



Możliwości powrotu do pracy w polach elektromagnetycznych po implantacji stymulatora serca

MARIA TIIKKAJA
MAILA HIETANEN
TOMMI ALANKO
HARRI LINDHOLM

Finnish Institute of Occupational Health
Kontakt: maila.hietanen@ttl.fi

W Europie co roku wszczepianych jest kilka tysięcy stymulatorów serca ze względu na potrzeby terapeutyczne pacjentów z chorobami kardiologicznymi. Chociaż większość z nich jest w wieku emerytalnym, to jednak ciągle w wielu miejscach zatrudnieni są pracownicy ze stymulatorami. Często zarówno pracodawca, jak i pracownicy służby bhp mają wątpliwości dotyczące możliwości zatrudniania takich osób, jeżeli miałyby one pracować w zasięgu pól elektromagnetycznych. Dlatego też, zarządzanie ryzykiem związanym z taką pracą oraz możliwymi elektromagnetycznymi zakłóceniami stymulatorów urosło do rangi istotnego problemu i jest przedmiotem wielu pytań i ożywionej dyskusji.

Pomyślny powrót do pracy osoby, której wszczepiono stymulator serca wymaga współpracy między pracownikiem, pracodawcą oraz lekarzem terapeutą (kardiologiem). W stosunku do pracownika powinna zostać wykonana indywidualna ocena zagrożeń zawodowych obejmująca specyficzną charakterystykę każdego pracownika i właściwości jego stanowiska pracy. W nowej dyrektywie europejskiej 2013/35/UE w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa, dotyczących narażenia pracowników na zagrożenia spowodowane polami elektromagnetycznymi podkreślono, że pracownicy, którzy są użytkownikami elektronicznych implantów medycznych, takich jak stymulatory serca i defibrylatory, wymagają przeprowadzenia indywidualnej oceny zagrożeń elektromagnetycznych w ich miejscu pracy. Bezpieczeństwo użytkowników implantów elektronicznych powinno być elementem edukacji na temat zagrożeń zawodowych, jaka jest organizowana dla pracowników zatrudnionych w środowisku pracy, w którym występują szkodliwe pola elektromagnetyczne, a także rozpatrzone w ramach profilaktycznej opieki medycznej, dotyczącej tych pracowników.

Występowanie pól elektromagnetycznych

Pola elektromagnetyczne występują wszędzie tam gdzie wykorzystywana jest elektryczność. Pola elektryczne związane są z różnicami napięcia elektrycznego, a silne pola elektryczne występują na przykład pod liniami wysokiego napięcia.

Pola magnetyczne związane są z prądami elektrycznymi. Silne pola magnetyczne powstają na przykład w procesach spawania łukowego i nagrzewania indukcyjnego. Natężenie pola magnetycznego szybko maleje wraz ze wzrastającą odległością od źródła pola.

Pola elektromagnetyczne wytwarzane są na przykład przez magnesy stałe, narzędzia elektryczne, komputery, nadajniki radiowo-telewizyjne, telefony komórkowe, urządzenia medyczne czy systemy przeciwkradzieżowe. W większości przypadków pole elektromagnetyczne nie jest na tyle silne, aby spowodować nieprawidłowe funkcjonowanie stymulatora serca. Ponadto, tylko niektóre częstotliwości pola elektromagnetycznego wytwarzanego przez te urządzenia zawierają się w paśmie, które jest krytyczne dla funkcjonowania stymulatorów serca.

Jak pola elektromagnetyczne oddziałują na stymulatory serca

Zewnętrzne pola elektromagnetyczne mogą zakłócać stymulatory serca i negatywnie wpływać na ich funkcjonowanie. Zakłócenia te zależą od charakterystyki pola, właściwości technicznych i nastaw stymulatora serca, indywidualnych predyspozycji użytkownika oraz czynników środowiskowych. Typowe zakłócenie pracy stymulatora skutkuje przestawieniem jego funkcji do trybu, w którym indywidualnie zaprogramowane ustawienia stymulatora nie funkcjonują, a urządzenie funkcjonuje z ustawieniami uniwersalnymi. Zazwyczaj, gdy zakłócenia takie są krótkotrwałe, nieprawidłowe działanie stymulatora nie stwarza żadnych niebezpieczeństw dla pacjenta.

