Chirurgia Polska 2005, 7, 4, 267–279
ISSN 1507–5524
Copyright © 2005 by Via Medica

Implantowanie stymulatorów serca i kardiowerterów-defibrylatorów

Implantation of pacemakers and cardioverter-defibrillators

Włodzimierz Kargul, Rafał Młynarski, Eugeniusz Piłat
Klinika Elektrokardiologii Śląskiej Akademii Medycznej, Katowice (Department of Electrocardiology, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

Streszczenie

Od czasu wszczepienia w 1958 roku przez Ake Seninga i Rune Elmqvista pierwszego stymulatora pracy serca dokonał się olbrzymi postęp w tej dziedzinie, zarówno w zakresie sprzętu, jak i technik implantacji. Dziś elektroterapia jest prężnie rozwijającą się dziedziną kardiologii inwazyjnej. Obejmuje wszczepianie szerokiego wachlarza urządzeń, z których najważniejsze to: kardiostymulatory, zwane potocznie rozrusznikami serca, w tym układy CRT do stymulacji dwukomorowej oraz kardiowertery-defibrylatory (ICD). W pracy przedstawiono opis zabiegu implantacji wraz z krótką charakterystyką wszczepianych urządzeń. Szczególny nacisk położono na część chirurgiczną opisywanych zabiegów oraz możliwe powikłania stałej stymulacji serca. Dodatkowo w pracy opisano ograniczenia, jakim podlega pacjent z powodu implantowanego układu stymulującego serce.

Słowa kluczowe: stymulator serca, ICD, implantacja

Abstract

Since the implantation of the first cardiac pacemaker in 1958 by Ake Sening and Rune Elmqvist, there has been enormous progress in this field of medicine, including both the range of the equipment and the techniques of implantation. Today, electrotherapy is a rapidly developing field of invasive cardiology. There is a wide range of devices which can be implanted: pacemakers, implanted cardioverter defibrillators (ICD) and CRT — Cardiac Resynchronization Therapy pacemakers for biventricular stimulation. In this paper, a description of the methods of implantation is presented, including a short description of the equipment which can be implanted. Special emphasis was placed on the surgical side of the described procedures as well as the possible complications of permanent cardiac stimulation. An additional section contains information about patients' activity and medical examinations which can be done safely after this kind of operation.

Key words: cardiac pacemaker, ICD, implantation

Od czasu wszczepienia w 1958 roku w Sztokholmie przez zespół tworzony przez lekarza Ake Seninga przy współudziale inżyniera Rune Elmqvista pierwszego stymulatora pracy serca dokonał się olbrzymi postęp w tej dziedzinie, zarówno w zakresie sprzętu, jak i technik implantacji. Dziś elektroterapia jest prężnie rozwijającą się dziedziną medycyny [1–3]. Obejmuje ona wszczepianie wielu urządzeń, z których najważniejsze to:

— kardiostymulatory zwane potocznie rozrusznikami serca;

Since the implantation of the first cardiac pacemaker in 1958 in Stockholm by a doctor, Ake Sening, and an engineer, Rune Elmqvist, there has been enormous progress in this field of medicine, including both the range of the equipment and the techniques of implantation. Today, electrotherapy is a rapidly developing field of invasive cardiology [1–3]. There is a wide range of devices which can be implanted. The most important are:

— cardiac pacemakers;
— ICD — Implanted Cardioverter Defibrillators;

