

# Nove spoznaje i postupci u kardiopulmonalnoj reanimaciji

---

Periš, Sara

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:758410>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU MEDICINSKI FAKULTET**

**Sara Periš**

**Nove spoznaje i postupci u kardiopulmonalnoj  
reanimaciji**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2022.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Klinici za anesteziologiju, reanimatologiju i intenzivno liječenje, Kliničkog bolničkog centra Zagreb pod vodstvom prof.dr.sc. Dinka Tonkovića i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2021./2022.

## **POPIS KRATICA**

**ALS** engl. *Advanced Life Support*

**ARDS** akutni respiratorni distres sindrom

**AVD** automatski vanjski defibrilator

**BLS** engl. *Basic Life Support*

**CBF** engl. *cerebral blood flow*

**CO** engl. *cardiac output*

**CPC** engl. *Cerebral Performance Categories*

**CT** komjutorizirana tomografija

**ECMO** engl. *extracorporeal membrane oxygenation*

**EKG** elektrokardiogram

**ERC** engl. *European Resuscitation Council*

**FiO<sub>2</sub>** frakcija udahnutog kisika

**GCS-M** engl. *Glasgow Coma Scale motor response*

**HIBI** engl. *hypoxic-ishaemic brain injury*

**HMP** hitna medicinska pomoć

**ICD** engl. *implantable cardioverter defibrillator*

**IHCA** engl. *in-hospital cardiac arrest*

**ILCOR** engl. *International Liaison Committee on Resuscitation*

**JIL** jedinica intenzivnog liječenja

**KPR** kardiopulmonalna reanimacija

**LBBB** engl. *left bundle branch block*

**LVAD** engl. *left-ventricular assist device*

**MAP** engl. *mean arterial pressure*

**MET** engl. *medical emergency team*

**MR** magnetska rezonanca

**NSE** neuron specifična enolaza

**OHCA** engl. *out-of-hospital cardiac arrest*

**PaO<sub>2</sub>** parcijalni tlak kisika

**PCAS** engl. *post-cardiac arrest syndrome*

**PCI** engl. *percutaneous coronary intervention*

**PEEP** engl. *positive end expiratory pressure*

**PLS** engl. *Paediatric Life Support*  
**pVT** ventrikularna tahikardija bez pulsa  
**ROSC** engl. *return of spontaneous circulation*  
**RRT** engl. *rapid response team*  
**ScvO<sub>2</sub>** centralna venska saturacija kisikom  
**STEMI** infarkt miokarda s elevacijom ST segmenta  
**TTM** engl. *target temperature management*  
**TV** engl. *tidal volume*  
**VF** ventrikularna fibrilacija  
**WLST** engl. *withdrawal of life-sustaining treatment*

# Sadržaj

Sažetak

Summary

1. UVOD .....	1
2. EPIDEMIOLOGIJA .....	2
2.1. Izvanbolnički arest.....	2
2.2. Bolnički arest.....	3
3. OSNOVNO ODRŽAVANJE ŽIVOTA (BLS) .....	5
4. NAPREDNO ODRŽAVANJE ŽIVOTA (ALS).....	6
5. POSTREANIMACIJSKA SKRB .....	8
5.1. Postreanimacijski sindrom.....	8
5.2. Zbrinjavanje dišnog puta nakon ROSC-a.....	9
5.3. Disanje .....	10
5.3.1. Oksigenacija.....	10
5.3.2. Ventilacija .....	10
5.4. Cirkulacija .....	11
5.4.1. Koronarna reperfuzija .....	11
5.4.2. Hemodinamski monitoring .....	12
5.4.3. Hemodinamsko liječenje.....	12
5.5. Unaprjeđenje neurološkog oporavka .....	13
5.5.1. Kontrola epileptičkih grčeva.....	13
5.5.2. Ciljana kontrola temperature (TTM).....	14
5.6. Opća intenzivna medicina .....	14
5.7. Postreanimacijska prognoza .....	15
5.7.1. Klinički pregled .....	16
5.7.2. Neurofiziologija .....	16
5.7.3. Biomarkeri .....	17
5.7.4. Neuroradiološke metode .....	17
5.8. Dugoročni ishod .....	18
6. ZAKLJUČAK .....	19
7. ZAHVALE .....	20
8. LITERATURA.....	21
9. ŽIVOTOPIS .....	29

## Sažetak

### Nove spoznaje i postupci u kardiopulmonalnoj reanimaciji

Iznenadni srčani arrest je treći vodeći uzrok smrti u Europi. Godišnja incidencija OHCA-e u Europi iznosi između 67 i 170 bolesnika na 100,000 stanovnika, a stopa preživljavanja nakon otpusta iz bolnice iznosi u prosjeku 8%. Godišnja incidencija IHCA-e u Europi vodi se između 1,5-2,8 osoba na 1000 bolničkih prijema, dok je šansa za preživljenjem do otpusta/30 dana 15-34%. Osnovno održavanje života stavlja naglasak na prepoznavanje aresta i što ranije započinjanje reanimacije te potiče ranu defibrilaciju korištenjem AVD-a. Svi pružatelji KPR-a trebaju provoditi kompresije prsnog koša, a oni koji su educirani i sposobni trebaju kombinirati kompresije prsnog koša s umjetnim disanjem u omjeru 30:2. Napredno održavanje života na prvo mjesto stavlja kontinuirane kompresije prsnog koša visoke kvalitete s minimalnim pauzama i ranu defibrilaciju upotrebom samoljepljivih elektroda. Endotrahealna intubacija najnapredniji je način uspostave i održavanja dišnog puta. Valnom kapnografijom se potvrđuje i kontinuirano kontrolira položaj tubusa te kvaliteta KPR-a. Uspješnom reanimacijom dolazi do uspostave povratka spontane cirkulacije poslije prolongirane ishemije čitavog tijela. Prolongirana ishemija i reperfuzija uzrokuju globalno oštećenje tkiva i organa. Postreanimacijski sindrom (PCAS) je kombinacija patofizioloških zbivanja poslije srčanog aresta koja uključuje ozljedu mozga, disfunkciju miokarda, sustavni ishemijsko-reperfuzijski odgovor i perzistentnu precipitirajuću patologiju. Postreanimacijska skrb započinje neposredno nakon uspostave povratka spontane cirkulacije, a liječenje postreanimacijskog sindroma podrazumijeva zbrinjavanje multiplih organskih sustava, optimizaciju oksigenacije i ventilacije, hemodinamskih i metaboličkih varijabli te ciljanu kontrolu temperature. Cilj liječenja je potpuni neurološki oporavak, a postreanimacijska prognoza temelji se na multimodalnom pristupu koji uključuje klinički pregled, neurofiziološke pretrage, mjerenje serumskih biomarkera i neuroradiološke metode. Osim mjerenja neurološkog ishoda bitni su problemi koji prate pacijente nakon otpusta iz bolnice, a uključuju kognitivne, emocionalne i fizičke probleme te umor. Sukladno tome, potrebna je funkcionalna provjera fizičkih, kognitivnih i emocionalnih oštećenja prije otpusta pacijenta iz bolnice te kontrolni pregled unutar tri mjeseca u svrhu procjene potrebe za daljnjom rehabilitacijom.

Ključne riječi: kardiopulmonalna reanimacija, postreanimacijski sindrom, postreanimacijska skrb

## Summary

### New insights and procedures in cardiopulmonary resuscitation

Sudden cardiac arrest is the third leading cause of death in Europe. The annual incidence of OHCA in Europe is between 67 and 170 patients per 100,000 inhabitants, and the survival rates at hospital discharge are on average 8%. The annual incidence of IHCA in Europe is between 1,5 and 2,8 people per 1000 hospital admissions, while survival rates at 30 days/hospital discharge range from 15% to 34%. Basic life support puts emphasis on recognizing arrest and starting resuscitation as early as possible and promotes early defibrillation using AED. All providers of CPR should carry out chest compressions, and those who are educated and capable should combine chest compressions with rescue breathing in a ratio of 30:2. Advanced life support prioritizes high-quality continuous chest compressions with minimal interruptions and early defibrillation using self-adhesive electrodes. Endotracheal intubation is the most advanced way to establish and maintain the airway. Wave capnography confirms and continuously monitors the position of the tube and the quality of CPR. Successful resuscitation leads to the establishment of the return of spontaneous circulation after prolonged ischemia of the entire body. Prolonged ischemia and reperfusion cause global damage to tissues and organs. Post-cardiac arrest syndrome (PCAS) is a combination of pathophysiological events after cardiac arrest that include brain injury, myocardial dysfunction, systemic ischemic-reperfusion response and persistent precipitating pathology. Post-resuscitation care begins immediately after the return of spontaneous circulation is established, and treatment of post-cardiac arrest syndrome includes the management of multiple organ systems, optimization of oxygenation and ventilation, hemodynamic and metabolic variables, and targeted temperature control. The goal of the treatment is a complete neurological recovery, and the post-resuscitation prognosis is based on a multimodal approach that includes clinical examination, neurophysiological tests, measurement of serum biomarkers and neuroradiological methods. In addition to measuring the neurological outcome, problems that accompany patients after discharge from the hospital are essential, including cognitive, emotional and physical problems and fatigue. Accordingly, a functional assessments of physical, cognitive and emotional impairments is required before discharging the patient from the hospital and a follow-up within three months in order to identify the need for further rehabilitation.

Keywords: cardiopulmonary resuscitation, post-cardiac arrest syndrome, post-resuscitation care



## 1. UVOD

Kardiorespiratorni arrest je prestanak adekvatne i efektivne srčane funkcije i respiracije koji može progredirati do iznenadne smrti (1). Primjena pravovremene kardiopulmonalne reanimacije (KPR) osnovna je metoda zbrinjavanja ovog hitnog stanja (1).