Sygnaly zakłócające wywołane polami elektromagnetycznymi mogą imitować funkcjonowanie serca powodując, że stymulator błędnie interpretuje sytuację jako prawidłową i nie reaguje na rzeczywiste zakłócenia pracy serca. Dlatego też stymulator przestaje stymulować nawet gdy wewnętrzny rytm pracy serca jest zbyt słaby. Takie nieprawidłowe działanie może być bezobjawowe, gdy wewnętrzny rytm pracy serca danej osoby jest satysfakcjonujący. Jednakże, może to skutkować zawrotami głowy, utratą świadomości, a nawet zagrażać życiu osób całkowicie zależnych od stymulatora.

Sygnal zakłócający może również stanowić zagrożenie podczas występowania arytmii serca, szczególnie u osób z implantowanym kardiowerterem-defibrylatorem (ICD), który może nie zadziałać właściwie w czasie wystąpienia potencjalnie śmiertelnej arytmii.

Stymulator może także błędnie zinterpretować sygnały zakłócające, powodując niepotrzebną stymulację. Jest to powszechne zakłócenie pracy ICD, które może rozpoznać sygnał zewnętrzny, jako zagrażającą życiu arytmii serca i przejść do działania poprzez wytworzenie sygnału elektrycznej defibrylacji serca. Defibrylacja taka jest zwykle bolesna i może nawet wywołać rzeczywistą arytmii. Inne zakłócenia oraz nieprawidłowości w działaniu stymulatorów są również możliwe, ale mniej prawdopodobne.

Regułą jest, że wszystkie zakłócenia w pracy stymulatorów zanikają, gdy odległość od źródła pola elektromagnetycznego wzrasta. Najlepszym sposobem zapobiegania zakłóceniom elektromagnetycznym stymulatorów serca jest unikanie przebywania blisko urządzeń wytwarzających silne pola elektromagnetyczne. W przypadku zakłóceń pracy stymulatora istotne jest jak najszybsze oddalenie się od źródła pola elektromagnetycznego. Zależnie od nasilenia zakłóceń, zalecane jest skontaktowanie się z placówką służby zdrowia zajmującą się stymulatorami.

Nowoczesne stymulatory są dobrze zabezpieczone przed polami elektromagnetycznymi. Istotnym czynnikiem determinującym ich podatność na zakłócenia jest biegunowość elektrod. Obecnie powszechnie używane są elektrody bipolarne, z podwójnym odprowadzeniem elektrod ze stymulatora. Układ taki znosi zakłócenia elektromagnetyczne lepiej niż konfiguracja monopolarna (jednoelektrodowa).

Czułość stymulatora na zakłócenia może także zależeć od strony klatki piersiowej, po której zlokalizowany jest jego generator. Stymulator monopolarny implantowany po lewej stronie jest bardziej wrażliwy na zakłócenia

Tabela. Zasady oceny zagrożeń elektromagnetycznych dotyczących pracowników użytkujących stymulatory serca lub defibrylatory
 Table. The rules of assessment of electromagnetic risks regarding the workers who are users of cardiac pacemakers or defibrillators