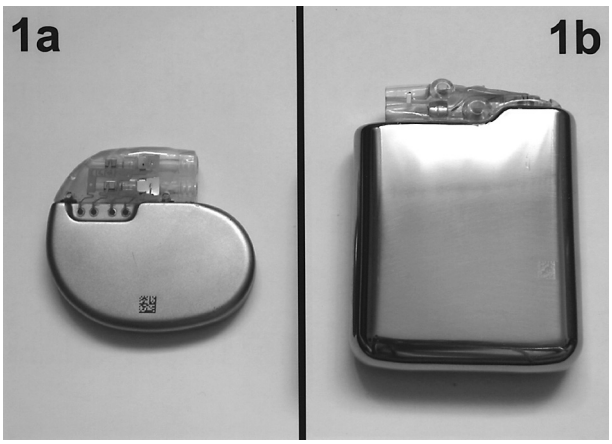
— kardiowertery-defibrylatory (ICD, *Implanted Cardioverter Defibrillator*);
— układy CRT (*Cardiac Resynchronisation Therapy*) do stymulacji dwukomorowej — biwentrikularnej;
— układy CRT-ICD do stymulacji dwukomorowej z funkcją kardiowertera-defibrylatora.

W większości przypadków procedura implantacji jest bardzo podobna. Istniejące rozbieżności oraz cechy charakterystyczne dla danej grupy zostaną szczegółowo przedstawione w dalszej części niniejszej publikacji.

Omawiane zabiegi wykonywane są głównie przez odpowiednio przeszkolonych kardiologów, jednak zdarzają się sytuacje, w których wykonuje je chirurg w asyście kardiologa. Miejscem ich przeprowadzania jest sala operacyjna bądź pracownia kardiologicznych badań inwazyjnych, ang. *cath-lab* o zaostrzonym reżimie aseptycznym. W takiej sali konieczne jest specjalistyczne wyposażenie, takie jak aparat RTG (tzw. ramie C) wraz z monitorem, najlepiej o możliwości obrazowania i wykonywania zdjęć w wielu projekcjach [2–6]. Ma to szczególne znaczenie w przypadku implantacji układów CRT. Niezbędny jest także kardiomonitor z zapisem EKG oraz tak zwany analyzer (*Pacing System Analyzer*), czyli komputer umożliwiający sprawdzanie parametrów implantowanych układów. W przypadku, gdy na oddziale bądź w klinice wszczepia się również kardiowertery-defibrylatory (ICD) konieczne jest wyposażenie w sprzęt do znieczulenia ogólnego. Ponadto na sali musi znajdować się defibrylator zewnętrzny, zestaw reanimacji oraz zestaw podstawowych leków kardiologicznych. W razie potrzeby konieczny jest także szybki kontakt z anestezjologiem oraz kardiochirurgiem [6].

Rozruszniki serca

Najprostszym z wszczepianych urządzeń jest kardiostymulator zwany potocznie rozrusznikiem serca. Jest to małe urządzenie (ryc. 1a) połączone przy użyciu jednej lub dwóch elektrod z mięśniem sercowym. Elektrodę, zwykle



Rycina 1. Porównanie wielkości stymulatora serca (1A) oraz wszczepialnego kardiowertera-defibrylatora (1B)
Figure 1. Comparison of the size of the cardiac pacemaker (1A) and implanted cardioverter-defibrillator (1B)

— CRT devices for Cardiac Resynchronization Therapy;
— CRT-ICD devices for biventricular stimulation with ICD functions.

In most cases, the procedure of implantation is very similar. Existing differences as well as special features of all the presented groups will be introduced later in this paper in detail.

Implantation procedures are performed by suitably trained cardiologists, though situations happen when a surgeon performs it with a cardiologist's assistance. The procedure takes place either in an operating theatre or in Cath-labs with an acerate aseptic regime. Both of these are equipped with specialist equipment like X-ray hardware along with the monitor, the best with the possibility of scanning and taking pictures from many projections [2–6]. This has special importance in cases of the implantation of CRT devices. The cardiomonitor with record of ECG as well as a Pacing System Analyzer (PSA), which is a computer with possibility of checking the parameters of implanted devices, are also indispensable. When ICDs are also implanted in a Surgical Ward or Department, it is necessary to have equipment for general anesthesia. Moreover, the operating theater must also have: an external defibrillator, a resuscitation set as well as a set of basic cardiological medicines. In emergency situations, the possibility of quickly contacting an anesthetist as well as cardiac surgeon is also necessary [6].

