

# CHARAKTERYSTYKA PROWADNIKÓW STOSOWANYCH W IMPLANTOWANIU KARDIOSTYMULATORÓW SERCA

JOANNA PRZONDZIO<sup>1\*</sup>, RAFAŁ MŁYNARSKI<sup>2</sup>, JANUSZ SZALA<sup>1</sup>,  
ANNA KUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>POLITECHNIKA ŚLĄSKA W KATOWICACH,  
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIALOWEJ I METALURGII,  
UL. KRASIŃSKIEGO 8, 40-019 KATOWICE, POLSKA

<sup>2</sup>ŚLĄSKI UNIWERSYTET MEDYCZNY, UL. ZIOŁOWA 45/47, 40-635  
KATOWICE

\*MAILTO:JOANNA.PRZONDZIO@POLSL.PL

[Inżynieria Biomateriałów, 99-101, (2010), 56-58]

## Wprowadzenie

Od ponad 50 lat w leczeniu bradyarytmii stosuje się stymulację serca. Pierwszy wewnętrzny rozrusznik wszczepił 8 października 1958 roku szwedzki kardiochirurg Ake Senning, przy współpracy z Rune Elmqvistem, który był jego producentem. Elektrody urządzenia były umieszczone na nasierdziu (tak zwane elektrody nasierdziowe), a nie wewnątrz jam serca. Niestety, rozrusznik zawiódł już po 3 godzinach. Jednak od tego przełomowego momentu obserwuje się dynamiczny rozwój elektroterapii, której skuteczności dowiodła zarówno praktyka kliniczna, jak i wyniki badań naukowych [1-3].

Dzięki postępowi w dziedzinie mikroelektroniki stosowane obecnie urządzenia są mniejsze, cechują się większymi możliwościami programowania, zaś elektrody stymulatorów stały się cieńsze, jednocześnie charakteryzując się wyższą trwałością. Celem udoskonalień i modyfikacji – zarówno sprzętowych, jak i programowych – jest zapewnienie odpowiedniej elektrycznej stabilizacji rytmu serca i korekty zaburzeń przewodzenia w sposób umożliwiający uzyskanie czynności elektrycznej serca możliwie najbardziej zbliżonej do stanu prawidłowego. Producenci i lekarze dążą również do wydłużenia czasu funkcjonowania urządzeń oraz eliminacji powikłań leczenia stymulacją [3].

Elektroterapia obejmuje wszczepianie wielu urządzeń, z których najważniejsze to [4]:

- kardiostymulatory zwane potocznie rozrusznikami serca,
- kardiowertery-defibrylatory (ICD, Implanted Cardioverter Defibrillator),
- układy CRT (Cardiac Resynchronisation Therapy) do stymulacji dwukomorowej biwentrikularnej,
- układy CRT-ICD do stymulacji dwukomorowej z funkcją kardiowertera-defibrylatora.

Powodzenie zabiegów elektroterapii zależy od szeregu czynników, a jednym z nich jest właściwy dobór instrumentarium i materiałów pomocniczych. Istotne znaczenie w prawidłowej realizacji implantowania kardiostymulatora mają przewodniki, których zadaniem jest wprowadzenie elektrod endokawitarnych.

W pracy przedstawiono charakterystykę przewodników stosowanych podczas wszczepiania kardiostymulatora. Pomiarów dokonano metodami

# CHARACTERISTICS OF LEADERS USED IN HEART PACEMAKERS IMPLANTATION

JOANNA PRZONDZIO<sup>1\*</sup>, RAFAŁ MŁYNARSKI<sup>2</sup>, JANUSZ SZALA<sup>1</sup>,  
ANNA KUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SILESIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,  
FACULTY OF MATERIALS ENGINEERING AND METALLURGY,  
8 KRASINSKIEGO STREET, 40-019 KATOWICE, POLAND