	Etapy oceny	Działania	Uwagi
1.	Identyfikacja pracowników ze stymulatorem	Sprawdzić potrzebę oceny zagrożeń, tj. zidentyfikować pracowników ze stymulatorami	Podobne zasady mają zastosowanie do oceny zagrożeń dla użytkowników innych implantów medycznych
2.	Analiza podstawowych informacji	Przeanalizować informacje i zalecenia, jakie pracownik otrzymał od kardiologa	Na przykład czy jej/jego implant medyczny jest stymulatorem serca czy defibrylatorem
3.	Ustalenie zapotrzebowania na szczególną ocenę zagrożeń	Określić wymagany poziom oceny zagrożeń	Na przykład, w środowisku biurowym wystarczające jest wykonanie oceny na podstawie danych ekspertów bez pomiarów pola elektromagnetycznego
4.	Przeprowadzenie szczególnej oceny zagrożeń	Gdy potrzeba, przeprowadzić szczególną ocenę ryzyka obejmującą pomiary pola elektromagnetycznego w środowisku pracy	Przykłady urządzeń wymagających indywidualnej oceny <ul style="list-style-type: none"> • urządzenia o dużej mocy wykorzystujące prąd elektryczny • urządzenia spawalnicze • nagrzewnice indukcyjne • suszarki mikrofalowe • zgrzewarki wysokiej częstotliwości • urządzenia procesów elektrochemicznych • demagnetyzatory • urządzenia elektroniczne w czasie naprawy i konserwacji • skanery rezonansu magnetycznego oraz podobne urządzenia medyczne • silniki i generatory elektryczne dużej mocy • kosiarki do trawy/ dmuchawy do liści, oraz inne narzędzia napędzane silnikiem spalinowym • piłarki łańcuchowe o dużej mocy • wiertarki oraz narzędzia elektryczne o dużej mocy • anteny nadawcze o dużej mocy
5.	Ocena zagrożeń	Ocena wyników oraz wymaganej profilaktyki	Może to obejmować obszary ograniczonego dostępu lub reorganizację czynności pracy
6.	Dokumentacja	Udokumentować wyniki dla przyszłego wykorzystania	Zasady dokumentowania wyników oceny zagrożeń regulują wymagania prawa pracy
7.	Ponawianie oceny zagrożeń	Ponowić lub zaktualizować ocenę w przypadku pojawienia się istotnych zmian na stanowisku pracy lub w ustawieniach stymulatora	Dotyczy zasad omówionych w etapach 2 – 6

od zewnętrznych pól elektromagnetycznych niż implantowany po stronie prawej. Wyprowadzenia elektrod ICD są zawsze bipolarne. Niekiedy stymulator jest implantowany w okolicach brzucha i wtedy jest wyjątkowo czuły na zakłócenia elektromagnetyczne.

Powrót do pracy po implantacji stymulatora

Pola elektromagnetyczne bardzo rzadko utrudniają powrót do pracy po implantacji stymulatora. Często nie ma jednak informacji dotyczących występowania owych pól na stanowisku pracy, a w związku z tym istotne jest wykonanie oceny zagrożeń w odniesieniu do pracownika ze stymulatorem.

Ocena zagrożeń w stosunku do pracownika po operacji wszczepienia stymulatora i zarządzanie nimi to istotna część działań dotyczących bhp (tabela). Może to być prosty proces dotyczący stanowisk pracy, w których nie występują silne źródła ekspozycji.

Należy również pamiętać, że w przemyśle wykorzystującym silne prądy elektryczne ocena ryzyka zawodowego zwykle związana jest z pomiarami pola elektromagnetycznego oraz innymi działaniami profilaktycznymi. W środowiskach pracy, w których występują silne pola elektromagnetyczne, użytkownicy implantowanych urządzeń medycznych powinni zostać o tym poinformowani za pomocą odpowiednich znaków ostrzegawczych (rys.). Jednakże w środowiskach przemysłowych różne prądy upływu i przewodzenia, będące wynikiem nieprawidłowego połączenia i nieuziemienia urządzeń elektrycznych, mogą istotniej wpływać na funkcjonowanie

stymulatora niż pola elektromagnetyczne. Zakłócenia powodowane prądem przewodzenia mogą trwale zaburzyć, a nawet przerwać funkcjonowanie stymulatora.