Pacemaker

The simplest of whole family of implanted devices is called a cardiac pacemaker (Fig. 1a). This small device is connected to the heart muscle using one or two leads. An lead (electrode), usually 53 or 58 cm. in length, consists of a spirally involuted wire and insulated by a silicon or polyurethane shield and the right electrode. This right electrode is electrically active, and in an active or passive way is fixed to the myocardium. In the passive method the lead is fixed using elastic "whiskers" in the trabeculation of the myocardium. The characteristic feature of active fixing (Fig. 2) is a metal spiral which is screwed into the myocardium, using a special mechanism which is characteristic of the manufacturer of the lead. An advantage of this solution that the fixing is more durable and there are fewer dislocations of the lead; a disadvantage is the increased possibility of perforating the myocardium or the higher threshold, particularly directly after implantation. This type of lead should be used in cases of increasing cardiac chambers as well as in cases of planned implantation in an area different than the apex of the right ventricle or the right cardiac auricle. The pacemaker is a microcomputer with wide therapeutic and diagnostic possibilities, including full programming. Programming is a non-invasive process and the contact of the pacemaker with the programmer unit is linked using a telemetric method (non-contact) with the help of a special, electromagnetic head. The aim of this process is the optimization of several individual parameters, dependent on the given patient's needs as well as

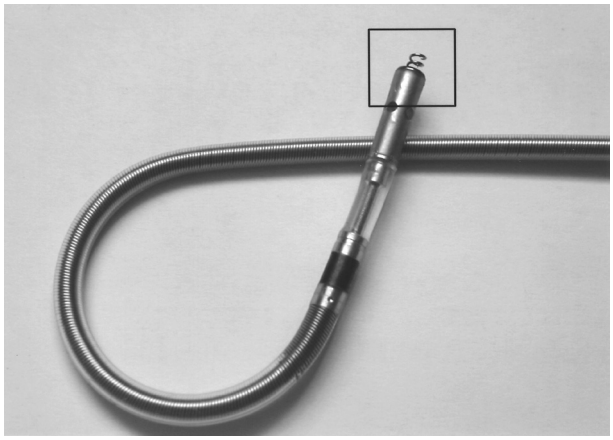
o długości 53 lub 58 cm, stanowi spiralnie zwinięty przewód, który jest izolowany osłonką silikonową lub poliuretanową. Elektroda zakończona jest końcówką przewodzącą, którą w sposób aktywny lub bierny mocuje się w mięśniu sercowym. Mocowanie bierne polega na zaczepieniu elektrody elastycznymi „wąsami" w beleczkowaniu mięśnia sercowego. Z kolei cechą charakterystyczną mocowania aktywnego (ryc. 2) jest metalowa spirala, którą wkręca się w mięsień sercowy przy użyciu specjalnego mechanizmu, charakterystycznego dla producenta elektrody. Zaletą tego rozwiązania jest trwalsze mocowanie i mniejsza liczba przemieszczeń elektrody, wadą — zwiększona możliwość perforacji mięśnia sercowego oraz wyższy próg pobudliwości, zwłaszcza bezpośrednio po implantacji. Ten typ elektrody powinno się stosować w przypadku znacznego powiększenia jam serca oraz przy planowanej implantacji w miejsce inne niż koniuszek prawej komory czy uszko prawego przedsionka.

Rozrusznik serca jest w rzeczywistości mikrokomputerem z szerokimi możliwościami terapeutycznymi i diagnostycznymi, w tym pełnego programowania, które jest procesem nieinwazyjnym. Kontakt rozrusznika z programatorem nawiązuje się przy użyciu metody telemetrycznej (bezkontaktowej) za pomocą specjalnej, elektromagnetycznej głowicy przykładanej w okolicy nad wszczepionym stymulatorem. Programowanie ma na celu optymalizację poszczególnych parametrów indywidualnie, w zależności od potrzeb danego pacjenta oraz odczytywanie informacji z wewnętrznej pamięci holterowskiej. Głównym zadaniem wszczepianego urządzenia jest odczyt (ang. *sensing*) sygnałów wewnątrzsercowych oraz stymulowanie mięśnia sercowego (ang. *pacing*) [3, 5–7].

