

MOTNJE SRČNEGA RITMA MED OBSEVANJEM PRI BOLNIKI S SRČNIM SPODBUJEVALNIKOM

Iztok Potočnik

UVOD

Obsevanje lahko vpliva na delovanje srčnega spodbujevalnika (»pacemakerja«) zaradi elektromagnetnih interferenc (EMI), ki se lahko pojavijo v območju terapijskega polja. Posledica so lahko prehodne ali trajne motnje srčnega ritma. Klinično pomembno je, da se bolnika ustrezno spremlja in se srčni spodbujevalnik pred obsevanjem ustrezno reprogramira. Smernice ERC 2025 poudarjajo, da prisotnost srčnih implantabilnih elektronskih naprav ne sme zadržati ali odložiti defibrilacije, treba pa je upoštevati nekaj posebnosti glede uporabe AED in magnetov. Elektrode namestimo vsaj 8 cm stran od vsajene naprave (vidna je kot majhna izboklina pod ključnico). Če je naprava na levi strani telesa, elektrode postavimo antero-desno lateralno ali antero-posteriorno. AED bo še vedno pravilno analiziral ritem, ker redko pride do interferenc. Če ima bolnik vstavljeno napravo ICD (iz angl. *Implantable Cardioverter-Defibrillator*) v defibrilacijskem načinu, je možno, da je naprava že sprožila

notranji šok; če ritem vztraja, nadaljujemo po standardnem protokolu DPO, ne čakamo pa, da ICD sam defibrilira, če bolnik ne kaže znakov življenja.

NAJPOGOSTEJŠE MOTNJE SRČNEGA RITMA MED OBSEVANJEM

Med obsevanjem se lahko pojavijo različne motnje delovanja srčnega spodbujevalnika:

- **Inhibicija delovanja »pacemakerja«** se lahko pojavi zaradi zaznave elektromagnetnih signalov kot srčne aktivnosti, kar vodi v začasno ustavitev stimulacije. Tu je poudarek na **posledici** – zaradi zaznave (EMI kot srčne aktivnosti) pride do **inhibicije**, tj. **pacemaker preneha stimulirati**, ker »misli«, da srce samo bije. Pomembna je torej *posledica*: naprava zato ne stimulira, ko bi morala.
- **Pretirano zaznavanje (»Oversensing«)** pomeni, da naprava pretirano zaznava zunanji signal (npr. EMI) kot električni impulz srca. Tu je poudarek na **vzroku** – naprava **preveč zaznava**, torej **napačno interpretira** zunanje ali šumne signale kot srčne. »Pacemaker« ne sproži stimulacije, ker »misli«, da je srce ne potrebuje. Pomemben je torej *vzrok*: naprava napačno zazna (preveč signalov).
- **Nenamerno proženje** se lahko pojavi, kadar EMI sproži napačne impulze, kar lahko vodi v iatrogeno tahikardijo.
- **S spodbujevalnikom povzročena tahikardija** (PMT, iz angl. *Pacemaker mediated tachycardia*) je oblika tahikardije, ki nastane zaradi retrogradnega prevajanja in mehanizma ponovne vzbuditve, ki jo spodbuja naprava sama.
- **Atrio-ventrikularni (AV) blok** lahko nastane, če pride do okvare spodbujevalnika ali elektrod, kar ima za posledico trajne motnje prevajanja impulzov.
- **Povečanje stimulacijskega praga** je možno zaradi sprememb na elektrodah ali v električnem sistemu naprave, kar vpliva na učinkovitost stimulacije.

PREVENTIVNI UKREPI PRED OBSEVANJEM

Pred začetkom obsevanja je treba ugotoviti, ali je bolnik odvisen od delovanja srčnega spodbujevalnika. Pri bolnikih, ki so popolnoma odvisni od naprave, je priporočljivo začasno preklopiti spodbujevalnik v **asinhroni način delovanja**, s čimer se preprečita **napačna zaznava zunanjih elektromagnetnih signalov** kot srčne aktivnosti in s tem posledična **inhibicija stimulacije**. Če je mogoče, se je treba **izogniti neposrednemu obsevanju same naprave**, saj lahko ionizirajoče sevanje povzroči okvaro elektronskih komponent ali spremembo programskih nastavitvev. Poleg tega je priporočljivo **zmanjšati občutljivost zaznavanja** (nastaviti **višji prag zaznave**), da se zmanjša možnost napačnega zaznavanja sevalnih motenj.