Ocena zagrożeń na stanowisku pracy

Indywidualna ocena zagrożeń dla pracowników ze stymulatorami może obejmować wyniki ogólnej oceny zagrożeń elektromagnetycznych, przeprowadzonej wcześniej na stanowisku pracy. Ogólnie przyjęte limity dotyczące ekspozycji zawodowej na pola elektromagnetyczne nie mogą być jednak stosowane w przypadku pracowników ze stymulatorami, ponieważ mogą one nie gwarantować ochrony przed zakłóceniami stymulatora. Zgodnie z EN 50527-1:2010 zharmonizowaną w dyrektywą europejską dotyczącą urządzeń medycznych, stymulatory przeznaczone do użytku na rynku Unii Europejskiej powinny charakteryzować się odpornością na zakłócenia podczas ekspozycji na pola elektromagnetyczne o poziomie nieprzekraczającym limitów ekspozycji ogółu ludności (podanych w europejskiej rekomendacji 1999/519/EC).

Podsumowanie

Indywidualna ocena zagrożeń powinna być wykonywana dla każdego pracownika po implantacji stymulatora, aby określić możliwe problemy związane z polami elektromagnetycznymi na stanowisku pracy. Zazwyczaj przestrzenie publiczne oraz środowiska pracy niewyposażone w urządzenia elektryczne o dużej mocy są bezpieczne dla pracowników ze stymulatorami. Użytkowanie urządzeń elektrycznych blisko stymulatora nie jest jednakże zalecane. Ponadto, urządzenia elektryczne powinny być nieuszkodzone i obsługiwane zgodnie z instrukcją producenta.

W większości przypadków, pola elektromagnetyczne nie są przeszkodą do kontynuowania pracy po implantacji stymulatora. Środki techniczne w środowisku pracy mogą być pomocne w ograniczeniu ekspozycji pracownika na pola elektromagnetyczne oraz prawdopodobieństwa wystąpienia zakłócenia stymulatora.

Zalecenia zawarte w tym artykule są ogólnymi wskazówkami dotyczącymi zapewnienia niezakłóconego funkcjonowania stymulatorów serca w środowisku pracy, gdzie występują pola elektromagnetyczne. Zalecenia te nie zastępują indywidualnej oceny zagrożeń pacjentów ze stymulatorami, wykonanej przez lekarza prowadzącego lub specjalistów ochrony zdrowia lub oceny zagrożeń zawodowych.



Rys. Znormalizowane znaki bezpieczeństwa stosowane do oznaczenia miejsc, w których mogą występować silne pola elektromagnetyczne mogące powodować zakłócenia stymulatorów serca (wg EN ISO 7010:2012)

Fig. Standardized warning signs applicable in labeling the space, where strong electromagnetic field may exist and cause disturbances in the cardiac pacemakers operation (according to EN ISO 7010:2012)

ZAŁĄCZNIK

Possibilities of return to work in electromagnetic fields after cardiac pacemaker implantation

Abstract

EMFs at workplaces are rarely so strong that they prevent an employee from continuing to work after pacemaker implantation. There are, however, some work situations that a worker with a pacemaker must avoid. This article briefly describes what EMF disturbances are, where they may occur, and what kind of risk assessments can be carried out at the workplace.

Key words: electromagnetic fields, occupational exposure, medical implants

Table 1. Assessment of electromagnetic risks regarding the workers who are users of cardiac pacemakers or defibrillators

Assessment steps	Actions	Notes
1. Identification of workers with a pacemaker	Check the need for a risk assessment, i.e. identify workers with pacemakers	Similar rules are applicable in the assessment of hazards for users of other medical implants
2. Determination of background information	Determine information and any special instructions the employee has received from the cardiologist	For instance: is his/her medical implant cardiac peacemaker or defibrillator
3. Determination of a need for special assessment of hazards	Evaluate the level of hazards assessment needed	For instance, in office environments evaluations based on expert data without EMF measurements are sufficient
4. Conduction of individual assessment of hazards	When needed, carry out a special risk assessment, including measurements of the EMFs in the work environment	Examples of devices requiring individual assessment: <ul style="list-style-type: none"> powerful devices that use electric currents welding equipment induction heaters microwave dryers high frequency heaters electrochemical process equipment demagnetizers electronic equipment over repair and maintenance magnetic resonance scanners and other comparable medical devices strong permanent magnets high power electric generators and motors lawn mowers, leaf blowers, and other combustion engine driven tools powerful chainsaws electric drills and similar high power tools powerful transmitter antennas
5. Risk assessment	Evaluate the results and required prevention measures	This may include restricted access areas or reorganisation of work practices
6. Documentation	Document the results for future use	The rules regarding the documenting of the results of hazards assessment are fixed by the labour law
7. Maintenance of risk assessment	Maintain the assessment and update it whenever substantial changes occur at the workplace or in the settings of the pacemaker.	

