 naspram 0 pacijenata,  $p=0,510$ ). Primjena samog etomidata bila je značajan prediktor za naknadne ponovljene doze etomidata ( $p=0,049$ ). Broj šokova potrebnih za uspostavljanje sinusnog ritma nije se razlikovao između skupina. Autori su zaključili da dodavanje fentanyla etomidatu nije umanjilo uznemirujuće ili bolno iskustvo tijekom anestezije za vanjsku kardioverziju (32).

## 6. ZAKLJUČAK

Nakon provedenog istraživanja i analize rezultata moguće je izvesti sljedeće zaključke:

1. U vremenskom razdoblju od 01. veljače do 01. lipnja 2022. godine u koronarnoj jedinici Opće bolnice Šibensko-kninske županije je hospitalizirano ukupno 52 bolesnika koji su zahtijevali primjenu elektrokardioverzije.
2. Nakon postupka elektrokardioverzije bolesnici su imali značajno niži krvni tlak i frekvenciju srca, dok se zasićenost krvi kisikom nije mijenjala.
3. U više od 90 % slučajeva postupak je uspješno proveden, a više od 80 % bolesnika se nakon anestezije se oporavilo bez poteškoća.
4. Kod jedne trećine bolesnika lijek izbora za sedaciju je bio Propofol (33 %).
5. Suplementaciju kisikom za vrijeme trajanja anestezije zahtijevalo je 90 % bolesnika.
6. Lijek za „buđenje“ zahtijevalo je 18 % bolesnika.
7. Budući je manje od četvrtine bolesnika razvilo nuspojave na primjenu anestetika, od kojih je povraćanje bilo najčešća nuspojava i nije bilo potrebe za medicinskim intervencijama, može se zaključiti da je primjena navedenih anestetika sigurna kada se primjenjuje u kliničkom okruženju.



## 7. LITERATURA

1. Du-guan F. Cardiac Arrhythmias: Diagnosis, Symptoms, and Treatments. *Cell Biochem Biophys*. 2015;73(2):291-96.
2. Siedy J, Knapik P, Saucha W, Gross M. Comparison of propofol and etomidate anaesthesia for elective electrical cardioversion. *Kardiol Pol*. 2010;68(11):1249-55.
3. Rogers K. *The Cardiovascular System*. First edition. Britannica Educational Publishing. 2011;(14)1:28-37.
4. Guyton AC, Hall JE: *Medicinska fiziologija*. 12. izdanje. Zagreb. Medicinska naklada. 2012;8:78-86.
5. Sampson M, McGrath A. Understanding the ECG. Part 1: Anatomy and physiology. *British Journal of Cardiac Nursing*. 2015;10(11):548-54.
6. Assadi R. Conduction System of the Heart. David Geffen School of Medicine; 2016. Dostupno na adresi: <https://emedicine.medscape.com/article/1922987-overview#a4> (datum pristupa 12.06.2022.)
7. Navas S. Atrial fibrillation: part 1. *Nursing Standard*. 2003;17(37):45-54.
8. Dumas Cintra F, Jansen de Oliveira Figueiredo M. Atrial Fibrillation (Part 1): Pathophysiology, Risk Factors, and Therapeutic Basis. *Arq Bras Cardiol*. 2021;116(1):129-39.
9. Perrenoud JJ. Atrial fibrillation. *European Geriatric Medicine*. 2011;2(1):26-30.
10. Rodriguez Ziccardi M, Goyal A, Maani CV. Atrial Flutter. *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Dostupno na adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540985/> (datum pristupa 15.06.2022.)
11. Foy S, Levis JT. ECG Diagnosis: Type I Atrial Flutter. *Perm J*. 2014;18(2):128.
12. Patti L, Ashurst JV. Supraventricular Tachycardia. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Dostupno na adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441972/> (datum pristupa 15.06.2022.)

13. Colluci RA, Silver MJ, Shubrock J. Common Types of Supraventricular Tachycardia: Diagnosis and Management. *Am Fam Physician*. 2010;82(8):942-52.
14. Dowd FJ. Supraventricular Tachycardia. *Pharm: The Comprehensive Pharmacology Reference*. 2007;1-8.
15. Sucu M, Davutoglu V, Ozer O. Electrical cardioversion. *Am Saudi Med*. 2009;29(3):201-6.
16. Ecker V, Knoery C, Rushworth G, Rudd I, Ortner A, Begley D, i sur. A review of factors associated with maintenance of sinus rhythm after elective electrical cardioversion for atrial fibrillation. *Clinical Cardiology*. 2018;1–9.
17. Cakulev I, Efimov IR, Waldo AL. Cardioversion: Past, Present, and Future. *Circulation*. 2009;120(16):1623-32.
18. Valentinuzzi ME, Aguinaga Arriascu L. Electrical Cardioversion: A Review. *Int J Clin Cardiol Abbreviation*. 2020;7(1):1-6.
19. Šimurina T, Mraović B. Opća klinička anesteziologija i reanimatologija. Zadar: Sveučilište u Zadru, Odjela za sveučilišne studije. 2020;414-419.
20. Knight BP. Patient education: Cardioversion (Beyond the Basics). UpToDate; 2022. Dostupno na adresi: <https://www.uptodate.com/contents/cardioversion-beyond-the-basics> (datum pristupa 21.06.2022.)
21. Stronati G, Capucci A, Dello Russo A, Adrario E, Carsetti A, Casella M, i sur. Procedural sedation for direct current cardioversion: a feasibility study between two management strategies in the emergency department. *BMC Cardiovascular Disorders*. 2020;20(388):1-8.
22. Galvão de Oliveira Wafae B, Ferreira Lisboa da Silva RM, Horta Veloso H. Propofol for Sedation for Direct Current Cardioversion. *Ann Card Anaesth*. 2019;22(2):113-21.
23. Altose MD. Etomidate-induced Pacemaker-mediated Ventricular Tachycardia. *Anesthesiology*. 2007;106:1059-60.
24. Saif Al Ali M, Musa A, Hamadeh W, Seddik E. Etomidate Shows Prospect as an Anti-Arrhythmic Drug Conferring Safe Sedation and Sinus Conversion Simultaneously. *Dubai Med J*. 2020;3:105-8.