Metoda izvođenja kardiopulmonalne reanimacije (KPR) je tijekom posljednjih pola stoljeća napredovala i razvijala se sukladno brojnim znanstvenim studijima i boljem razumijevanju fiziologije kardiorespiratornog aresta (2). Počevši od 19. stoljeća sve do 1958. godine manualne metode ventilacije su bile izbor reanimacije žrtava utapanja i drugih uzroka apneje, a izvodile su se pritiskanjem na prsa ili leđa nastradalih nakon čega bi im se podizale ruke uzrokujući izdisaj praćen udisajem (3,4). Istraživanja Elama (5) i Safara (6) su unaprijedila manualnu metodu ventilacije u umjetno disanje, usta na usta, koje se, naspram manualnih metoda pokazalo učinkovitim uvijek kada je ispravno učinjeno (6). Koncept masaže srca započeo je animalnim istraživanjima Kouwenhovena 1960-tih godina i predloženom frekvencijom masaže srca 60 puta u minuti te omjerom izvođenja kompresija i umjetnog disanja 5:1 (7). Prvu defibrilaciju na otvorenom prsnom košu čovjeka izveo je Claude Beck 1947. godine (8), a nedugo nakon Zoll je izveo prvu vanjsku defibrilaciju na zatvorenom prsnom košu (9).

Prvi sustavi vanbolničke hitne službe pojavili su se 1960-ih i 1970-ih godina (10) potaknuti otkrićem KPR-a i velikim brojem građana ozljeđivanih ili umrlih u prometnim nesrećama (2). Sukladno tome, edukacija medicinskih pružatelja i javnosti o kardiopulmonalnoj reanimaciji imala je ključnu ulogu u povećavanju mogućnosti spašavanja pacijenata u srčanom arestu, osobito u izvanbolničkim uvjetima (2).

Na području Europe, predvodnik edukacije o reanimaciji su smjernice Europskog vijeća za reanimatologiju (ERC, European Resuscitation Council) za prevenciju i liječenje srčanog aresta i životno ugrožavajućih hitnih stanja (11). Prve ERC smjernice predstavljene 1992. godine u Brightonu pokrivala su osnovno (BLS – Basic Life Support) (12) i napredno održavanje života (ALS – Advanced Life Support) (13). Slijedile su Smjernice za održavanje života djece (PLS – Paediatric Life Support) (14) i smjernice za zbrinjavanje periarestnih aritmija (15) 1994. na drugom Kongresu u Mainzu, Smjernice za osnovno i napredno održavanje dišnog puta i ventilaciju tijekom reanimacije na trećem Kongresu u Sevilli 1996. (16), te ažurirane Smjernice na četvrtom Znanstvenom Kongresu ERC-a u Kopenhagenu 1998.

(17,18). Internacionalne smjernice napravljene su 2000. godine u suradnji s Međunarodnom suradnom komisijom za reanimatologiju (ILCOR, International Liaison Committee on Resuscitation) (19) koje je ERC sažeo 2001. godine (20). Nadalje, ERC smjernice objavljujane su svako pet godina: 2005. (21), 2010. (22) i 2015. (23). Od 2017. godine ERC je objavljivao godišnja ažuriranja (24,25) temeljena na dokumentu Međunarodnog konsenzusa o znanosti KPR-a s preporukama za liječenje (CoSTR, International Consensus on CPR Science with Treatment Recommendation) (26,27). Smjernice iz 2020. godine obradile su reanimaciju u kontekstu koronavirus bolesti 2019. (COVID-19) (28). Najnovije smjernice iz 2021. godine predstavljaju nove ažurirane spoznaje o reanimaciji i pružaju smjernice temeljene na dokazima za laike, pružatelje zdravstvenih usluga te one odgovorne za zdravstvenu politiku diljem Europe (11).

## **2. EPIDEMIOLOGIJA**

Iznenadni srčani arrest je treći vodeći uzrok smrti u Europi (29–31). Čimbenici preživljavanja izvanbolničkog aresta i bolničkog aresta dobro su utvrđeni, no postoje značajne varijacije incidencije i ishoda (32). Varijacije mogu proizaći uslijed razlika u prikupljanju podataka, različitog case-mixa (npr. dob, socioekonomski status, komorbiditeti), strukturnih razlika (npr. različito organizirani sustavi hitne medicinske pomoći (HMP) ili razlike u ustrojstvu bolničkih timova za reanimaciju, geografske varijacije), postupka skrbi (npr. vrijeme odziva hitne medicinske službe, vrijeme do defibrilacije, postreanimacijska skrb) kao i različite individualne kvalitete liječenja (npr. kvaliteta KPR-a, pruženih intervencija, odluke o započinjanju i prestanku reanimacije) (33). U svrhu prijavljivanja istih podataka i boljeg razumijevanja epidemiologije srčanog aresta početkom 1990-tih godina objavljene su Utstein preporuke (34).

### **2.1. Izvanbolnički arrest**

Incidencija izvanbolničkog aresta (OHCA, out-of-hospital-cardiac arrest) bazira se na prijavama slučajeva kojima je prisustvovala hitna medicinska služba, a koji su podijeljeni u one gdje je reanimacija započeta i one gdje nije (32). Najopsežnije informacije o epidemiologiji srčanog aresta u Europi pruža projekt ERC-a, EuReCa istraživanje (European Registry of

Cardiac Arrest) (29,35). Godišnja incidencija OHCA-e u Europi iznosi između 67 i 170 bolesnika na 100,000 stanovnika, a reanimacija je započeta ili nastavljena u 50-60% slučajeva (između 19 i 97 na 100,000 stanovnika) (32). Stopa pružanja KPR-a od strane laika varira među i unutar država (prosječno 58%, raspon 13-83%) dok primjena automatskih vanjskih defibrilatora (AVD) nastavlja biti rijetka (prosječno 28%, raspon 3,8-59%) (32). KPR navođen od dispečera HMP-a uspostavljen je u 80% europskih država, a 75% država ima registar AVD-a (32). Većina država (90%) ima pristup jedinici za postreanimacijsku skrb (32). Stopa preživljavanja nakon otpusta iz bolnice iznosi u prosjeku 8%, s varijacijama od 0 do 18% (32).

Lanac preživljavanja za žrtve izvanbolničkog aresta prvi puta je opisao Ahnefeld 1967. godine u svrhu naglaska svih vremenski osjetljivih intervencija da bi se maksimalno povećala šansa za preživljenjem (36). Prva karika u lancu preživljavanja je rano prepoznavanje srčanog aresta i poziv hitne medicinske pomoći koji treba biti praćen ranim KPR-om od strane laika, sa ili bez navođenja od dispečera (32). Reanimacija od strane laika pokazala se jednim od glavnih čimbenika koji utječu na preživljavanje oboljelih od OHCA-e, te je povezana sa povećanjem preživljenja uz povoljne neurološke ishode (37,38). Osim o inicijalnom pokušaju reanimacije, preživljenje nakon OHCA-e ovisi o različitim čimbenicima koji doprinose heterogenosti stope preživljavanja unutar Europe: spol (39,40), uzrok, inicijalni arestni ritam (41-44), prethodni i postojeći komorbiditeti (45,46), mjesto događaja (47,48), socioekonomska deprivacija (49,50), etnicitet (51). Dostupnost specifičnih postreanimacijskih mjera poput rane perkutane koronarne intervencije (PCI, percutaneous coronary intervention) (52) i terapijske hipotermije (TTM, target temperature management) (53,54) daljnji su čimbenici koji utječu na varijabilnost preživljavanja pacijenata (32). Na državnoj razini, utjecaj na broj preživjelih i njihovu naknadnu kvalitetu života imaju javnozdravstvena politika te poduzete legalne i strateške inicijative (55).

## **2.2. Bolnički arest**

Prava incidencija bolničkog aresta (IHCA, in-hospital-cardiac arrest) ne može se generalizirati jer svi pacijenti koji preminu u bolnici imaju srčani arest, no nisu svi slučajevi srčanog aresta razmatrani za reanimaciju (32). Godišnja incidencija IHCA-e u Europi vodi se između 1,5-2,8 osoba na 1000 bolničkih prijema (32). Utjecaj spola na incidenciju proizlazi iz veće prevalencije i višeg mortaliteta kardiovaskularnih bolesti u muškaraca (56), gdje je omjer incidencije muškaraca i žena 1,4-1,6 naspram 1 (57). Postoje dvije glavne razlike između

bolničkog i izvanbolničkog aresta u smislu prepoznavanja i prevencije aresta (32). Prvo, u bolničkim uvjetima pogoršanje vitalnih znakova satima ili danima prije navještava životno ugrožavajuće događaje koji se stoga mogu rano prepoznati i prevenirati (58). Nadalje, primjereno monitoriranje pacijenata trebalo bi omogućiti detekciju rizičnih pacijenata i pravovremenu reakciju hitnog medicinskog tima (MET, medical emergency team) ili tima za brzi odgovor (RRT, rapid response team) prije samog nastanka srčanog aresta (59). Implementacija MET-a povezana je sa značajnim smanjenjem bolničkog mortaliteta i incidencije kardiorespiratornog aresta (60).

Čimbenike koji utječu na ishod pacijenata nakon IHCA-e možemo podijeliti na promjenjive i nepromjenjive (32). Nepromjenjivi čimbenici uključuju dob, spol i komorbiditete (32). Promjenjivi čimbenik velike važnosti je mjesto nastanka aresta, tj. adekvatno monitoriranje pacijenta koje omogućuje prepoznavanje aresta, a nedostatak istog povezan je sa smanjenom šansom za preživljenjem (61). Monitoriranje elektrokardiogramom (EKG) u vrijeme kolapsa povezano je sa smanjenjem rizika od smrti nakon IHCA-e za 38% (32). Prvi zabilježeni ritam na EKG-u je prediktivan za preživljenje, gdje je s većim preživljenjem povezana ventrikularna fibrilacija (VF) kao inicijalni ritam (61,62). Dodatni čimbenik preživljenja je vrijeme nastanka aresta, s većim preživljenjem kada nastane za vrijeme radnih sati od ponedjeljka do petka (63). Povratak spontane cirkulacije (ROSC, return of spontaneous circulation) varira od 36% (64) do 54% (65), dok je šansa za preživljenjem do otpusta/30 dana 15% (64) do 34% (65).

### 3. OSNOVNO ODRŽAVANJE ŽIVOTA (BLS)

Osnovno održavanje života (BLS) podrazumijeva postupke koje može provoditi laik ili medicinsko osoblje u situacijama kada nema pristup opremi za podršku vitalnih funkcija i dijagnostiku (66).