REFERENCES

[1]. Directive 2013/35/UE of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (20th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC), O.J. nr L-184 of 26 June 2013.

[2]. Hirose M, Hida M, Sato E, Kokubo K, Nie M, Kobayashi H. Electromagnetic interference of implantable unipolar cardiac pacemakers by an induction oven. *Pacing Clin Electrophysiol* 2005;28:540-8.

[3]. Trigano A, Deloy P, Blandeau O, Levy S. Arc welding interference recorded by an implanted cardiac pacemaker. *Int J Cardiol* 2006;109:132-4.

[4]. Lee S, Fu k, Kohno T, Ransford B, Maisel WH. Clinically significant magnetic interference of implanted cardiac devices by portable headphones. *Heart Rhythm* 2009;6:1432-6.

[5]. Souques M, Magne I, Lambrozo J. Implantable cardioverter defibrillator and 50-Hz electric and magnetic fields exposure in the workplace. *Int Arch Occup Environ Health* 2011;84:1-6.

[6]. Butrous GS, Bexton RS, Barton DG, Male JC, Camm AJ. Interference with the pacemakers of two workers at electricity substation. *Br J Ind Med* 1983;40:462-5.

[7]. Korpinen L, Kuisti H, Elovaara J, Virtanen V. Cardiac pacemakers in electric and magnetic fields of 400-kV power lines. *Pacing Clin Electrophysiol* 2012;35:422-30.

[8]. Tiikkaja M, Aro AL, Alanko T, Lindholm H, Sistonen H, Hartikainen JEK, Toivonen L, Juutilainen J, Hietanen M. Electromagnetic interference with cardiac pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators from low frequency electromagnetic fields in vivo. *Europace* 2013;15:388-94.

[9]. Trigano A, Blandeau O, Souques M, Gernez JP, Magne I. Clinical study of interference with cardiac pacemakers by a magnetic field at power line frequencies. *J Am Coll Cardiol* 2005;45:896-900.

[10]. Hansson Mild K., Alanko T., Decat G., Falsperla R., Gryz K., Hietanen M., Karpowicz J., Rossi P., Sandström M., *Exposure of Workers to Electromagnetic Fields. A Review of Open Questions on Exposure Assessment Techniques*. "International Journal of Occupational Safety and Ergonomics" (JOSE), 15(1):3–33, 2009.

[11]. B. Hocking K. Hansson Mild, Guidance Note: Risk Management of Workers With Medical Electronic Devices and Metallic Implants in Electromagnetic Fields. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (JOSE), 2008, 14(2):217-222.

[12]. EN 50499:2008. Procedure for the assessment of the exposure of workers to electromagnetic fields.

[13]. EN50527-1:2010. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – Part 1: General.

[14]. EN50527-1:2010. Procedure for the assessment of the exposure to electromagnetic fields of workers bearing active implantable medical devices – Part 2-1: Specific assessment for workers with cardiac pacemakers.

[15]. Council of the European Union Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), 1999/519/EC, Official Journal of the European Communities, L 199/59.

The modified version of the article, translated into Polish, was created on the basis of the Guidebook published by the Finnish Institute of Occupational Health, available under the following link: http://www.tsr.fi/c/document_library/get_file?folderId=13109&name=DLFE-9022.pdf