25. Lingamchetty TN, Hosseini SA, Saadabadi A. Midazolam. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. Dostupno na adresi: <https://translate.google.hr/?hl=hr&sl=en&tl=hr&op=translate> (datum pristupa 01.07.2022.)
26. Marrouche NF, Reddy RK, Wittkowsky AK, Bardy GH. High-dose bolus lidocaine for chemical cardioversion of atrial fibrillation: A prospective, randomized, double-blind crossover trial. *Am Heart J.* 2010;139(6):8-11.
27. Stanley TH. Fentanyl. *Journal of Pain and Symptom Management.* 2005;29(58):67-71.
28. Gallagher MM, Yap YG, Padula M, Ward DE, Rowland E, Camm J. Arrhythmic complications of electrical cardioversion: Relationship to shock energy. *Int J Cardiol.* 2008;123(3):307-12.
29. Morani G, Bergamini C, Angheben C, Pozzani L, Cicoira M, Tomasi L, i sur. General anaesthesia for external electrical cardioversion of atrial fibrillation: experience of an exclusively cardiological procedural management. *Europace.* 2010;12:1558-63.
30. Lobo R, Kiernan T. The use of conscious sedation in elective external direct current cardioversion: a single centre experience. *BMJ Quality Improvement Reports.* 2015;1-3.
31. Notarstefano P, Pratola C, Toselli T, Baldo E, Ferrari R. Sedation with Midazolam for Electrical Cardioversion. *PACE.* 2007;30:608-11.
32. Souvatzis X, Kalogridaki M, Mavrakis HE, Kanoupakis EM, Marouli D, Vardas P. i sur. Adding Fentanyl to Etomidate Fails to Reduce Painful Recall of External Direct Current Cardioversion in Adults: A Randomised Trial. *Hellenic J Cardiol.* 2015;56:142-8.

## 8. PRILOZI

### Prilog A - Popis ilustracija

#### Tablice

Tablica 1. Osnovna obilježja bolesnika .....	20
Tablica 2. Razlike u vrijednosti vitalnih parametara prije i poslije kardioverzije .....	20
Tablica 3. Raspodjela bolesnika prema srčanom ritmu prije i poslije kardioverzije .....	21
Tablica 4. Raspodjela bolesnika prema srčanom ritmu prije i poslije kardioverzije .....	21
Tablica 5. Raspodjela bolesnika prema suplementaciji O <sub>2</sub> .....	22
Tablica 6. Razlike u vrijednosti vitalnih parametara poslije kardioverzije u odnosu na lijek za sedaciju .....	23
Tablica 7. Razlike u vrijednosti vitalnih parametara poslije kardioverzije u odnosu na lijek za sedaciju .....	23
Tablica 8. Prikaz izračuna troška liječenja po jednom bolesniku .....	24

#### Slike

Slika 1. Prikaz provodnog sustava srca .....	2
Slika 2. Elektrokardiografska sekvenca P-QRS-T kompleksa .....	4
Slika 3. Prikaz fibrilacije atrijske .....	5
Slika 4. Prikaz undulacije atrijske .....	6
Slika 5. Prikaz supraventrikularne tahikardije .....	8
Slika 6. Prikaz prvog vanjskog defibrilatora .....	10
Slika 7. Prikaz automatskog vanjskog defibrilatora .....	11
Slika 8. Prikaz postavljanja lopatica zaelektrokonverziju .....	12
Slika 9. Raspodjela bolesnika prema lijeku za sedaciju .....	23

## Prilog B – Primjer upitnika za prikupljanje podataka

### Ispunjava liječnik kardiolog i odjelna medicinska sestra

1. Dob \_\_\_\_\_ godina
2. Tjelesna težina \_\_\_\_\_ kg
3. Visina \_\_\_\_\_ cm
4. Spol M Ž
5. Druge medicinske dijagnoze DA / NE
6. Ako da, koje \_\_\_\_\_
7. Alergije na lijekove DA/ NE

### VITALNI PARAMETRI PRIJE POSTUPKA ELEKTROKARDIOVERZIJE

Tlak \_\_\_\_\_  
Puls \_\_\_\_\_  
Tjelesna temperatura \_\_\_\_\_  
Srčani ritam \_\_\_\_\_  
SpO2 \_\_\_\_\_

### Ispunjava liječnik anesteziolog i anesteziološki tehničar

Ordinirani lijek za sedaciju \_\_\_\_\_  
Vrijeme trajanja zahvata \_\_\_\_\_  
Komplikacije tijekom zahvata DA/NE  
Prisutne nuspojave lijeka DA/NE  
Ako DA koje \_\_\_\_\_  
Oporavak nakon anestezije „buđenje“ proteklo uredno DA/NE  
Lijek za oporavak od anestezije DA/NE

### Ispunjava liječnik kardiolog i odjelna medicinska sestra

Uspješna elektrokardioverzija DA/NE  
VITALNI PARAMETRI NAKON „BUĐENJA“ IZ ANESTEZIJE  
Tlak \_\_\_\_\_  
Puls \_\_\_\_\_  
Tjelesna temperatura \_\_\_\_\_

Srčani ritam \_\_\_\_\_

SpO<sub>2</sub> \_\_\_\_\_