Prije početka bilo koje intervencije potrebno je kratko provjeriti vlastitu sigurnost i sigurnost žrtve i promatrača (66). Slijedi provjera stanja svijesti tako da se žrtvu lagano protrese za ramena i glasno upita „Jeste li dobro?“ (66). Provjera i otvaranje dišnog puta radi se zabacivanjem glave nakon čega se procjenjuje disanje gledanjem podizanja prsnog koša, slušanjem disanja i osjećanjem daha na licu u trajanju od 10 sekundi (67). Ako je osoba bez svijesti i ne diše normalno potrebno je pozvati hitnu medicinsku pomoć i započeti reanimaciju (66). Ukoliko je netko drugi dodatno prisutan treba ga uputiti da nađe i donese automatski vanjski defibrilator (67). Svi pružatelji KPR-a trebaju započeti postupak kompresija prsnog koša, a oni koji su uvježbani i sposobni trebaju kombinirati kompresije prsnog koša s umjetnim disanjem, u omjeru 30 : 2 (67). Reanimacija samo s kompresijama prsnog koša može se raditi ako KPR provodi osoba koja je svjedočila arestu, a nije uvježbana za umjetno disanje ili ga ne želi raditi (66).

Za prepoznavanje aresta kao dijagnostički kriteriji preporučeni su neregiranje žrtve pri procjeni stanja svijesti i odsutno ili abnormalno disanje (67). Agonalno disanje je nenormalni oblik disanja koji se javlja kod otprilike polovice žrtava, a može se opisati kao stenjanje, uzdisanje, grgljanje, hrkanje, struganje, jedva ili povremeno disanje, bučno, teško ili otežano disanje (67). Bitno je prepoznati agonalno disanje i ne zamijeniti ga s normalnim disanjem kako bi se započela rana kardiopulmonalna reanimacija (67).

Najbitnija sastavnica učinkovite KPR ključna za poboljšanje ishoda su kompresije prsnog koša čija učinkovitost ovisi o ispravnom položaju ruku, dubini, brzini i stupnju otpuštanja kompresija (67). Kompresije se izvode na sredini prsa, tj. na donjoj polovici prsne kosti brzinom od 100 do 120 kompresija u minuti, a dubina kompresija mora biti 5-6cm (67). Bitno je nakon svake kompresije omogućiti da se prsni koš vrati u početni položaj te smanjiti prekide u kompresijama (67). Ako se provodi umjetna ventilacija potrebno je utrošiti 1 sekundu na upuhaj dovoljnog volumena da bi se osiguralo odizanje prsnog koša (67). Rana defibrilacija AVD-om povećava preživljavanje te je bitno tijekom korištenja AVD-a prekide u kompresijama prsnog koša svesti na minimum (66).

#### 4. NAPREDNO ODRŽAVANJE ŽIVOTA (ALS)

Potreba za produljenim ili naprednim održavanjem života podrazumijeva korištenje određenih pomagala za kontrolu disanja, procjenu ritma, cirkulacije, nezanemarivu uporabu monitora, defibrilatora, farmakološku potporu i dijagnostiku (66).

Zbrinjavanje dišnog puta tijekom KPR-a raznovrsnih je pristupa, a preporučuje se stupnjeviti pristup ovisan o vještinama spašavatelja do uspostave efektivne ventilacije (68). Pomagala za napredno održavanje dišnog puta su orofaringealni usnik, supraglotički airway (laringealna maska, i-gel) i endotrahealna intubacija (66). Endotrahealna intubacija je najbolji i najsigurniji način uspostave i održavanja prohodnosti dišnog puta (66). Istodobno osigurava dišni put od aspiracije, sprječava nakupljanje zraka u želudac, regurgitaciju i povraćanje te olakšava vanjsku masažu srca i omogućava ventilaciju stopostotnim kisikom (66). Ukoliko postoji potreba za trahealnom intubacijom, cilj je da pauza u kompresijama tijekom intubacije ne traje dulje od 5 sekundi (68). Potvrda pravilno postavljenog tubusa je obostrano podizanje prsnog koša i šum disanja nad oba plućna krila (66). Za dodatnu potvrdu položaja tubusa i kontinuirano monitoriranje endotrahealnog tubusa i kvalitete reanimacije koristi se valna kapnografija (68). Nedostatci intubacije su visok postotak neuspješnog postavljanja, mogućnost ispadanja tubusa ili upadanja u jedan bronh te produljeno vrijeme za postavljanje koje smanjuje vrijeme uspješne reanimacije i preživljenje (66).

Umjetnu ventilaciju potrebno je započeti što prije dajući najveću moguću koncentraciju udahnutog kisika kako bi se maksimalno povećala isporuka kisika mozgu i smanjila hipoksično-ishemijska ozljeda moga (68). Ventilacija se najčešće provodi pomoću samoširećeg balona metodom ventilacije na masku ili pomoću naprednih pomagala (68). Prilikom ventilacije na masku preporuka je tijekom KPR-a dati dvije ventilacije u trajanju od jedne sekunde nakon svakog slijeda od 30 kompresija prsnog koša (68). Nakon postavljanja supraglotičkog airwaya ili trahealnog tubusa pluća se ventiliraju 10 puta u minuti s neprestanim kontinuiranim kompresijama prsnog koša (68).

Srčani ritmovi povezani s arestom dijele se u one koji se defibriliraju, tj. ventrikularnu fibrilaciju (VF) i ventrikularnu tahikardiju bez pulsa (pVT) te one koji se ne defibriliraju, a to su asistolija i električna aktivnost bez pulsa (PEA, pulseless electrical activity) (66,68). Osim potrebe za defibrilacijom, drugi postupci u reanimaciji su jednaki (68).

Kontinuirani je naglasak na minimalne prekide kompresija prsnog koša visoke kvalitete i ranu defibrilaciju tijekom naprednog održavanja života (68). Kontinuirane kompresije trebaju trajati za vrijeme namještanja elektroda defibrilatora i tijekom punjenja. Prestanak kompresija treba trajati manje od 5 sekundi za vrijeme isporuke šoka nakon čega se odmah nastavlja (68). Šok se isporučuje jednom nakon čega slijedi ciklus kompresija u trajanju od dvije minute (68). Isporuka tri uzastopna šoka koristi se samo kod pojave inicijalne ventrikularne fibrilacije (VF) ili tahikardije bez pulsa (pVT) tijekom monitoriranog aresta, npr. prilikom kateterizacije srca (68).

Primjena lijekova i infuzije u reanimaciji primarno je intravenskim putem (iv.) postavljanjem perifernog venskog puta. Ako venski put nije moguće uspostaviti potrebno je postaviti intraosealnu iglu za primjenu infuzije i lijekova (66). Najčešće primjenjivani lijekovi u reanimaciji su vazopresori, antiaritmici i trombolitici (68). Adrenalin je vazopresor izbora, a primjenjuje se u dozi od 1mg iv. odmah kod ritmova koji nisu za defibrilaciju (asistolija, električna aktivnost bez pulsa) te poslije trećeg isporučenog šoka kod ritmova za defibrilaciju (68). Potrebno je ponavljati primjenu 1mg iv. tijekom trajanja ALS-a svakih 3 do 5 minuta (68). Antiaritmik prvog izbora je amiodaron koji primjenu nalazi kod ritmova za defibrilaciju (VF, pVT), a primjenjuje se nakon trećeg isporučenog šoka u dozi 300 mg iv. te nakon petog šoka u dozi 150mg iv. (68). Trombolitički lijekovi koriste se pri sumnji ili potvrđenoj dijagnozi plućne embolije kao uzroka aresta, a intravenska primjena infuzije indicirana je kod aresta uzrokovanog hipovolemijom (68).

Korištenje ultrazvuka uz krevet može biti korisno pri dijagnostici uzroka aresta koji se mogu liječiti poput srčane tamponade i pneumotoraksa, no ne smije uzrokovati dodatne pauze kompresija prsnog koša (68).

Rutinska uporaba uređaja za mehaničku kompresiju prsnog koša se ne preporučuje, no mogu biti alternativa u situacijama gdje su kontinuirane manualne kompresije nepraktične ili ugrožavaju sigurnost (68). Metode izvantjelesnog održavanja života mogu imati ulogu kao spasonosna terapija kod određenih pacijenata kod kojih standardne mjere naprednog održavanja života nisu uspješne ili da bi se olakšale specifične intervencije poput koronarografije i PCI (68).

Ako se naprednim mjerama kardiopulmonalne reanimacije ne uspije uspostaviti spontani krvotok u roku od 20 minuta nakon posljednjeg pipljivoga pulsa preporuka je obustava

reanimacije (66,68). Izuzetak su reanimacija male djece, reanimacija nakon električnog udara, utapanja ili pothlađenja te ako se radi o potencijalnoj eksplantaciji organa (66). Obustava kardiopulmonalne reanimacije može biti i prije, odmah nakon provedenih postupaka ALS-a, ako se dobiju podaci o neizlječivoj bolesti, provjereni podaci o trajanju aresta duljem od 10 minuta bez učinkovitih mjera KPR-a te kad je bolesnik potpuno apnoičan, bez VF-a ili pVT-a na inicijalnom EKG-u i bez reakcije zjenice na svjetlo unatoč optimalno provedenom ALS-u (66).

## **5. POSTREANIMACIJSKA SKRB**

### **5.1. Postreanimacijski sindrom**

Povratak spontane cirkulacije (ROSC) poslije prolongirane ishemije čitavog tijela je patofiziološko stanje postignuto uspješnom kardiopulmonalnom reanimacijom (69). Iako prolongirana ishemija inicijalno uzrokuje globalno oštećenje tkiva i organa, dodatno oštećenje događa se tijekom i nakon reperfuzije (70,71). Postreanimacijski sindrom (PCAS, post-cardiac arrest syndrome) je kombinacija patofizioloških zbivanja poslije srčanog aresta koja uključuje ozljedu mozga, disfunkciju miokarda, sustavni ishemijsko-reperfuzijski odgovor i perzistentnu precipitirajuću patologiju (69). Težina navedenih ozljeda nakon ROSC-a razlikuje se među pacijentima i ovisi o težini ishemijskog infarkta, uzroku srčanog aresta te zdravstvenog stanja pacijenta prije aresta (69). Ako je ROSC uspostavljen brzo nakon nastanka aresta neće doći do postreanimacijskog sindroma (69). Mehanizam ozljede mozga uključuje promijenjenu homeostazu kalcija, stvaranje slobodnih radikala, mitohondrijsku disfunkciju, aktivaciju proteaze te upalu, a pridonose joj i čimbenici poput hipotenzije, hipoksemije, pireksije, hipoglikemije, edema mozga i epileptičkih grčeva (69). Ishemijske promjene u srcu uzrokuju disfunkciju miokarda koja često može biti uzrok rane smrtnosti nakon aresta, a očituje se prolaznom globalnom disfunkcijom koja započinje minute nakon aresta, klinički je prepoznatljiva 7 sati nakon ROSC-a te do potencijalno potpunog oporavka dolazi unutar 48 do 72 sata (72). Išemija i reperfuzija čitavog organizma uzrokuje generaliziranu aktivaciju imunoloških i koagulacijskih puteva koji povećavaju rizik od višestrukog zatajenja organa i infekcije (69). Sustavna ishemijsko-reperfuzijska ozljeda klinički se prezentira deplecijom



intravaskularnog volumena, poremećajem vazoregulacije, poremećajem dostave i korištenja kisika te povećanom osjetljivosti na infekcije (69).