<sup>2</sup>MEDICAL UNIVERSITY OF SILESIA, DEPARTMENT OF CARDIOLOGY,  
45/47 ZIOLOWA STREET, 40-635 KATOWICE, POLAND

MAILTO:JOANNA.PRZONDZIO@POLSL.PL

[Engineering of Biomaterials, 99-101, (2010), 56-58]

## Introduction

For over 50 years of curing bradyarrhythmia, heart stimulation has been used. The first internal pacemaker was implanted on 8. October, 1958 by a Swedish heart surgeon Ake Senning, in cooperation with Rune Elmqvist who was its producer. Electrodes of the device were placed on epicardium (so called epicardial electrodes), not inside heart cavities. Unfortunately, the pacemaker failed after only 3 hours. However, since that critical moment, we can witness a rapid development of electrotherapy, the effectiveness of which has been proved by both: clinical practice as well as the results of scientific research. [1-3].

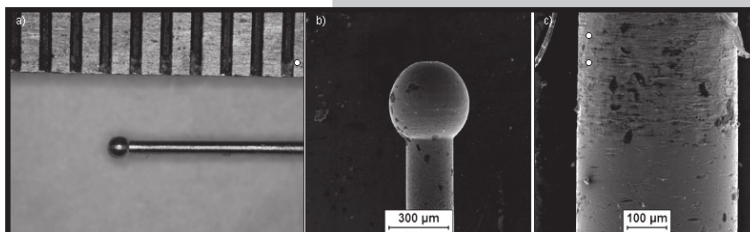
Thanks to development in the field of microelectronics, the devices used nowadays are smaller, they feature better software capabilities, and electrodes of stimulators are thinner and at the same time more durable. The aim of improvements and modifications, related to hardware as well as software – is to provide suitable electrical stabilisation of heart rate and correction of conduction disorders in a way that enables to obtain such electrical activity of heart that is as close to the correct state as possible. Manufacturers and doctors also aim at prolongation of functional time of devices and removal of complications arising during treatment by stimulation [3].

Electrotherapy includes implantation of various devices, among which the most important ones are [4]:

- cardiac pacemakers,
- ICD - Implanted Cardioverter Defibrillators,
- CRT devices - Cardiac Resynchronisation Therapy – for cardiac resynchronisation therapy,
- CRT-ICD devices for biventricular stimulation with ICD functions.

The success of electrotherapy treatment depends on a variety of factors. One of them is proper selection of equipment and accessories. Leaders, the purpose of which is to lead endocavitary electrode, are of great importance for correct implantation of pacemaker.

The study presents characteristics of leaders used for implantation of pacemakers. Measurements were made by means of computer-aided quantitative metallography. By means of electron scanning microscope



RYS.1. Przewodnik prosty  
FIG.1. Straight leader

metalografii ilościowej wspomaganą komputerowo. Przy pomocy elektronowego mikroskopu skaningowego z emisją polową FE SEM S-4200 HITACHI współpracującego ze spektrometrem Voyager 3500 Noran Instruments przeprowadzono jakościową i ilościową analizę składu chemicznego. Ustalono właściwości mechaniczne przewodników.

## Badania przewodników

Stosowane komercyjnie w elektroterapii przewodniki mają postać drutów. Badaniom poddano przewodnik prosty średnicy 0,4 mm i długości 680 mm oraz przewodnik, którego końcówka jest ukształtowana w kształcie litery „J”. Średnica przewodnika zakrzywionego wynosi 0,35 mm, a jego długość 550 mm. Przewodnik prosty służy do wprowadzania elektrody komorowej, natomiast przewodnik zakrzywiony przeznaczony jest do wprowadzania elektrody przedsiolkowej.

Przewodnik prosty charakteryzuje się specjalnym zakończeniem o długości 35 mm, którego średnica ulega stopniowej redukcji. Na końcu przewodnika znajduje się kulka (RYS.1a – zdjęcie wykonano na mikroskopie stereoskopowym firmy Olympus SZX9). Na RYS.1b i c pokazano kulkę oraz strefę przejściową między drutem prostym średnicy 0,4 mm a końcówką o zmniejszającej się średnicy. Do zmniejszania średnicy końcówki przewodnika zastosowano zabieg szlifowania.

