

Obsevanje bolnikov z vstavljenim srčnim spodbujevalnikom ali defibrilatorjem

Radiotherapy for patients with an implanted pacemaker or defibrillator

Oblak Irena¹, Peterlin Primož¹, Žižek David²

¹Onkološki inštitut, Zaloška cesta 2, Ljubljana

²Univerzitetni klinični center, Zaloška 2, Ljubljana

Korespondenca: Izr. prof. dr. Irena Oblak, dr. med., specialistka onkologije in radioterapije

E-mail: ioblak@onko-i.si

Poslano / Received: 16.10.2019

Sprejeto / Accepted: 17.11.2019

doi:10.25670/oi2019-016on

IZVLEČEK

Znano je, da ionizirajoče sevanje lahko okvari vstavljeno elektronsko napravo, kot je srčni spodbujevalnik (angl. pacemaker, PM) ali kardioverter defibrilator (angl. implantable cardioverter defibrillator, ICD), če leži v obsevalnem polju. Nedavna odkritja pa navajajo tudi mogočo okvaro elektronske naprave, ki leži zunaj obsevalnega polja, zaradi sipanega sevanja oz. nastanka sekundarnih nevtronov, predvsem pri uporabi višjih energij fotonkega snopa. Zaradi tega razloga so bila izdelana nova priporočila obsevanja bolnikov z vstavljenimi srčnimi spodbujevalniki ali s kardioverterji defibrilatorji.

Ključne besede: radioterapija, okvara elektronske naprave, srčni spodbujevalnik, defibrilator

ABSTRACT

Ionizing radiation can damage an inserted electronic device, such as a pacemaker (PM) or implantable cardioverter defibrillator (ICD), if it is located within the irradiation field. Recent findings have also reported the possible failure of an electronic device located outside the irradiation field due to scattered radiation or the production of secondary neutrons, especially when using high-energy photon beams. For this reason, new recommendations regarding the irradiation of patients with inserted pacemakers or cardioverter-defibrillators have been proposed.

Keywords: radiotherapy, electronic device damage, pacemaker, defibrillator

UVOD

Pri obsevanju bolnikov z vstavljeno elektronsko napravo (EN), kot je srčni spodbujevalnik (angl. pacemaker, PM) ali kardioverter defibrilator (angl. implantable cardioverter defibrillator, ICD), lahko pride do njihove okvare, kar lahko ogrozi varnost ali celo življenje bolnika (1, 2). Poznamo mehanske okvare naprav (angl. hardware) ali okvare programskih nastavitev (angl. software) (1). Nastale okvare so lahko prehodne narave (pogostejše) ali pa trajne (redkejš), lahko se pojavijo med obsevanjem ali z zamikom. Na splošno lahko mehanizme okvar razdelimo v tri skupine:

- prehodne, ki se izrazijo med obsevanjem;
- resetiranje nastavitve naprave, ki jih je mogoče nastaviti pri ponovnem programiranju;
- trajne mehanske poškodbe naprave (3).

Zaremba in sodelavci poročajo, da so EN občutljivejši na obsevanje s fotoni in z nevtroni kot z elektroni. Pri obsevanju s fotoni opisujejo 3-odstotno verjetnost nastanka okvare EN, s tem da so PM na obsevanje manj občutljivi kot ICD (2,5 % proti 6,8 %) (1, 3, 4). Okvare so zaznavali že pri zelo nizkih odmerkih (0,15–0,5 Gy), vendar se verjetnost njihovega nastanka povečuje z višjim odmerkom (1, 5, 6). Poleg tega so ugotovili, da zaradi kontaminacije z nevtroni uporaba višjih energij fotonkega snopa povzroči več okvar kot uporaba nižjih energij (1–4, 6–9). Prispevek nevtronov k skupnemu odmerku pri uporabi fotonov 18 MV je namreč lahko od 10- do 20-krat višji kot pri uporabi fotonov 10 MV (10).