UKREPI MED OBSEVANJEM

Med samim postopkom obsevanja je treba bolnika stalno klinično spremljati, predvsem z neprekinjenim snemanjem elektrokardiograma (EKG). Priporoča se uporaba zaščitnih svinčenih plošč za fizično zaščito naprave pred neposrednim sevanjem. Če je tehnično izvedljivo, se je treba obsevanju območja, kjer je nameščen spodbujevalnik, izogniti. Ekipa mora biti ustrezno pripravljena na morebitne zaplete in sposobna hitro ukrepati ob pojavu motenj ritma.

UKREPI PRI POSAMEZNIH MOTNJAH RITMA MED OBSEVANJEM

V primeru **tahikardije** (npr. PMT ali nenamerno sproženih impulzov) je treba najprej preveriti, ali gre za PMT, ki ga je možno prekiniti s pomočjo reprogramiranja naprave. Če je bolnik hemodinamsko stabilen, lahko poskusimo z vaginalnimi manevri. V primeru hemodinamske nestabilnosti je treba nemudoma izvesti sinhrono električno kardioverzijo.

Pri **bradikardiji**, ki nastane zaradi inhibicije naprave ali »oversensinga«, je priporočljivo začasno preklopiti spodbujevalnik v asinhroni način, s čimer preprečimo neželjeno zaznavanje zunanjih signalov. Če pride do asistolije, je treba takoj začeti z zunanjo električno stimulacijo (»transkutani pacing«) ter preveriti delovanje spodbujevalnika s programerjem.

V primeru **AV-bloka** ali **popolne odpovedi naprave** je treba preveriti funkcionalnost elektrod in naprave s pomočjo programerja. Po potrebi se izvedeta začasna zunanja električna stimulacija (npr. z uporabo defibrilatorja »Zoll«) ter priprava na trajno reprogramiranje ali zamenjavo naprave.

UPORABA MAGNETA PRI VGRAJENEM SRČNEM SPODBUJEVALNIKU

Magnet se uporablja samo v določenih okoliščinah, nikoli rutinsko. Magnet uporabimo pri napravah ICD, če bolnik ni v zastoju, ICD pa vseeno samodejno pogosto ali neprimerno defibrilira (t. i. »Storm«). Magnet bo začasno deaktiviral defibrilacijsko funkcijo naprave ICD. Če bolnik doživi srčni zastoj, magnet takoj odstranimo, saj želimo, da ICD takoj začne delovati. Magneta nikoli ne uporabimo pri neznanu napravi, kjer nismo prepričani o tipu ali odzivu na magnet. Nujno je, da se ekipa vedno, preden gre bolnik na obsevanje, pozanima o tipu naprave in odzivu naprave na magnet.

Po uspešni reanimaciji bolnika z vsajenim srčnim spodbujevalnikom (CIED, iz angl. *Cardiac Implantable Electronic Device*) ali sumom na srčni zastoj, ki je posledica aritmije, moramo vedno vključiti elektrofiziologa. Elektrofiziolog je namreč del multidisciplinarne obravnave po vzpostavitvi spontanega krvnega obtoka, kadar ima bolnik CIED, kadar je bil vzrok zastoja aritmogen, kadar je potreben nadzor, reprogramiranje ali analiza naprave ter za nadaljnje načrtovanje dolgoročne terapije.

URGENTNI UKREPI

Če med obsevanjem pride do znakov srčne aritmije ali hemodinamske nestabilnosti, je treba obsevanje takoj prekiniti in oceniti vitalne funkcije (EKG, saturacija s kisikom, krvni tlak).

V primeru **bradikardije ali asistolije** se nemudoma začne z zunanjo električno stimulacijo preko defibrilatorja in po potrebi aplicira atropin (0,5 mg intravensko, možno je večkratno ponavljanje do največjega odmerka).