Postreanimacijska skrb započinje neposredno nakon uspostave povratka spontane cirkulacije, a optimalno liječenje postreanimacijskog sindroma podrazumijeva zbrinjavanje multiplih organskih sustava, optimizaciju ventilacije, hemodinamskih i metaboličkih varijabli te ciljanu kontrolu temperature (TTM) (73).

Dijagnoza uzroka srčanog aresta početak je postreanimacijske skrbi (74). Ukoliko postoje klinički (npr. hemodinamska nestabilnost) ili EKG dokazi ishemije miokarda, koronarna angiografija je prvi postupak koji nadalje može biti praćen kompjutoriziranom tomografijom (CT) mozga i/ili CT angiografijom pluća ukoliko se na koronarnoj angiografiji ne nađe uzročna lezija (74). Rana identifikacija respiratornog ili neurološkog uzroka aresta može se postići CT-om mozga ili prsnog koša prilikom prijema u bolnicu, prije ili poslije koronarografije (74). U slučaju postojanja neuroloških ili respiratornih znakova i simptoma prije aresta (npr. glavobolja, epileptički grčevi ili neurološki deficit, dispneja, zabilježena hipoksemija kod pacijenata s poznatom respiratornom bolesti) potrebno je napraviti CT mozga i/ili CT angiografiju pluća (74).

## **5.2. Zbrinjavanje dišnog puta nakon ROSC-a**

Nakon uspostave povratka spontane cirkulacije potrebno je nastaviti osiguravanje dišnog puta i ventilaciju (74). Pacijenti kod kojih je trajanje aresta bilo kratko s ubrzim povratkom cerebralne funkcije i dišu normalno ne zahtijevaju trahealnu intubaciju, no može im se dati kisik na masku ako saturacija kisikom arterijske krvi iznosi manje od 94% (74). Ako pacijenti nakon ROSC-a ostanu komatozni ili imaju drugu kliničku indikaciju za sedaciju i mehaničku ventilaciju potrebno je osigurati dišni put trahealnom intubacijom ukoliko isto nije napravljeno tijekom KPR-a (74). Ispravan položaj tubusa potrebno je potvrditi kapnografijom (74). Trahealna intubacija nakon ROSC-a olakšava daljnje korake postreanimacijske skrbi koja uključuje kontroliranu oksigenaciju i ventilaciju, zaštitu pluća od aspiracije želučanog sadržaja, kontrolu epileptičkih grčeva i ciljanu kontrolu temperature (74). U svrhu sprječavanja pneumonije povezane s mehaničkom ventilacijom može se razmotriti uporaba trahealnog tubusa s subglotičnom drenažom (73).

## 5.3. Disanje

### 5.3.1. Oksigenacija

Cerebralna ishemija kao posljedica postreanimacijskog sindroma je povezana s lošim ishodom (75). Davanje više kisika može povećati oksigenaciju mozga (76), no velike vrijednosti kisika povećavaju količinu štetnih kisikovih radikala (77). Hipoksemija, definirana kao vrijednost parcijalnog tlaka kisika ( $\text{PaO}_2$ ) manja od 60mmHg ili omjer  $\text{PaO}_2$  i frakcije udahnutog kisika ( $\text{FiO}_2$ )  $< 300$ , povećava vjerojatnost daljnjeg srčanog aresta i pridonosi sekundarnoj ozljedi mozga (73). Suprotno, hiperoksija ( $\text{PaO}_2 \geq 300\text{mmHg}$ ) ima potencijal uzrokovati oksidacijski stres pogoršavajući neurološku ozljedu i povećavajući mortalitet (78,79). Stoga je potrebno izbjegavati prolongirano korištenje stopostotnog kisika (npr. tijekom prijevoza) koje može uzrokovati ekstremnu hiperoksiju (80).

Kod većine pacijenata nakon srčanog aresta kontrola oksigenacije zahtijeva trahealnu intubaciju i mehaničku ventilaciju barem 24 do 72 sata (74). Iznimka su pacijenti sa potpuno očuvanom svijesti i prohodnim dišnim putem koje bi trebalo liječiti kisikom na masku ili neinvazivnom ventilacijom uz ciljanu vrijednost periferne saturacije kisikom ( $\text{SpO}_2$ ) 94-98% (74). Nakon ROSC-a potrebno je monitorirati oksigenaciju pulsним oksimetrom ili po mogućnosti ranim uzorkovanjem arterijske plinske analize (74). Vrijednosti oksigenacije rano nakon ROSC-a razlikuju se među pacijentima te je stoga potrebno titrirati udahnuti kisik prilagođavajući protok kisika kod ventilacije maskom ili  $\text{FiO}_2$  kod mehaničke ventilacije s ciljem postizanja vrijednosti  $\text{SpO}_2$  od 94-98% ili  $\text{PaO}_2$  od 10-13kPa tj. 75-100mmHg (73,74). Potrebno je izbjegavati visoke vrijednosti pozitivnog tlaka na kraju izdisaja (PEEP, positive end expiratory pressure) koje povećavajući intratorakalni tlak uzrokuju smanjenje venske drenaže mozga te sukladno tome dolazi do povećanja volumena cerebralne krvi i intrakranijalnog tlaka (ICP, intracranial pressure) (73).

### 5.3.2. Ventilacija

Uspostavom povratka spontane cirkulacije nerijetko dolazi do hiperkapnije, tj. povišenja vrijednosti parcijalnog tlaka ugljikovog dioksida ( $\text{PaCO}_2$ ) zbog hipoventilacije tijekom aresta i oslabljene perfuzije tkiva (81), uzrokujući kombiniranu respiratornu i metaboličku acidozu (82). Hiperkapnija povisuje cerebralni protok krvi, volumen cerebralne krvi i ICP, dok hipokapnija uzrokuje vazokonstrikciju koja može smanjiti protok krvi s posljedičnom

ishemijom mozga (83). Preporučeno je održavanje normokapnije, tj. razina PaCO<sub>2</sub> u vrijednosti 35-45mmHg (4,5-6,0 kPa) (73). Glavni oblik kontrole PaCO<sub>2</sub> u mehanički ventiliranih pacijenata je prilagodba minutnog volumena mijenjanjem frekvencije ventilacije i/ili respiracijskog volumena (VT, tidal volume) (74). Standard brige je ograničavanje respiracijskog volumena i korištenje strategije zaštitne ventilacije (engl. protective lung ventilation), osobito kod pacijenata s akutnim respiratornim distres sindromom (ARDS, acute respiratory distress syndrome) koji nije neuobičajen nakon srčanog aresta, a povezan je s lošijim ishodom (84). Strategija zaštitne ventilacije podrazumijeva upotrebu respiracijskog volumena od 6-8mL/kg idealne tjelesne mase i održavanje plato tlaka  $\leq 30$  cmH<sub>2</sub>O, a u svrhu smanjenja incidencije ventilatorom uzrokovane ozljede pluća (73).

## **5.4. Cirkulacija**

### **5.4.1. Koronarna reperfuzija**

Akutni koronarni sindrom je česti uzrok OHCA-e, a aritmija uzrokovana ishemijom miokarda najčešći uzrok iznenadne srčane smrti odraslih (73). Rana PCI povezana je s preživljenjem i povoljnim neurološkim ishodom nakon OHCA-e, no glavni izazov je identifikacija najboljih kandidata za koronarnu angiografiju među reanimiranim pacijentima (74). Pacijenti s elevacijom ST segmenta (STEMI) ili blokom lijeve grane snopa (LBBB, left bundle branch block) na EKG-u očitom poslije ROSC-a imaju akutnu koronarnu leziju u više od 80% slučajeva te je kod njih indicirana primarna PCI (85). Kod OHCA pacijenata bez ST elevacije odluka za ranu koronarografiju temelji se na procjeni prisutnosti hemodinamske ili električne nestabilnosti i ishemije miokarda u tijeku (74). Ako je ishemijski uzrok vjerojatan, pristup je jednak kao kod STEMI-ja (74). Kod pacijenata s niskom vjerojatnošću ishemije kao uzroka aresta, koji su hemodinamski stabilni, odgoda koronarografije nekoliko sati ili dana omogućava inicijalno zbrinjavanje u jedinici intenzivnog liječenja (JIL) te rani početak postreanimacijske skrbi (hemodinamska optimizacija, zaštitna ventilacija, TTM) i prognostike (74).

### **5.4.2. Hemodinamski monitoring**

Liječenje je potrebno provoditi na temelju vrijednosti krvnog tlaka, minutnog volumena (CO, cardiac output), centralne venske saturacije kisikom (ScvO<sub>2</sub>), izlučivanja urina i klirensa laktata (73). Postavljanjem arterijske kanile omogućava se kontinuirani monitoring krvnog tlaka, a kod hemodinamski nestabilnih pacijenata razmatra se kontinuirano mjerenje minutnog volumena i ScvO<sub>2</sub> (73,74). Primjenom neinvazivnog i invazivnog monitoringa te rane ehokardiografije moguće je identificirati srčanu patologiju, kvantificirati stupanj disfunkcije miokarda i usmjeriti hemodinamsko zbrinjavanje (74).