Badania zrealizowane na mikroskopie skaningowym wskazują, że wszystkie części przewodnika prostego zostały wyprodukowane ze stali nierdzewnej o zawartości ~20% Cr i 10% Ni (RYS.2).

Przewodnik zakrzywiony (RYS.3) również charakteryzuje się zakończeniem, którego średnica ulega stopniowemu zmniejszaniu. Na końcu przewodnika znajduje się kulka (RYS.3a,b). Kończówkę przewodnika szlifowano celem stopniowej redukcji średnicy (RYS.3c).

Analiza zrealizowana na mikroskopie skaningowym wykazała, że przewodnik zakrzywiony wyprodukowany został również ze stali nierdzewnej chromowo-niklowej.

Badania właściwości mechanicznych wykonane na maszynie wytrzymałościowej firmy Instron wykazały, że drut średnicy 0,4 mm, którego użyto do produkcji przewodnika prostego charakteryzuje się: wytrzymałością na rozciąganie  $R_m=1950$  MPa oraz wydłużeniem względnym  $A_{100}=2,5\%$ . Właściwości mechaniczne drutu średnicy 0,35 mm zastosowanego do wytworzenia przewodnika zakrzywionego są następujące: wytrzymałość na rozciąganie  $R_m=1970$  MPa oraz wydłużenie względne  $A_{100}=2,8\%$ .

## Podsumowanie

Implantacja rozruszników serca jest zabiegiem stosowanym powszechnie u coraz większej liczby pacjentów. Rozrusznik jest urządzeniem służącym do elektrycznego pobudzenia rytmu serca. Stosuje się go, gdy węzeł zatokowy w wyniku różnych schorzeń przestaje spełniać swoją rolę, co prowadzi do bradykardii, a w konsekwencji może prowa-

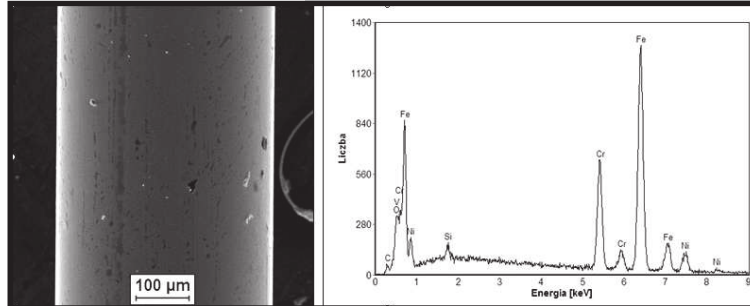
with field emission FE SEM S-4200 HITACHI in cooperation with spectrometer Voyager 3500 Noran Instruments, qualitative and quantitative analysis of chemical composition was made. Mechanical characteristics of leaders was determined.

## Tests of leaders

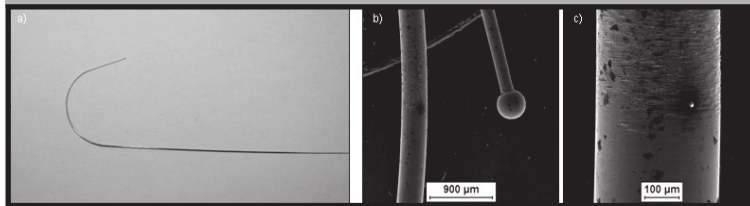
Leaders used commercially in electrotherapy have the shape of wire. The tests involved straight leader with diameter of 0,4 mm and length of 680 mm and leader with “J” shaped end. Diameter of curved leader was 0,35 mm, and its length was 550 mm. Straight leader is used for inserting

ventricular lead, whereas curved leader is used for inserting atrial lead.