Ob pojavu **tahikardije** ali PMT je treba uporabiti vagalne manevre (npr. Valsalva, karotidna masaža – previdno pri starejših bolnikih ali ob znani aterosklerozi). Če bolnik ostane nestabilen, je potrebna sinhrona električna kardioverzija.

Če obstaja sum na **popolno odpoved »pacemakerja«**, se je treba takoj obrniti na ustreznega programerja naprave in jo po potrebi preklopiti v asinhroni način, če je vzrok v EMI. Če obsevanje ni nujno, se postopek preloži in se naprava najprej ustrezno preveri.

NAVODILA ZA TRANSKUTANO SPODBUJANJE Z DEFIBRILATORJEM

Indikacije za transkutano spodbujanje vključujejo hemodinamsko nestabilno bradikardijo (hipotenzija, sinkopa, akutna srčna odpoved) ter AV-blok druge ali tretje stopnje z znaki nestabilnosti.

1. Koraki za izvedbo transkutanega spodbujanja:
2. Priklopite bolnika na defibrilator in EKG-monitoring.
3. Namestite elektrode v anteriorno-posteriorni ali antero-lateralni legi.
4. Na napravi izberite funkcijo »**PACER**«.
5. Nastavite način delovanja na »**DEMAND**«.
6. Začetna frekvenca naj bo med **60–80 utripi/min**.
7. Postopno povečujte tok (izražen v mA), dokler ne dosežete električne in mehanske zajetosti (capture). (op. Izraz **zajetost** pomeni, da električni impulz spodbujevalnika uspešno sproži depolarizacijo (električna zajetost) in posledično mehansko kontrakcijo srca (mehanska zajetost)).

Preverite prisotnost pulza (palpacija femoralne ali radialne arterije).

Pri prištevnikih bolnikih je priporočljivo predhodno zagotoviti **sedacijo** (npr. midazolam, fentanil). Če transkutano spodbujanje ni uspešno, je treba pripraviti opremo za začasno transvensko spodbujanje (»transvenski pacing«).

Sinhrona kardioverzija pri tahikardiji s hemodinamsko nestabilnostjo

Indikacije za nujno sinhrono kardioverzijo vključujejo:

- tahikardije s hemodinamsko nestabilnostjo (hipotenzija, sinkopa, pljučni edem, ishemija miokarda),
- supraventrikularne tahikardije (SVT),
- atrijsko fibrilacijo ali »flutter« s hitrim ventrikularnim odzivom,
- ventrikularno tahikardijo s pulzom.

Za izvedbo uporabimo defibrilator »Zoll« v sinhronem načinu.

UKREPI PO OBSEVANJU

Po zaključenem obsevanju je treba izvesti **natančen pregled »pacemakerja« s programerjem**. Preveriti je treba stimulacijski prag, funkcionalnost elektrod in celotno delovanje naprave. Pri bolnikih z višjim tveganjem se priporoča dolgoročno spremljanje delovanja naprave in morebitnih sprememb v srčnem ritmu.

ELEKTRODE IN DEFIBRILATORJI, UPORABNI PRI OBSEVANJU

Pri bolnikih s CIED, kamor sodijo srčni spodbujevalniki (*pacemaker*), kardioverter-defibrilatorji in sistemi za srčno resinhronizacijsko terapijo, ki so izpostavljeni zunanemu obsevanju, je izbira ustrezne opreme za zunanjo električno stimulacijo in defibrilacijo klinično pomembna. V nujnih primerih so najpogosteje uporabljeni defibrilatorji z možnostjo transkutane stimulacije, ki omogočajo tako spremljanje EKG kot tudi intervencijo ob motnjah ritma.

Sodobni defibrilatorji večine proizvajalcev (npr. Zoll, Philips, Schiller, Corpuls, Medtronic) podpirajo asinhrono električno stimulacijo, sinhrono kardioverzijo in avtomatsko analizo ritma, kar je nujno pri obravnavi bolnikov z elektronskimi srčnimi spodbujevalniki. Ključna lastnost defibrilatorja v tem kontekstu je zanesljivost delovanja tudi v prisotnosti EMI, ki lahko nastopijo med radioterapijo.