### **5.4.3. Hemodinamsko liječenje**

Srednji arterijski tlak (MAP, mean arterial pressure) je jedna od glavnih odrednica cerebralnog protoka krvi (CBF, cerebral blood flow) (86). Visoka vrijednost MAP-a je načelno potrebna kod ozljeda mozga bez anoksije zbog moždanog oticanja i povišenog ICP-a (74). Međutim, mnogi pacijenti poslije aresta imaju oštećenu CBF autoregulaciju što znači da pri nižim MAP vrijednostima CBF može ovisiti o MAP-u uz povišeni rizik od cerebralne hipoperfuzije ili hiperemije i intrakranijalne hipertenzije (74). Hipotenzija (MAP < 65mmHg) je postojano vezana uz loš ishod te je potrebno vrijednost srednjeg arterijskog tlaka (MAP) regulirati da se postigne adekvatno izlučivanje urina (>0,5mL/kg/h) i normalna ili padajuća vrijednost laktata (74,84).

Tijekom inducirane blage hipotermije normalan fiziološki odgovor je bradikardija (73,74) koja većinom ne ugrožava hemodinamiku i povezana je sa boljim neurološkim ishodom (87). Stoga, nije potrebno liječiti bradikardiju (srčana frekvencija od 30-40/min) ukoliko su krvni tlak, ScvO<sub>2</sub> i klirens laktata primjereni, tj. nema znakova hipoperfuzije (73,74). U suprotnom, treba razmotriti povisiti ciljnu temperaturu, ne više od 36°C (73,74).

Disfunkcija miokarda poslije reanimacije uzrokuje hemodinamsku nestabilnost koja se očituje kao hipotenzija, smanjeni srčani volumen i aritmije (88). Perfuziju je potrebno održavati nadoknadom tekućine, vazoaktivnim i inotropnim lijekovima (74). Bitno je izbjegavati hipotonične tekućine koje mogu pogoršati oticanje mozga (73). Preporuka su izotonične tekućine s balansiranim elektrolitima, Ringerova otopina i Plasma-Lyte (73). Noradrenalin je najčešće korišten vazopresor kod pacijenata poslije aresta te je preporuka korištenje

noradrenalina kao vazoaktivni lijek prvog izbora kod hipotenzivnih pacijenata poslije aresta (74). Među inotropnim lijekovima, dobutamin se smatra lijekom izbora (89).

Kod pacijenata gdje je zbog kardiogenog šoka uslijed zatajenja lijeve klijetke potpora cirkulaciji nadoknadom tekućine, inotropima i vazoaktivnim lijekovima nedovoljna, potrebno je razmotriti ugradnju uređaja mehaničke potpore cirkulaciji (74). Mehanička potpora cirkulaciji može biti ugradnja intraaortalne balon pumpe, mehanička cirkulacijska potpora lijevoj klijetki (LVAD, left-ventricular assist device) ili arterijsko-venska ekstrakorporalna membranska oksigenacija (ECMO, extracorporeal membrane oxygenation), a odabir je individualan (74). Korištenje LVAD-a ili ECMO-a je potrebno razmotriti i kod hemodinamski nestabilnih pacijenata s akutnim koronarnim sindromom i rekurentnom ventrikularnom tahikardijom (pVT) ili fibrilacijom (VF) usprkos optimalnom liječenju (90). Ugradbeni kardioverter defibrilator (ICD, implantable cardioverter defibrilator) može prevenirati iznenadnu srčanu smrt kod pacijenata koji su preboljeli životno ugrožavajuću aritmiju (90).

## **5.5. Unaprjeđenje neurološkog oporavka**

### **5.5.1. Kontrola epileptičkih grčeva**

Epileptički grčevi se pojavljuju kod 20 do 30% pacijenata sa srčanim arestom u JIL-u te su uobičajeno znak teške hipoksično-ishemijske ozljede mozga (74). Mogu se prikazivati kao kliničke konvulzije ili kao tipična aktivnost na EEG-u (74). Mioklonusi su iznenadne, kratke, nehotične mišićne kontrakcije koje su najčešći oblik epileptičkih grčeva kod pacijenata poslije aresta (91). Često su generaliziranog oblika, no mogu se pojavljivati fokalno (npr. periodično otvaranje očiju, kontrakcije dijafragme, gutanje) ili multi-fokalno (91). Uobičajeno se razvijaju tijekom prva dva dana poslije aresta, a prolaze u prvim danima ili tjednu (74). Mioklonusi su oblik epileptičkih grčeva najviše prediktivan za nepovoljan ishod i lošu prognozu (91). Lance-Adams sindrom je manje česti oblik mioklonusa koji se razvija kod pacijenata koji su došli svijesti (91). Češće se pojavljuje nakon srčanog aresta primarno hipoksične etiologije, a veže se uz dobar ishod (91). Fokalni i generalizirani toničko-klonički epileptički grčevi se pojavljuju rjeđe od mioklonusa, ali su također vezani uz nepovoljan ishod (91).

Kontinuirani EEG monitoring je dijagnostički postupak za detekciju odgovarajućih elektrografskih epileptiformnih aktivnosti (74). Liječenje epileptičkih grčeva podrazumijeva

antiepileptičke lijekove i sedaciju (74). Lijekovi za sedaciju poput propofola i benzodiazepina rutinski se koriste prvih dana nakon aresta tijekom mehaničke ventilacije i TTM-a, a imaju učinak na supresiju mioklonih epileptičkih grčeva i epileptiformne aktivnosti na EEG-u (73). Antikonvulzivi prvog izbora su levetiracetam i valproat, dok rutinska profilaksa epileptičkih grčeva kod pacijenata nakon aresta nije preporučena (74).

### **5.5.2. Ciljana kontrola temperature (TTM)**

Hipotermija smanjuje metaboličku potrošnju kisika u mozgu prosječno za 6% za svako smanjenje unutrašnje tjelesne temperature od jednog Celzijevog stupnja i reducira otpuštanje ekscitatornih aminokiselina i slobodnih radikala (73). Preporuka je TTM provoditi kod svih odraslih pacijenata s OHCA i IHCA koji ostaju u komatoznom stanju nakon ROSC-a neovisno o inicijalnom srčanom ritmu (84). Ciljana temperatura treba biti između 32 i 36 Celzijevih stupnjeva te ju je potrebno održavati barem 24 sata (73). Hlađenje prije hospitalizacije brzim infuzijama velikog volumena hladne intravenske tekućine neposredno nakon ROSC-a je kontraindicirano (84). Hlađenje sa učinkovitim monitoriranjem temperature i minimalnim temperaturnim fluktuacijama je metoda izbora (73). Endovaskularni kateteri za hlađenje i gelom obloženi ljepljivi jastučići za hlađenje omogućuju bržu indukciju hipotermije i učinkovitije održavanje temperature i minimalne fluktuacije temperature naspram pokrivača za hlađenje (92). Pojava tresavice tijekom blage hipotermije je povezana s boljim neurološkim ishodom jer je znak normalnog fiziološkog odgovora na hladnoću (73). Ponovno zagrijavanje pacijenta potrebno je provoditi vrlo postupno dok temperatura ne dosegne 37 Celzijevih stupnjeva nakon čega je bitno održavati takvu normotermiju sljedeća 24 sata (73). Razvoj hipertermije nakon inducirane hipotermije povezano je s povećanim mortalitetom i pogoršanim neurološkim ishodom, stoga je preporuka ponovno zagrijavanje od 0,1 do 0,25 Celzijeva stupnja po satu (73,93).

## **5.6. Opća intenzivna medicina**

Intenzivna medicina poslije srčanog aresta većinski prati opća načela jedinice za intenzivnu medicinu (74). Specifične značajke pacijenata poslije aresta među ostalim uključuju rizik ozljede mozga i potrebu za neurointenzivnom brigom, visoku pojavnost disfunkcije

miokarda, uporabu antikoagulantnih i antitrombocitnih lijekova te visok rizik aspiracijskog pneumonitisa (74). Mnogi pacijenti zahtijevaju adekvatnu sedaciju i zbrinjavanje boli kratkodjelujućim sedativima i opioidima (74). Korištenje neuromuskularnih blokatora nije u rutinskoj uporabi izuzev liječenja teške tresavice tijekom TTM-a (74). Rutinski se daje profilaksa stresnog ulkusa i profilaksa duboke venske tromboze ako pacijent nije primio antikoagulantnu terapiju zbog ishemije, tj. infarkta miokarda (74). Zbrinjavanje hiperglikemije koja je učestala nakon OHCA-e podrazumijeva infuziju intravenskog inzulina i održavanje razine glukoze u krvi u rasponu 7,8-10,0 mmol/L uz izbjegavanje hipoglikemije (73,74). Rana enteralna prehrana putem nazogastrične sonde je preporučena, uz početno trofičko hranjenje malim volumenima zbog gastropareze i usporene probave uzrokovane hipotermijom (73,74).

### **5.7. Postreanimacijska prognoza**

Među pacijentima koji su nakon OHCA-e reanimirani i primljeni na JIL oko 80% ih je u komatoznom stanju, a dvije trećine preminu zbog hipoksično-ishemijske ozljede mozga (HIBI, hypoxic-ishaemic brain injury) (94). Manji dio smrtnih ishoda posljedica je izravne posljedice HIBI-ja i ireverzibilnog gubitka svih moždanih funkcija, tj. moždane smrti (95). Većina smrtnih ishoda rezultat su prekida postupaka za održavanje života (WLST, withdrawal of life-sustaining treatment) uslijed prognoze lošeg neurološkog ishoda (94). Da bi se izbjegao preuranjeni WLST kod pacijenata s mogućim neurološkim oporavkom potrebno je smanjiti stopu lažno pozitivnih nalaza, tj. maksimalno povećati specifičnost prognostike (96). Bitan je multimodalni pristup koristeći više neuroloških prediktora poput kliničkog neurološkog pregleda, elektrofizioloških pretraga (EEG i somatosenzorni evocirani potencijali), serumskih biomarkera i neuroradioloških metoda (96,97). Predviđanje neurološkog ishoda multimodalnim pristupom bitno je jer nijedan od navedenih prediktora nije dovoljno specifičan da bi eliminirao lažno pozitivne nalaze (74). Kod pacijenata koji su u terapijskog hipotermiji zbog preostalog utjecaja sedativa i neuromuskularnih blokatora neuroprognostiku kliničkim pregledom potrebno je odgoditi do 72 sata nakon povratka u normotermiju (97).

Najčešće korištena mjera procjene neuroloških oštećenja i ishoda nakon srčanog aresta je ljestvica za cerebralnu učinkovitost (CPC, Cerebral Performance Categories) koja se može izraziti u pet stupnjeva (98). CPC 1 odgovara najboljem mogućem ishodu bez ili s minimalnim

neurološkim invaliditetom, CPC 2 označava manji neurološki invaliditet, CPC 3 teški neurološki invaliditet, CPC 4 trajno vegetativno stanje, a CPC 5 smrt (74,96).