W zależności od schorzenia będącego podstawą implantacji istnieje możliwość wykorzystania różnych typów stymulacji. Główne wskazania do implantacji przedstawiono w tabeli I, natomiast podstawowe typy stymulacji w tabeli II [8].

Wszczepialne kardiowertery-defibrylatory (ICD)

Kolejną grupę urządzeń stanowią wszczepialne kardiowertery-defibrylatory (ICD, *implanted cardioverter defibrillators*). Większość z nich w swojej konstrukcji zawiera część rozrusznikową (opisaną powyżej). To co je odróżnia od „zwykłego" stymulatora, to część kardiowertująco-defibrylująca, a więc posiadająca możliwość wykonania w razie potrzeby kardiowersji bądź defibrylacji elektrycznej. Ponieważ energia konieczna w takim przypadku jest znacznie wyższa niż podczas stymulacji, potrzeba było rozbudować sekcję baterii i kondensatorów wyładowczych, co z kolei zaowocowało wzrostem rozmiarów urządzenia (ryc. 1b). Również elektroda defibrylująca (będąca także elektrodą komorową) jest znacznie grubsza od wersji tylko stymulacyjnej. Ma to związek z obecnością grubych zwojów (koili) na końcu elektrody, poprzez które wyzwalany jest szok defibrylacyjny, oraz z większą grubością osłonki izolacyjnej [9–11]. Najważniejszym wskazaniami do implantacji ICD są: zatrzymanie krążenia w mechanizmie migotania komór bądź czę-



Rycina 2. Elektroda o fiksacji aktywnej
Figure 2. Active fixation lead

Tabela I. Wskazania do stałej stymulacji na podstawie zaleceń ACC/AHA/NASPE z 2002 roku [8]
Table I. Indications for permanent pacing based ACC/AHA/ /NASPE from 2002 [8]

1. Dorośli z nabytym blokiem przedsionkowo-komorowym *1. Acquired atrioventricular block in adults*
2. Utrwalony blok dwuwiązkowy lub trójwiązkowy *2. Chronic bifascicular and trifascicular block*
3. Blok przedsionkowo-komorowy w przebiegu zawału serca *3. Atrioventricular block associated with acute myocardial infarction*
4. Dysfunkcja węzła zatokowego *4. Sinus node dysfunction*
5. Zespół nadwrażliwej zatoki tętnicy szyjnej oraz omdlenia neuro-kardiogenne *5. Hypersensitive carotid sinus and neurocardiogenic syncope*
6. Dzieci, nastolatkowie oraz pacjenci z wrodzonymi chorobami serca *6. Children, adolescents, and patients with congenital heart disease with congenital heart disease*
7. Szczególne sytuacje, takie jak: kardiomiopatia przerostowa z zawężeniem drogi odpływu, idiopatyczna kardiomiopatia rozstrzeniowa, pacjenci po przeszczepie serca *7. In specific conditions such as; hypertrophic obstructive cardiomyopathy, idiopathic dilated cardiomyopathy and in patients after cardiac transplantation*

Tabela II. Podstawowe rodzaje stałej stymulacji
Table II. Basic types of stimulations in permanent pacing

Typ stymulacji *Type of stimulation*	Opis *Description*
AAI	Stymulacja prawego przedsionka (rejestracja pobudzeń i miejsce stymulacji) Stimulation of right atrium (sensing and pacing)
VVI	Stymulacja prawej komory (rejestracja pobudzeń i miejsce stymulacji) *Stimulation of right ventricle (sensing and pacing)*
DDD	Stymulacja prawego przedsionka i prawej komory (rejestracja pobudzeń i miejsce stymulacji) *Stimulation of right atrium and right ventricle (sensing and pacing)*
VDD	Stymulacja oparta na rejestracji pobudzeń z prawego przedsionka oraz rejestracji pobudzeń i stymulacji prawej komory *Stimulation based on sensing of right atrium and both sensing and pacing of right ventricle*

stoskurczu komorowego oraz napadowy częstoskurcz komorowy przebiegający z istotnymi objawami klinicznymi [8, 12].