Za bolnike s srčnim spodbujevalnikom je priporočljiva uporaba elektrod brez vgrajenega senzorja za kompresije (npr. CPR-senzorja, *Cardiopulmonary resuscitation*), saj lahko ti senzorji povzročijo dodatne električne motnje ali interferenco z zaznavanjem naprave. Elektrode morajo biti nameščene v antero-lateralni ali antero-posteriorni legi, odvisno od klinične situacije in vrste naprave. Uporaba samolepilnih elektrod za večjo površino stika zmanjša upor in poveča učinkovitost stimulacije ali defibrilacije.

Posebno pozornost je treba nameniti tudi izboru nastavitvev na defibrilatorju:

- Način stimulacije: »Demand« (po potrebi) ali asinhroni (npr. »Fixed rate«).
- Začetna frekvenca: običajno 60–80 utripov/min.
- Stimulacijski tok: postopno povečevanje (običajno od 30 mA navzgor), dokler ne dosežemo mehanske in električne zajetosti.

V bolnišničnih okoljih, zlasti na onkoloških oddelkih, naj bodo defibrilatorji s funkcijo transkutane stimulacije in primerne elektrode vedno dostopni v bližini prostorov, kjer se izvaja obsevanje. Ekipe morajo biti ustrezno usposobljene za njihovo uporabo in hitro ukrepanje v primeru motenj ritma ali zastoja srca.

V bolnišničnih okoljih se pogosto uporabljajo **defibrilatorji »Zoll R Series«**, ki omogočajo defibrilacijo, zunanjo električno stimulacijo in EKG-monitring. Takšne elektrode uporabljamo tudi na Onkološkem inštitutu v Ljubljani, saj uporabljamo »Zollove« defibrilatorje.

Za bolnike s srčnim spodbujevalnikom se med obsevanjem priporočajo sledeče elektrode, kompatibilne z defibrilatorji »Zoll«:

- »**ZOLL Stat-Padz II**« (REF 8900-0801-01) – primerne za obsevanje, brez CPR-senzorja.
- »**ZOLL Pro-Padz**« (REF 8900-2102) – namenjene uporabi v operacijskih dvoranh, manj občutljive na EMI.

Elektrodam s CPR-senzorjem (npr. CPR-D-padz, OneStep CPR) se je treba izogibati, saj lahko povzročajo motnje delovanja »pacemakerja«.

ZAKLJUČEK

EMI med obsevanjem lahko pomembno vplivajo na delovanje srčnega spodbujevalnika. Najpogostejše motnje so inhibicija stimulacije, »oversensing«, tahikardija in AV-blok. Ustrezna priprava pred obsevanjem, stalno spremljanje med postopkom ter ustrezno ukrepanje ob motnjah so ključni za varnost bolnika. Po obsevanju je priporočljivo opraviti kontrolni pregled naprave in zagotoviti dolgoročno spremljanje pri bolnikih z večjim tveganjem za zaplete ter vključiti elektrofiziologa kot del multidisciplinarnega tima.

Literatura

- Escande A, Lacornerie T, Giraud P, et al. Radiotherapy in patients with cardiac implantable electronic devices: consensus from the French Radiation Oncology Society. *Cancer Radiother.* 2022;26(5):404–10.
- Lisowski D, Schneider F, Gauer T, et al. Impact of radiotherapy on malfunctions and battery life of cardiac implantable electronic devices in cancer patients. *Cancers (Basel).* 2023;15(19):4830.
- Liu Y, Zhang H, Chen W, et al. Safety review of radiotherapy for tumor patients with implantable cardiac pacemakers: recent evidence and clinical recommendations. *J Cancer Radiother.* 2022;44(3):123–34.
- Wichmann HC, Schmidt T, Müller L, et al. Influence of radiotherapy on cardiac implantable devices and leads: evaluation of real-world complications and risk factors according to DEGRO/DGK guidelines. *Radiother Oncol.* 2024;165:75–83.
- Winkle RA, Scheinman MM, Ellenbogen KA, et al. Periprocedural management of patients with cardiac implantable electronic devices undergoing external beam radiotherapy: AHA scientific statement. *Circulation.* 2024;149(1):e10–25.