### **5.7.1. Klinički pregled**

Prvi korak procjene pacijenta je klinički pregled koji je temelj za prognostiku i mora uključivati procjenu motoričkog odgovora Glasgow skale kome (GCS-M, Glasgow Coma Scale motor response) i reflekse moždanog debla, osobito kornealni i pupilarni refleks (97). Pacijenti koji su bez svijesti i imaju odsutan odgovor na bol ili reagiraju ekstenzijom na bol (GCS-M  $\leq$  3) 72 sata i više nakon ROSC-a, a nisu pod utjecajem rezidualne sedacije odgovarajući su kandidati za daljnju procjenu neurološkog stanja (96,99). Obostrano odsutan pupilarni refleks na svjetlost 72 i više sata nakon ROSC-a prediktor je lošeg neurološkog ishoda (100). Prediktor lošeg ishoda je i obostrano odsutan kornealni refleks 72 sata nakon ROSC-a (96). Iako su prediktori temeljeni na kliničkom pregledu u prednosti zbog jednostavnosti izvođenja i minimalnih troškova, ograničenje predstavljaju interferencija sa sedativima, opioidima i neuromuskularnim blokatorima te subjektivnost izvođenja pregleda (74).

### **5.7.2. Neurofiziologija**

EEG je najviše korištena i proučavana metoda procjene moždane funkcije i prognoze poslije aresta te je bitan i za dijagnozu i liječenje epileptičkih grčeva (74). Neposredno nakon aresta EEG je suprimiran kod mnogih pacijenta (74). Rani povratak kontinuirane moždane aktivnosti normalne voltaže unutar prva 24 sata odličan je rani prediktor preživljenja s dobrim neurološkim ishodom (74,97). Visoko maligni EEG uzorci moždanih valova su suprimirana pozadinska moždana aktivnost sa ili bez periodičkih abnormalnosti i burst-suppression uzorak (74,101). Procjena ovih EEG uzoraka kao indikatora loše prognoze preporučena je nakon završetka TTM-a i prestanka djelovanja sedacije (102). Prisutnost nedvosmislenih epileptičkih grčeva tijekom 72 sata nakon ROSC-a i nepostojanje pozadinske reaktivnosti na EEG-u pokazatelji su loše prognoze nakon aresta (74).

Mjerenje somatosenzornih evociranih potencijala (SSEP) provodi se električnom stimulacijom medijalnog živca na ručnom zglobu i snimanjem uzlaznog signala iz perifernog



brahijalnog spleta, cervikalne i subkortikalne razine i senzornog korteksa (74). Odgovor primarnog somatosenzornog korteksa procijenjen 20 milisekundi nakon električne stimulacije medijalnog živca (N20-potencijal) pouzdan je prediktor ishoda (97). Obostrana odsutnost somatosenzornih evociranih kortikalnih N20-potencijala predviđa lošu prognozu (74).

### **5.7.3. Biomarkeri**

Proteinski biomarkeri otpuštaju se kao posljedica ozljede neurona i glija stanica, mjere se iz krvnog uzorka, a vrijednost im korelira s opsegom oštećenja mozga i neurološkim ishodom (74). Neuron specifična enolaza (NSE) je najčešće korišten i najviše proučavan biomarker cerebralne ozljede (96). Vrijednost NSE-a smanjuje se nakon 24 sata kod pacijenata s dobrim ishodom i tipično raste kod pacijenata s lošim ishodom (74). Visoka vrijednost NSE-a (NSE >60mg/L) 48 ili 72 sata nakon aresta snažan je prediktor lošeg ishoda (74,103). Porast vrijednosti serijski mjerenog NSE-a između 24-48 sati i 48-72 sati također upućuje na loš ishod (104).

### **5.7.4. Neuroradiološke metode**

Hipoksično-ishemijska ozljeda mozga nakon aresta uzrokuje citotoksični edem mozga koji se na CT-u vidi kao redukcija omjera sive i bijele tvari te vazogeni edem koji uzrokuje oticanje mozga što se na CT-u prezentira brisanjem kortikalnih sulkusa (105). Magnetska rezonanca (MR) prikazuje citotoksični edem zbog HIBI-ja kao hiperintenzitet na DWI (engl. diffusion-weighted imaging) sekvenci (96). Prisutnost izraženog smanjenja omjera sive i bijele tvari na CT-u unutar 72 sata nakon ROSC-a ili prisutnost opsežne restrikcije difuzije na MR-u dva do sedam dana nakon ROSC-a u kombinaciji s drugim prediktorima ukazuje na loš neurološki ishod (74).

## 5.8. Dugoročni ishod

Zemlje koje ne prakticiraju prekid postupaka za održavanje života (WLST) imaju veliku učestalost lošeg ishoda zbog hipoksično-ishemijske ozljede mozga (106). Pacijenti koji su u komatoznom stanju ili u stanju budnosti bez sadržaja svijesti jedan mjesec nakon aresta imaju lošu prognozu te rijetko dolazi do oporavka (106). Suprotno tome, u zemljama koje prakticiraju WLST većina preživjelih ima dobar neurološki ishod (107).

Osim mjerenja neurološkog ishoda bitni su problemi koji prate pacijente nakon otpusta iz bolnice, a uključuju kognitivne, emocionalne i fizičke probleme te umor (74). Kognitivni problemi se pojavljuju kod 40 do 50% pacijenata tijekom prva tri mjeseca poslije aresta, a većinom zahvaćaju pamćenje, pažnju, brzinu obrade informacije i izvršne funkcije (74). Emocionalni problemi prisutni su tri do šest mjeseci nakon aresta kod 15 do 30% preživjelih, a prezentiraju se simptomima depresije, post-traumatskog stresa ili problemima u ponašanju (74). Umor se javlja kod otprilike 70% preživjelih šest mjeseci, a preostaje i do godinu nakon aresta kod polovice (74). Sukladno tome, potrebna je funkcionalna procjena fizičkih i ne fizičkih, tj. kognitivnih i emocionalnih oštećenja prije otpusta iz bolnice u svrhu identifikacije potrebe za daljnjom rehabilitacijom (74). Nadalje, svim preživjelima treba napraviti kontrolni pregled unutar tri mjeseca nakon otpusta iz bolnice koji uključuje skrining kognitivnih i emocionalnih problema i umora te pružiti informacije i potporu pacijentu i članovima obitelji (74).

## 6. ZAKLJUČAK

Kardiopulmonalna reanimacija je postupak čiji ishod ovisi o vremenu, prepoznavanju bolesnika i pravovremenom specifičnom liječenju. Bitna je kvalitetna edukacija medicinskog osoblja i redovno održavanje i usavršavanje vještina izvođenja reanimacije prateći najnovije spoznaje i smjernice. Potrebna je i edukacija laika koji ranom kardiopulmonalnom reanimacijom i upotrebom AVD-a mogu značajno poboljšati ishod i preživljenje bolesnika. Liječenje bolesnika nastavlja se i nakon uspostave spontane cirkulacije, a podrazumijeva postreanimacijsku skrb za pacijenta koja uključuje zbrinjavanje dišnog puta i disanja, hemodinamsko liječenje, unaprjeđenje neurološkog odgovora i postreanimacijsku prognozu s ciljem postizanja potpunog neurološkog oporavka pacijenta i adekvatne kvalitete života pacijenta nakon otpusta iz bolnice.

## 7. ZAHVALE

Zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Dinku Tonkoviću na pomoći prilikom izrade ovog rada.

Zahvaljujem svojim dragim prijateljima koji su učinili iskustvo studiranja ljepšim i zabavnijim te svojoj obitelji na ljubavi, strpljenju i podršci tijekom cijelog studija.

## 8. LITERATURA

1. Sharabi AF, Singh A. Cardiopulmonary Arrest In Adults. U: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citirano 09. lipanj 2022.]. Dostupno na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563231/>
2. Fowler R, Chang MP, Idris AH. Evolution and revolution in cardiopulmonary resuscitation. *Curr Opin Crit Care*. 2017.;23(3):183–7.
3. Gordon AS, Raymon F, Sadove M, Ivy AC. Manual artificial respiration; comparison of effectiveness of various methods on apneic normal adults. *J Am Med Assoc*. 1950.;144(17):1447–52.
4. Gordon AS, Affeldt JE, Sadove M, Raymon F, Whittenberger JL, Ivy AC. Air-flow patterns and pulmonary ventilation during manual artificial respiration on apneic normal adults. II. *J Appl Physiol*. 1951.;4(6):408–20.
5. Elam JO, Brown ES, Elder JD. Artificial respiration by mouth-to-mask method; a study of the respiratory gas exchange of paralyzed patients ventilated by operator's expired air. *N Engl J Med*. 1954.;250(18):749–54.
6. Safar P, Escarraga LA, Elam JO. A comparison of the mouth-to-mouth and mouth-to-airway methods of artificial respiration with the chest-pressure arm-lift methods. *N Engl J Med*. 1958.;258(14):671–7.
7. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. *JAMA*. 1960.;173(10):1064–7.
8. Sternbach GL, Varon J, Fromm RE. The resuscitation greats. Claude Beck and ventricular defibrillation. *Resuscitation*. 2000.;44(1):3–5.
9. Moulton C, Dreyer C, Dodds D, Yates DW. Placement of electrodes for defibrillation--a review of the evidence. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med*. 2000.;7(2):135–43.
10. Cone D, Brice J, Delbridge T, Myers JB. *Emergency Medical Services: Clinical Practice and Systems Oversight: Second Edition*. U 2015.
11. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021.;161:1–60.
12. Guidelines for basic life support. A statement by the Basic Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1992. *Resuscitation*. 1992.;24(2):103–10.
13. Guidelines for advanced life support. A statement by the Advanced Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1992. *Resuscitation*. 1992.;24(2):111–21.
14. Zideman D, Bingham R, Beattie T, Bland J, Blom C, Bruins-Stassen M, i ostali. Guidelines for paediatric life support: A Statement by the Paediatric Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1993. *Resuscitation*. 1994.;27(2):91–105.