Urządzenia do terapii resynchronizacyjnej

Od kilku lat na rynku dostępne są urządzenia do stymulacji dwukomorowej (biwentrikularnej). Stanowi ona koncepcyjne rozwinięcie klasycznej stymulacji. Charakterystyczną cechą tych urządzeń jest obecność dodatkowej elektrody, którą implantuje się poprzez zatokę wieńcową do bocznej lub tylno-bocznej żyły serca. Wskazaniem do implantacji stymulatora CRT jest ciężka niewydolność krążenia u pacjentów z szerokimi zespołami QRS, blokiem lewej odnogi pęczka Hisa ze stwierdzaną w badaniu echokardiograficznym dyssynchronią śród- i międzykomorową. Elektroda w żyle serca ma za zadanie pobudzać lewą część serca synchronicznie z prawą. Ze względu na duże trudności techniczne podczas jej implantacji urządzenia te jedynie zostaną wspomniane w niniejszym opracowaniu [13, 14]. Temat ten wymaga odrębnego opracowania.

Przygotowanie pacjentów do zabiegu

Po ustaleniu wskazań u chorego można zająć się przygotowaniem do zabiegu. Pierwszym etapem jest uzyskanie pisemnej zgody na zabieg, następnym wykonanie i sprawdzanie wyników rutynowych badań laboratoryjnych (szczególną uwagę należy zwrócić na stężenie elektrolitów i parametry układu krzepnięcia) [4, 6]. Kwestią wciąż otwartą pozostaje sprawa postępowania z chorym leczonym antykoagulantami. Najrozsądniejszy wydaje się następujący schemat:

— jeżeli chory długotrwale przyjmuje leki przeciwkrzepliwe, to aby zapobiec ewentualnym powikłaniom należy obniżyć INR do wartości około 1,75–2,0.
— drugą możliwością jest przejście na podskórne iniekcje heparyn drobnocząsteczkowych, które stosuje się głównie u chorych po zabiegach implantacji sztucznych zastawek serca [15, 16].

Po upewnieniu się, że wszystkie wymagania zostały spełnione można przystąpić do właściwego przygotowania, które odbywa się podobnie jak przed każdym zabiegiem chirurgicznym. Chorego obowiązuje reżim dietetyczny przynajmniej na 4–6 godzin przed planowanym zabiegiem oraz kąpiel, o ile jego stan na to pozwala. Pacjent musi mieć wygolone pole operacyjne po stronie, po której planowany jest zabieg. Decyzja dotycząca strony i miejsca implantacji rozrusznika powinna być uzależniona od sytuacji pacjenta (wykonywanego zawodu, stylu i aktywności życiowej) oraz od możliwości technicznych (przebyte zabiegi, urazy, proces nowotworowy okolicy planowanej implantacji, anomalie anatomiczne). W większości ośrodków na świecie rutynowo u osób praworęcznych stymulator implantuje się w okolicy podobojczykowej po stronie lewej [4, 6].

Wiele kontrowersji istnieje również wokół kwestii osłonowej antybiotykoterapii. Zwykle pierwszą dawkę anty-

the as the data from the internal Holter memory. The main task of a implanted device is sensing intracardiac signals as well as stimulating the myocardium (pacing) [3, 5–7].

Dependent on the disease which is the basis for implantation, we have the possibility of utilizing different types of stimulation. The main indications for implantation are introduced in Table I, while the basic types of stimulation are introduced in Table II [8].