Okvara EN lahko torej nastane zaradi neposrednega obsevalnega snopa pa tudi zaradi sipanega sevanja oz. nastanka sekundarnih nevtronov pri uporabi višjih energij fotonkega snopa (3, 11). Manifestirajo se lahko celo z zamikom in izrazijo s popolno okvaro šele tedne ali mesece po koncu obsevanja.

Z uporabo komplementarnih metaloksidnih polprevodnikov (angl. complementary metal-oxide semiconductor, CMOS) so lahko pomanjšali naprave, zmanjšali porabo energije in povečali zanesljivost naprave, vendar pa so vezja CMOS v primerjavi s starejšimi modeli (bipolarni tranzistorji) občutljivejša na obsevanje (1, 6, 7).

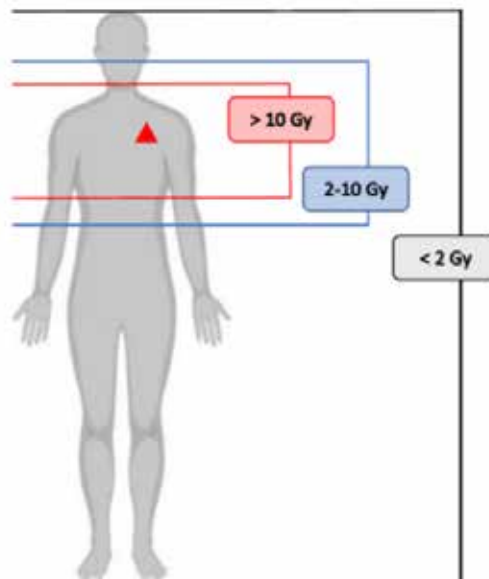
Do zdaj proizvajalci EN niso izdali univerzalnih priporočil glede varnega odmerka in spremljanja (1, 12). Razlogi so najverjetneje v stalnih izboljšavah naprav in tem, da vsi tehnični podatki niso razpoložljivi javnosti. Medtronic® navaja, da so njihove naprave zmožne prenesti 1–5 Gy, odvisno od modela (13). Po drugi strani pa St. Jude Medical®/Abbott® in Boston Scientific® ne navajata varnega doznega praga, ampak vztrajata, da noben odmerek ni varen pri nastanku okvar EN (14, 15). Poleg tega Medtronic® in Biotronik® poudarjata pomen višje energije za okvaro s strani sekundarnih nevtronov ter priporočata omejitve fotonske energije na < 10 MV (13, 16). Vsi proizvajalci so si edini, da EN ne sme biti v obsevalnem polju (13–16).

Vrste potencialnih okvar EN so prikazane v tabeli 1.

Ocena odmerka obsevanja na EN je odvisna od lokalizacije obsevalnega polja in je prikazana na sliki 1. Glede na ocenjeni odmerek lahko predvidimo tveganje za bolnike in okvaro EN:

- visoko tveganje (odmerek na EN > 10 Gy);
- srednje tveganje (odmerek na EN 2-10 Gy);
- nizko tveganje (odmerek na EN < 2 Gy).

Slika 1: Ocena obsevalnih odmerkov glede na lokalizacijo obsevalnega polja (povzeto po Salerno s sod.) (11)



Ob upoštevanju še kardiološkega tveganja ob mogoči okvari elektronske naprave lahko ocenimo tveganje za bolnika kot nizko, srednje ali visoko (tabela 2).

Tabela 1: Mogoče okvare EN, povzročene zaradi ionizirajočega sevanja ali vpliva EMV (elektromagnetno valovanje) (prilagojeno po smernicah DEGRO/DGK, 2015) (7)

Ionizirajoče sevanje	Okvara	PM	ICD
	Spremenjena stimulacija (amplitude, frekvence)	x	x
	Spremenjena občutljivost (preveč/premalo)	x	x
	Inhibicija stimulacije (pavze, asistolije)	x	x
	Sprememba načina delovanja (vključno z asinhrono stimulacijo)	x	x
	Pospešeno izrabljanje baterije	x	x
	Spremenjena občutljivost elektrode	x	x
	Inhibicija protitahikardnega zdravljenja (šoka pri ICD)		x
	Sprememba energije šoka		x
	Nepotrebna šok terapija		x
	Izguba telemetrije x	x	x
	Izpad funkcije	x	x
Motnje EMV*	Motnje EMV*Spremenjena občutljivost (preveč/premalo)	x	x
	Inhibicija stimulacije (pavze, asistolije)	x	x
	Asinhrona stimulacija	x	x
	Inhibicija protitahikardnega zdravljenja (šoka pri ICD)		x
	Neustrezna šok terapija		x
	Resetiranje/Reprogramiranje naprave	x	x

* Klinično manj pomembne pri obsevanju.