15. Chamberlain D, Vincent R, Baskett P, Bossaert L, Robertson C, Juchems R, i ostali. Management of peri-arrest arrhythmias: A statement for the advanced cardiac life support committee of the European resuscitation council, 1994. *Resuscitation*. 1994.;28(2):151–9.
16. Guidelines for the basic management of the airway and ventilation during resuscitation. A statement by the Airway and Ventilation Management Working Group of the European Resuscitation Council. *Resuscitation*. 1996.;31(3):187–200.
17. Robertson C, Steen P, Adgey J, Bossaert L, Carli P, Chamberlain D, i ostali. The 1998 European Resuscitation Council guidelines for adult advanced life support: A statement from the Working Group on Advanced Life Support, and approved by the executive committee. *Resuscitation*. 1998.;37:81–90.
18. Handley A, Bahr J, Baskett P, Bossaert L, Chamberlain D, Dick W, i ostali. The 1998 European Resuscitation Council guidelines for adult single rescuer basic life support: A statement from the Working Group on Basic Life Support, and approved by the executive committee. *Resuscitation*. 1998.;37:67–80.
19. Part 1: introduction to the International Guidelines 2000 for CPR and ECC. A consensus on science. European Resuscitation Council. *Resuscitation*. 2000.;46(1–3):3–15.
20. In this issue. *Resuscitation*. 2001.;48(3):191–2.
21. Nolan J. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005: Section 1. Introduction. *Resuscitation*. 2005.;67:S3–6.
22. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2010.;81(10):1219–76.
23. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015.;95:1–80.
24. Soar J, Perkins GD, Maconochie I, Böttiger BW, Deakin CD, Sandroni C, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation: 2018 Update – Antiarrhythmic drugs for cardiac arrest. *Resuscitation*. 2019.;134:99–103.
25. Perkins GD, Olasveengen TM, Maconochie I, Soar J, Wyllie J, Greif R, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation: 2017 update. *Resuscitation*. 2018.;123:43–50.
26. Olasveengen TM, de Caen AR, Mancini ME, Maconochie IK, Aickin R, Atkins DL, i ostali. 2017 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Resuscitation*. 2017.;121:201–14.
27. Soar J, Donnino MW, Maconochie I, Aickin R, Atkins DL, Andersen LW, i ostali. 2018 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. *Resuscitation*. 2018.;133:194–206.
28. Nolan JP, Monsieurs KG, Bossaert L, Böttiger BW, Greif R, Lott C, i ostali. European Resuscitation Council COVID-19 guidelines executive summary. *Resuscitation*. 2020.;153:45–55.

29. Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, i ostali. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*. 2020.;148:218–26.
30. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Donnino MW, Granfeldt A. In-Hospital Cardiac Arrest: A Review. *JAMA*. 2019.;321(12):1200–10.
31. Kiguchi T, Okubo M, Nishiyama C, Maconochie I, Ong MEH, Kern KB, i ostali. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). *Resuscitation*. 2020.;152:39–49.
32. Gräsner JT, Herlitz J, Tjelmeland IBM, Wnent J, Masterson S, Lilja G, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*. 2021.;161:61–79.
33. Perkins GD, Brace-McDonnell SJ. The UK Out of Hospital Cardiac Arrest Outcome (OHCAO) project. *BMJ Open*. 2015.;5(10):e008736.
34. Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, i ostali. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation*. 1991.;84(2):960–75.
35. Gräsner JT, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, i ostali. EuReCa ONE-27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016.;105:188–95.
36. Considine J, Gazmuri RJ, Perkins GD, Kudenchuk PJ, Olasveengen TM, Vaillancourt C, i ostali. Chest compression components (rate, depth, chest wall recoil and leaning): A scoping review. *Resuscitation*. 2020.;146:188–202.
37. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, i ostali. Early Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 11. lipanj 2015.;372(24):2307–15.
38. Christensen DM, Rajan S, Kragholm K, Søndergaard KB, Hansen OM, Gerds TA, i ostali. Bystander cardiopulmonary resuscitation and survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest of non-cardiac origin. *Resuscitation*. 01. srpanj 2019.;140:98–105.
39. Blom MT, Oving I, Berdowski J, van Valkengoed IGM, Bardai A, Tan HL. Women have lower chances than men to be resuscitated and survive out-of-hospital cardiac arrest. *Eur Heart J*. 2019.;40(47):3824–34.
40. Nehme Z, Andrew E, Bernard S, Smith K. Sex differences in the quality-of-life and functional outcome of cardiac arrest survivors. *Resuscitation*. 2019.;137:21–8.
41. Andrew E, Nehme Z, Lijovic M, Bernard S, Smith K. Outcomes following out-of-hospital cardiac arrest with an initial cardiac rhythm of asystole or pulseless electrical activity in Victoria, Australia. *Resuscitation*. 2014.;85(11):1633–9.

42. Dumas F, Rea TD. Long-term prognosis following resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest: Role of aetiology and presenting arrest rhythm. *Resuscitation*. 2012.;83(8):1001–5.
43. Mader TJ, Nathanson BH, Millay S, Coute RA, Clapp M, McNally B. Out-of-hospital cardiac arrest outcomes stratified by rhythm analysis. *Resuscitation*. 2012.;83(11):1358–62.
44. Sasson C, Rogers MAM, Dahl J, Kellermann AL. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*. 2010.;3(1):63–81.
45. Andrew E, Nehme Z, Bernard S, Smith K. The influence of comorbidity on survival and long-term outcomes after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2017.;110:42–7.
46. Hirlekar G, Jonsson M, Karlsson T, Hollenberg J, Albertsson P, Herlitz J. Comorbidity and survival in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2018.;133:118–23.
47. Herlitz J, Eek M, Holmberg M, Engdahl J, Holmberg S. Characteristics and outcome among patients having out of hospital cardiac arrest at home compared with elsewhere. *Heart Br Card Soc*. 2002.;88(6):579–82.
48. Iwami T, Hiraide A, Nakanishi N, Hayashi Y, Nishiuchi T, Uejima T, i ostali. Outcome and characteristics of out-of-hospital cardiac arrest according to location of arrest: A report from a large-scale, population-based study in Osaka, Japan. *Resuscitation*. 2006.;69(2):221–8.
49. Brown TP, Booth S, Hawkes CA, Soar J, Mark J, Mapstone J, i ostali. Characteristics of neighbourhoods with high incidence of out-of-hospital cardiac arrest and low bystander cardiopulmonary resuscitation rates in England. *Eur Heart J - Qual Care Clin Outcomes*. 01. siječanj 2019.;5(1):51–62.
50. Jonsson M, Harkonen J, Ljungman P, Rawshani A, Nordberg P, Svensson L, i ostali. Survival after out-of-hospital cardiac arrest is associated with area-level socioeconomic status. *Heart*. 2019.;105:632–8.
51. Zhao D, Post WS, Blasco-Colmenares E, Cheng A, Zhang Y, Deo R, i ostali. Racial Differences in Sudden Cardiac Death: Atherosclerosis Risk in Communities Study (ARIC). *Circulation*. 2019.;139(14):1688–97.
52. Khera R, CarlLee S, Blevins A, Schweizer M, Girotra S. Early coronary angiography and survival after out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Open Heart*. 2018.;5(2):e000809.
53. Schenone AL, Cohen A, Patarroyo G, Harper L, Wang X, Shishehbor MH, i ostali. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: A systematic review/meta-analysis exploring the impact of expanded criteria and targeted temperature. *Resuscitation*. 2016.;108:102–10.
54. Lascarrou JB, Merdji H, Le Gouge A, Colin G, Grillet G, Girardie P, i ostali. Targeted Temperature Management for Cardiac Arrest with Nonshockable Rhythm. *N Engl J Med*. 2019.;381(24):2327–37.
55. Wissenberg M, Lippert FK, Folke F, Weeke P, Hansen CM, Christensen EF, i ostali. Association of National Initiatives to Improve Cardiac Arrest Management With Rates of Bystander Intervention and Patient Survival After Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *JAMA*. 2013.;310(13):1377–84.



56. Mosca L, Barrett-Connor E, Wenger NK. Sex/gender differences in cardiovascular disease prevention: what a difference a decade makes. *Circulation*. 2011.;124(19):2145–54.
57. Bergum D, Nordseth T, Mjølstad OC, Skogvoll E, Haugen BO. Causes of in-hospital cardiac arrest – Incidences and rate of recognition. *Resuscitation*. 2015.;87:63–8.
58. Schwendimann R, Blatter C, Dhaini S, Simon M, Ausserhofer D. The occurrence, types, consequences and preventability of in-hospital adverse events – a scoping review. *BMC Health Serv Res*. 2018.;18:521.
59. Alam N, Hobbelink EL, van Tienhoven AJ, van de Ven PM, Jansma EP, Nanayakkara PWB. The impact of the use of the Early Warning Score (EWS) on patient outcomes: A systematic review. *Resuscitation*. 2014.;85(5):587–94.
60. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Lond Engl*. 2015.;19:254.
61. Adielsson A, Karlsson T, Aune S, Lundin S, Hirlekar G, Herlitz J, i ostali. A 20-year perspective of in hospital cardiac arrest: Experiences from a university hospital with focus on wards with and without monitoring facilities. *Int J Cardiol*. 2016.;216:194–9.
62. Herlitz J, Aune S, Bång A, Fredriksson M, Thorén AB, Ekström L, i ostali. Very high survival among patients defibrillated at an early stage after in-hospital ventricular fibrillation on wards with and without monitoring facilities. *Resuscitation*. 2005.;66(2):159–66.
63. Geddes LA, Roeder RA, Kemeny A, Otlewski M. The duration of ventricular fibrillation required to produce pulseless electrical activity. *Am J Emerg Med*. 2005.;23(2):138–41.
64. Radeschi G, Mina A, Berta G, Fassiola A, Roasio A, Urso F, i ostali. Incidence and outcome of in-hospital cardiac arrest in Italy: a multicentre observational study in the Piedmont Region. *Resuscitation*. 2017.;119:48–55.
65. Widestedt H, Giesecke J, Karlsson P, Jakobsson JG. In-hospital cardiac arrest resuscitation performed by the hospital emergency team: A 6-year retrospective register analysis at Danderyd University Hospital, Sweden [Internet]. *F1000Research*; 2018 [citirano 13. lipanj 2022.]. Dostupno na: <https://f1000research.com/articles/7-1013>
66. Kratofil B, Kvolik S. *Kardiopumonalna reanimacija. U: Klinička anesteziologija*. 2. izd. Zagreb: Medicinska Naklada; 2013. str. 388–406.
67. Olasveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, Castren M, Handley A, Kuzovlev A, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. *Resuscitation*. 01. travanj 2021.;161:98–114.
68. Soar J, Böttiger BW, Carli P, Couper K, Deakin CD, Djäv T, i ostali. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation*. 2021.;161:115–51.
69. Nolan JP, Neumar RW, Adrie C, Aibiki M, Berg RA, Böttiger BW, i ostali. Post-cardiac arrest syndrome: Epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication: A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Council on Cardiovascular Surgery and