Straight leader features special end, 35 mm long, whose diameter is gradually reduced. At the end of the leader there is a ball (FIG.1a – the picture was taken by means of stereoscopic microscope by Olympus SZX9). Fig.1b and c show the ball and the transitional zone between straight wire with diameter of 0,4 mm and the end with decreasing diameter. Grinding enabled to decrease the diameter of leader



**RYS.2. Drut średnicy 0,3 mm i zarejestrowane widmo promieniowania rentgenowskiego**  
**FIG.2. Wire with diameter of 0,3 mm and registered X-radiation spectrum**



**RYS.3. Przewodnik z końcówką wyprofilowaną w kształcie litery „J”**  
**FIG.3. Leader with J-shaped end**

end.

Tests carried out by means of scanning microscope show that all parts of straight leader were made of stainless steel with contents of Cr ~20% and content of Ni 10% (FIG.2).

Curved leader (FIG.3) also features the end whose diameter is gradually decreased. There is a ball at the end of the leader (FIG.3a,b). The end of the leader was ground in order to reduce its diameter gradually (FIG.3c).

Analysis realised by means of scanning microscope showed that curved leader was also made of chromium and nickel stainless steel.

Tests of mechanical properties, made on Instron testing machine, showed that wire with diameter of 0,4 mm, which straight leader was made of, features: tensile strength  $R_m=1950$  MPa and relative elongation  $A_{100}=2,5\%$ . Mechanical properties of wire with diameter of 0,35 mm used for production of curved leader are as follows: tensile strength  $R_m=1970$  MPa and relative elongation  $A_{100}=2,8\%$ .

## Summary

Implantation of pacemakers is a widely used treatment for an increasing number of patients. Pacemaker is a device that is used for electrical activation of heart rate. It is used when, due to various diseases, sinoatrial node fails to perform its function, which leads to bradycardia and in the

dzic do objawów niedokrwienia mózgu lub niewydolności serca. Innym powodem implantacji są również zaburzenia przewodzenia przedsionkowo-komorowego (tzw. bloki serca). W Polsce żyje ponad 100 000 osób z wszczepionym kardiostymulatorem, a liczbę wszczepień szacuje się na 9500-rocznie. 80-90% tych zabiegów to wszczepienia nowych rozruszników (implantacja kardiostymulatora), a w 10-20% to wymiany wyczerpanych stymulatorów (reimplantacja). Bardzo wysoka cena importowanych urządzeń do stymulacji (w tym również przewodników) powoduje, że nie wszyscy chorzy mogą liczyć na implantację. Niniejsza praca sygnalizuje konieczność podjęcia badań dotyczących technologii produkcji przewodników.

Opracowanie i wdrożenie technologii wytwarzania przewodników przeznaczonych do wprowadzania elektrod pozwoliłoby na wyeliminowanie importu tych materiałów, a tym samym na zaopatrzenie krajowych ośrodków kardiologicznych w wyrób spełniający wymogi nowoczesnej elektroterapii.

long run it can cause the symptoms of cerebral ischaemia or cardiac failure. Another reason for implantation is also disorders of rhythm and atrio-ventricular conduction (so called heart blocks). In Poland there are over 100 000 people with implanted pacemaker and the number of implantations is estimated at 9500 per year. 80-90% of those interventions are implantations of new pacemakers (pacemaker implantation), and 10-20% are replacements of worn stimulators (re-implantation). Extremely high price of imported devices for stimulation (including leaders) is the reason why implantation cannot be performed on everybody who is ill. This study points out that tests related to technology of leaders' manufacturing are necessary.

Elaboration and implementation of technology used for manufacturing leaders used for electrode insertion would enable to give up importing those materials, and at the same time to supply domestic cardiac centres with product that meets the requirements of modern electrotherapy.

## Piśmiennictwo

- [1]. Luderitz B.: We have come a long way with device therapy: historical perspectives on antiarrhythmic electrotherapy. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2002;13(Suppl. 1): 2-8.
- [2]. Elmqvist R, Senning A.: Implantable pacemaker for the heart. In: Smyth CN, ed. *Medical Electronics. Proceedings of the Second International Conference on Medical Electronics, Paris, 24-27 June 1959*. London, UK: Iliffe & Sons; 1960. 253-254. (Abstract).