Tabela 2: Ocena tveganja glede na vrsto EN in absorbirani odmerki

Bolniki/Odmerek	< 2 Gy	2–10 Gy	> 10 Gy
Bolniki, neodvisni od stimulacije	nizko	srednje	visoko
Bolniki, odvisni od stimulacije	srednje	visoko	visoko
Bolniki z ICD brez zgodovine malignih motenj ritma	nizko	srednje	visoko
Bolniki z ICD z malignimi motnjami ritma (pred implantacijo in po njej)	srednje	visoko	visoko

Glede na ocenjeno tveganje za okvaro elektronske naprave in posledično ogroženost bolnika smo izdelali priporočila za obravnavo bolnikov in nadzor njihovih elektronskih naprav. V sklopu priporočil posebno pozornost posvečamo prepoznavi bolnikov z vstavljenjo elektronsko napravo in njihovem ozaveščanju glede mogočih okvar ter prepoznavi simptomov in znakov, ki so lahko s tem povezani. Vse bolnike napotimo v ambulanto za srčne spodbujevalnike na klinični pregled bolnika in kontrolo elektronske naprave ter oceno kardiološkega tveganja oziroma odvisnosti od naprave.

V sklopu načrtovanja obsevanja je pomembno izbrati optimalno obsevalno tehniko, ki bo omogočila čim manjšo dozno obremenitev EN. Če bi se EN-naprava nahajala v predvidenem obsevalnem polju, je treba oceniti možnost premestitve EN na drugo, varnejše mesto. Posebna pozornost je posvečena bolnikom s srednjim in z visokim tveganjem, pri čemer je potreben monitoring bolnika in naprave med obsevanjem.

Tabela 3: Ukrepi med obsevanjem glede na oceno tveganja

Ukrepi med obsevanjem glede na oceno tveganja		
nizko	srednje	visoko
<p>stalni avdiovizualni nadzor</p> <p>meritve srčne frekvence po vsaki obsevalni frakciji</p>	<p>stalni avdiovizualni nadzor</p> <p>na voljo zunanji defibrilator/PM</p> <p>uporaba magneta po navodilu kardiologa</p> <p>EKG in spO2 monitoring</p>	<p>razmislek o kontralateralni implantaciji EN</p> <p>stalni avdiovizualni nadzor</p> <p>na voljo zunanji defibrilator/PM</p> <p>uporaba magneta po navodilu kardiologa</p> <p>EKG in spO2 monitoring</p> <p>reanimacijska ekipa in ekipa kardiolog v pripravljenosti</p>

Po koncu obsevanja svetujemo kontrolo EN za vse bolnike v dveh tednih, pri srednje- ali visokorizičnih pa poleg tega še tedenske kontrole med obsevanjem in kontrola 3. in 6. mesec po obsevanju (17).

ZAKLJUČEK

Pri obsevanju bolnikov, ki imajo vstavljen srčni spodbujevalnik ali defibrilator, lahko pride do njihove okvare zaradi ionizirajočega sevanja, vpliva elektromagnetnega valovanja ali celo sipanega sevanja. Za varno obravnavo omenjenih bolnikov je nujno tesno sodelovanje med kardiologi in onkologi, upoštevanje uvedenih priporočil s kontrolo elektronskih naprav pred končanim obsevanjem in po njem ali celo vmes ter tudi seznanitev bolnika o mogoči okvari elektronske naprave in potrebnem ukrepanju ob morebitni okvari.