- Anesthesia; the Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; the Council on Clinical Cardiology; the Council on Stroke. *Resuscitation*. 2008.;79(3):350–79.
70. Opie LH. Reperfusion injury and its pharmacologic modification. *Circulation*. 1989.;80(4):1049–62.
  71. White BC, Grossman LI, Krause GS. Brain injury by global ischemia and reperfusion: a theoretical perspective on membrane damage and repair. *Neurology*. 1993.;43(9):1656–65.
  72. Yao Y, Johnson NJ, Perman SM, Ramjee V, Grossestreuer AV, Gaieski DF. Myocardial dysfunction after out-of-hospital cardiac arrest: predictors and prognostic implications. *Intern Emerg Med*. 2018.;13(5):765–72.
  73. Chia YW, Lim SL, Loh JK, Leong BSH, Ong MEH. Beyond return of spontaneous circulation: update on post-cardiac arrest management in the intensive care unit. *Singapore Med J*. 2021.;62(8):444–51.
  74. Nolan JP, Sandroni C, Böttiger BW, Cariou A, Cronberg T, Friberg H, i ostali. European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care. *Intensive Care Med*. 2021.;47(4):369–421.
  75. Bouglé A, Daviaud F, Bougouin W, Rodrigues A, Geri G, Morichau-Beauchant T, i ostali. Determinants and significance of cerebral oximetry after cardiac arrest: A prospective cohort study. *Resuscitation*. 2016.;99:1–6.
  76. Rosenthal G, Hemphill JC, Sorani M, Martin C, Morabito D, Obrist WD, i ostali. Brain tissue oxygen tension is more indicative of oxygen diffusion than oxygen delivery and metabolism in patients with traumatic brain injury. *Crit Care Med*. 2008.;36(6):1917–24.
  77. Liu Y, Rosenthal RE, Haywood Y, Miljkovic-Lolic M, Vanderhoek JY, Fiskum G. Normoxic ventilation after cardiac arrest reduces oxidation of brain lipids and improves neurological outcome. *Stroke*. 1998.;29(8):1679–86.
  78. Wang CH, Chang WT, Huang CH, Tsai MS, Yu PH, Wang AY, i ostali. The effect of hyperoxia on survival following adult cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Resuscitation*. 2014.;85(9):1142–8.
  79. Elmer J, Scutella M, Pullalarevu R, Wang B, Vaghasia N, Trzeciak S, i ostali. The association between hyperoxia and patient outcomes after cardiac arrest: analysis of a high-resolution database. *Intensive Care Med*. 2015.;41(1):49–57.
  80. Nelskylä A, Parr MJ, Skrifvars MB. Prevalence and factors correlating with hyperoxia exposure following cardiac arrest—an observational single centre study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2013.;21:35.
  81. Spindelboeck W, Gemes G, Strasser C, Toescher K, Kores B, Metnitz P, i ostali. Arterial blood gases during and their dynamic changes after cardiopulmonary resuscitation: A prospective clinical study. *Resuscitation*. 2016.;106:24–9.
  82. Mekontso Dessap A, Charron C, Devaquet J, Aboab J, Jardin F, Brochard L, i ostali. Impact of acute hypercapnia and augmented positive end-expiratory pressure on right ventricle function in severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med*. 2009.;35(11):1850–8.

83. Pynnönen L, Falkenbach P, Kämäräinen A, Lönnrot K, Yli-Hankala A, Tenhunen J. Therapeutic hypothermia after cardiac arrest – cerebral perfusion and metabolism during upper and lower threshold normocapnia. *Resuscitation*. 2011.;82(9):1174–9.
84. Soar J, Berg KM, Andersen LW, Böttiger BW, Cacciola S, Callaway CW, i ostali. Adult Advanced Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Resuscitation*. 2020.;156:A80-119.
85. Patterson T, Perkins GD, Hassan Y, Moschonas K, Gray H, Curzen N, i ostali. Temporal Trends in Identification, Management, and Clinical Outcomes After Out-of-Hospital Cardiac Arrest: Insights From the Myocardial Ischaemia National Audit Project Database. *Circ Cardiovasc Interv*. 2018.;11(6):e005346.
86. Scheinberg P, Jayne H. Factors Influencing Cerebral Blood Flow and Metabolism: A Review. *Circulation*. 1952.;5:225–34.
87. Stær-Jensen H, Sunde K, Olasveengen TM, Jacobsen D, Drægner T, Nakstad ER, i ostali. Bradycardia during therapeutic hypothermia is associated with good neurologic outcome in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2014.;42(11):2401–8.
88. Laurent I, Monchi M, Chiche JD, Joly LM, Spaulding C, Bourgeois B énédicté, i ostali. Reversible myocardial dysfunction in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol*. 2002.;40(12):2110–6.
89. Vasquez A, Kern KB, Hilwig RW, Heidenreich J, Berg RA, Ewy GA. Optimal dosing of dobutamine for treating post-resuscitation left ventricular dysfunction. *Resuscitation*. 2004.;61(2):199–207.
90. Priori SG, Blomström-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggrefe M, Camm J, i ostali. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC). *Eur Heart J*. 2015.;36(41):2793–867.
91. Lybeck A, Friberg H, Aneman A, Hassager C, Horn J, Kjærgaard J, i ostali. Prognostic significance of clinical seizures after cardiac arrest and target temperature management. *Resuscitation*. 2017.;114:146–51.
92. Sonder P, Janssens GN, Beishuizen A, Henry CL, Rittenberger JC, Callaway CW, i ostali. Efficacy of different cooling technologies for therapeutic temperature management: A prospective intervention study. *Resuscitation*. 2018.;124:14–20.
93. Bro-Jeppesen J, Hassager C, Wanscher M, Sjøholm H, Thomsen JH, Lippert F, i ostali. Post-hypothermia fever is associated with increased mortality after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013.;84:1734–40.
94. Dragancea I, Rundgren M, Englund E, Friberg H, Cronberg T. The influence of induced hypothermia and delayed prognostication on the mode of death after cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013.;84(3):337–42.

95. Sandroni C, D'Arrigo S, Callaway CW, Cariou A, Dragancea I, Taccone FS, i ostali. The rate of brain death and organ donation in patients resuscitated from cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2016.;42(11):1661–71.
96. Sandroni C, D'Arrigo S, Nolan JP. Prognostication after cardiac arrest. *Crit Care.* 2018.;22(1):150.
97. Oddo M, Friberg H. Neuroprognostication after cardiac arrest in the light of targeted temperature management. *Curr Opin Crit Care.* 2017.;23(3):244–50.
98. A randomized clinical study of cardiopulmonary-cerebral resuscitation: design, methods, and patient characteristics. *Brain Resuscitation Clinical Trial I Study Group. Am J Emerg Med.* 1986.;4(1):72–86.
99. Moseby-Knappe M, Westhall E, Backman S, Mattsson-Carlgren N, Dragancea I, Lybeck A, i ostali. Performance of a guideline-recommended algorithm for prognostication of poor neurological outcome after cardiac arrest. *Intensive Care Med.* 2020.;46(10):1852–62.
100. Dragancea I, Horn J, Kuiper M, Friberg H, Ullén S, Wetterslev J, i ostali. Neurological prognostication after cardiac arrest and targeted temperature management 33°C versus 36°C: Results from a randomised controlled clinical trial. *Resuscitation.* 2015.;93:164–70.
101. Westhall E, Rossetti AO, van Rootselaar AF, Wesenberg Kjaer T, Horn J, Ullén S, i ostali. Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest. *Neurology.* 2016.;86(16):1482–90.
102. Drohan CM, Cardi AI, Rittenberger JC, Popescu A, Callaway CW, Baldwin ME, i ostali. Effect of sedation on quantitative electroencephalography after cardiac arrest. *Resuscitation.* 2018.;124:132–7.
103. Chung-Esaki HM, Mui G, Mlynash M, Eyngorn I, Catabay K, Hirsch KG. The neuron specific enolase (NSE) ratio offers benefits over absolute value thresholds in post-cardiac arrest coma prognosis. *J Clin Neurosci.* 2018.;57:99–104.
104. Wiberg S, Hassager C, Stammet P, Winther-Jensen M, Thomsen JH, Erlinge D, i ostali. Single versus Serial Measurements of Neuron-Specific Enolase and Prediction of Poor Neurological Outcome in Persistently Unconscious Patients after Out-Of-Hospital Cardiac Arrest – A TTM-Trial Substudy. *PLOS ONE.* 2017.;12(1):e0168894.
105. Keijzer HM, Hoedemaekers CWE, Meijer FJA, Tonino BAR, Klijn CJM, Hofmeijer J. Brain imaging in comatose survivors of cardiac arrest: Pathophysiological correlates and prognostic properties. *Resuscitation.* 2018.;133:124–36.
106. Kim YJ, Ahn S, Sohn CH, Seo DW, Lee YS, Lee JH, i ostali. Long-term neurological outcomes in patients after out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation.* 2016.;101:1–5.
107. Haywood K, Whitehead L, Nadkarni VM, Achana F, Beesems S, Böttiger BW, i ostali. COSCA (Core Outcome Set for Cardiac Arrest) in Adults: An Advisory Statement From the International Liaison Committee on Resuscitation. *Resuscitation.* 2018.;127:147–63.

## 9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 02. prosinca 1997. godine u Splitu.

Pohađala sam osnovne škole OŠ Manuš u Splitu i OŠ Rudeš u Zagrebu, nakon čega sam upisala V. gimnaziju u Zagrebu koju sam završila s odličnim uspjehom. Tijekom osnovne i srednje škole bavila sam se rukometom, plesom i odbojkom. Medicinski fakultet u Zagrebu upisala sam 2016. godine. Tijekom studija bila sam članica CroMSIC-a (Međunarodne udruge studenata medicine u Hrvatskoj) i pohađala raznovrsne radionice.