## References

- [3]. Grupa Robocza Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego ds. stymulacji serca i resynchronizacji we współpracy z Europejskim Towarzystwem Rytmu Serca: Wytyczne dotyczące stymulacji serca i resynchronizacji. <http://www.kardiologiapolska.pl/>; 02.07.2010.
- [4]. Kargul W., Młynarski R., Piłat E.: Implantowanie stymulatorów serca i kardiowerterów-defibrylatorów. *Chirurgia Polska* 2005, 7, 4, 267-279.

## DEGRADACJA IMPLANTÓW METALICZNYCH POKRYTYCH SREBREM

BEATA ŚWIECZKO-ŻUREK<sup>1\*</sup>, ANNA PAŁUBICKA<sup>2</sup>,  
MICHAŁ BOGDAŃSKI<sup>2</sup>, MAREK KRZEMIŃSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>POLITECHNIKA GDAŃSKA,  
WYDZIAŁ MECHANICZNY, KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ  
UL.G.NARUTOWICZA 11/12, 80-952 GDAŃSK,  
<sup>2</sup>SZPITAL W KOŚCIERZYNIE

\*MAILTO: BSWIECZKO@MECH.PG.GDA.PL

*[Inżynieria Biomateriałów, 99-101, (2010), 58-60]*

### Wstęp

Srebro ze swych antybakteryjnych właściwości znane było już w starożytności. Antyczni Grecy, aby zapobiec szerzeniu się chorób pokrywali talerze i kubki srebrem, wrzucali srebrne monety do kan z wodą, aby przedłużyć czas jej przydatności do spożycia, podawali również dzieciom srebrne łyżeczki do ssania, co miało chronić je przed chorobami. W latach 90 XX w. naukowcy zauważyli, że osoby, u których występuje niski poziom srebra jako pierwiastka śladowego, często chorują na choroby o etiologii wirusowej, bakteryjnej oraz grzybiczej. Jednak nadmiar srebra wprowadzony do organizmu może prowadzić do nekrozy tkanek wątroby, a zwiększona jego zawartość w pożywieniu powoduje u człowieka przebarwienia skóry i błon śluzowych w postaci niebieskoszarych plam [1].

Bosetti i wsp. [2] w swoich badaniach dowodzą braku toksycznego wpływu srebra na komórki ludzkie (tj. limfocyty,

## DEGRADATION OF METAL IMPLANTS COVERED WITH SILVER

BEATA ŚWIECZKO-ŻUREK<sup>1\*</sup>, ANNA PAŁUBICKA<sup>2</sup>,  
MICHAŁ BOGDAŃSKI<sup>2</sup>, MAREK KRZEMIŃSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TECHNICAL UNIVERSITY OF GDANSK,  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,  
11/12 NARUTOWICZA STREET, 80-952 GDAŃSK,  
<sup>2</sup>HOSPITAL IN KOŚCIERZYNIA

\*MAILTO: BSWIECZKO@MECH.PG.GDA.PL

*[Engineering of Biomaterials, 99-101, (2010), 58-60]*

### Introduction

Silver was known for its antibacterial properties as long ago as in antiquity. The Greeks covered their plates and mugs with silver to prevent spread of diseases, they also put silver coins into jugs of water to prolong the duration of the liquid. Greek children were given silver spoons to suck to prevent them from getting ill. In the 90 of the 20th century scientists discovered that people with insufficient amount of silver in their bodies are frequently subjected to virus, bacteria and other illnesses. However too much silver introduced into the body may result in necrosis of the liver tissues. Too big amount of silver contained in food may cause blue-grey spots on the skin [1].

Bosetti and others [2] proved lack of toxic influence of silver on human cells (limphocytes, fibroblasts and osteoblasts). They also claim that silver increases activity of bone cells to develop (osteoblasts). This argument arose interest