LITERATURA

- Zaremba T, Jakobsen AR, Søgaard M, Tøgersen AM, Riahi S. Radiotherapy in patients with pacemakers and implantable cardioverter defibrillators: a literature review. *Europace* 2016; 18: 479–91.
- Zecchin M, Morea G, Severgnini M, Sergi E, Roldan AB, Bianco E, et al. Malfunction of cardiac devices after radiotherapy without direct exposure to ionizing radiation: mechanism and experimental data. *Europace* 2015; 18 (2): 288–93.
- Zecchin M, Severgnini M, Fiorentino A, Malavasi VL, Menegotti L, Alongi F, et al. Management of patients with cardiac implantable electronic devices (CIED) undergoing radiotherapy. A consensus document from Associazione Italiana Aritmologia e Cardiostimolazione (AIAC), Associazione Italiana Radioterapia Oncologica (AIRO), Associazione Italiana Fisica Medica (AIFM). *Int J Cardiol* 2018; 255: 175–83.
- Zaremba T, Jakobsen AR, Søgaard M, Thøgersen AM, Johansen MB, Madsen LB, et al. Risk of device malfunction in cancer patients with implantable cardiac device undergoing radiotherapy: a population-based cohort study. *Pacing Clin Electrophysiol* 2015; 38: 343–56.
- Mouton J, Haug R, Bridier A, Dodinot B, Eschwege F. Influence of high-energy photon beam irradiation on pacemaker operation. *Phys Med Biol* 2002; 47: 2879–93.
- Hurkmans CW, Knegjens JL, Oei BS, Mass AJJ, Uiterwaal GJ, van der Borden AJ, et al. Management of radiation oncology patients with a pacemaker or ICD: A new comprehensive practical guidelines in the Netherland. *Radiat Oncol* 2012; 7: 198.
- Gauter - Fleckenstein B, Israel CW, Dorenkamp M, Dunst J, Roser M, Scimpf R, et al. DEGRO/DGK guidelines for radiotherapy in patients with cardiac implantable electronic devices. *Strahlenther Onkol* 2015; 191: 393–404.

8. Gelblum DY, Amols H. Implanted Cardiac Defibrillator Care in Radiation Oncology Patient Population *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2009; 73 (5): 1525–31.
9. Elders J, Kunze - Busch M, Smeenk RJ, Smeets JLRM. High incidence of implantable cardioverter defibrillator malfunctions during radiation therapy: neutrons as a probable cause of soft errors. *Europace* 2013; 15: 60–5.
10. Uiterwaal H, Springorum BG, Scheepers E, et al. Interference detection in implantable defibrilators induced by therapeutic radiation therapy. *Neth Heart* 2006; 14: 30–4.
11. Salerno F, Gomellini S, Caruso C, Barbara R, Musio D, Coppi T, et al. Management of radiation therapy patients with cardiac defibrillator or pacemaker. *Radiol Med* 2016; 121: 515–20.
12. Solan AN, Solan MJ, Bednarz G, Goodkin MB. Treatment of Patients with Cardiac Pacemakers and Implantable Cardioverter-Defibrillators during Radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004, 59 (3): 897–904.
13. Medtronic. Therapeutic radiation Revision 1.0, 21. jan. 2013. Mounds View, MN: CRDM Technical Services; 2013.
14. Boston Scientific. Therapeutic radiation and implantable device systems Revision 002-1675; Rev.B.US.Marlbrough, MA: Technical Services; 2012.
15. St Jude Medical Effects of therapeutic radiation on St. Jude Medical implantable cardiac rhythm devices revision 10/13. Sylmar, CA: Technical Services; 2013.
16. Biotronik. Radiation therapy and BIOTRONIK CRM devices- pacemakers (IPG), defibrillators (ICD) and CRT-devices. Berlin, Germany: Global Technical Service CRM; 2011.
17. Yeung C, Chacko S, Glover B, Cambell D, Crystal E, Ben-Dov N, et al. Radiotherapy for Patients with Cardiovascular Implantable Electronic Devices: A Review. *Can J Cardiol* 2018; 34(3): 244–51.