Implanted cardioverter defibrillators (ICD)

The next group of implanted devices are implanted cardioverter defibrillators (ICDs). The majority of them contain pacemaker parts in their construction (described above). What distinguishes them from "typical" pacemakers is the cardioverter defibrillator device. Therefore, in cases of emergency, they can be used for cardioversion or electric defibrillation. Because the energy required in such cases is considerably higher than during pacing, it has been necessary to increase the size of batteries and condensers. This results in the ICD device being larger than a pacemaker (Fig. 1b). Also the defibrillating lead (being also ventricular lead) is considerably thicker than the pacing version. This is related to the presence of thick coils at the end of the lead by which the defibrillation shock is delivered, as well as the greater thickness of the insulation shield [9–11]. The most important indications for ICD implantation are: ventricular fibrillation as well as paroxysmal ventricular tachycardia with significant clinical symptoms [8, 12].

CRT devices for cardiac resynchronization therapy

For several years CRT devices for biventricular stimulation have been available on the market. They are the conceptual evolution of standard stimulation and pacemakers. Its special feature is the presence of an additional lead which is implanted via the coronary sinus to the lateral or the posterolateral vein of heart. The main indication for implantation of CRT devices are patients with heavy heart failure (NYHA functional Class III and IV) in patients with wide QRS complex and left bundle branch block (LBBB). An additional criterion is ventricular dysynchrony confirmed through an echocardiographic investigation. The main aim of placing a lead in the vein of the heart is to stimulate the left part of heart synchronically with the right part. Only the most serious technical difficulties during the implantation of these type of devices will be mentioned in the present study [13, 14]. This subject requires separate study.

Patients preparation before device implantation

After the determination of indications, several things must be done before device implantation. The patient's informed consent has to be obtained, the results of routine laboratory tests have to be checked (special attention should be paid to the electrolyte levels — sodium, potassium/ and to the parameters of coagulation) [4, 6].

biotyku podaje się dożylnie przed zabiegiem, a drugą rutynowo w 6 godzin po zabiegu. Najczęściej stosuje się są cefalosporyny III generacji lub aminoglikozydy. Wyjątkowo konieczne może się okazać przedłużenie czasu stosowania antybiotykoterapii [17, 18].

Gdy stan chorego tego wymaga, przed zabiegiem można podać środek uspokajający. Na sali operacyjnej obowiązuje monitorowanie EKG oraz stały dostęp żylny z podłączonymi płynami, najlepiej po przeciwnej stronie w stosunku do implantacji oraz wspomniany surowy reżim aseptyczny. Ma to istotne znaczenie z uwagi na fakt pozostawienia w ciele osoby operowanej ciała obcego w postaci układu stymulującego. Przy przedłużaniu się zabiegu konieczne jest podłączenie zestawu do monitorowania ciśnienia tętniczego oraz EKG, utlenowania krwi oraz dalsze podawanie płynów drogą przeżżylną.

Zabieg wszczepiania urządzenia

Większość opisywanych zabiegów wykonuje się w znieczuleniu miejscowym. Samo znieczulenie wykonywane jest rutynowo, a najczęściej stosowanym środkiem jest lidokaina (Xylocaine) w stężeniu 1%. Należy uważać, aby nie przekroczyć maksymalnej dawki, która dla dorosłej osoby wynosi około 300 mg (tj. 4 mg/kg mc.) [6].

Podczas typowego zabiegu elektrody wprowadza się do serca poprzez układ żylny. Najczęściej stosowaną metodą jest wenesekcja żyły odpromieniowej w bruździe naramienno-piersiowej (obszar między mięśniem piersiowym większym a mięśniem naramiennym) lub nakłucie żyły podobojczykowej (ryc. 3). Gdy nie uda się uzyskać dostępu do układu żylnego w opisany powyżej sposób, wówczas można próbować wykorzystać żyłę szyjną zewnętrzną lub jej odgałęzienia, bądź żyłę szyjną wewnętrzną. Zabiegi tego typu wymagają jednak wsparcia chirurga naczyniowego oraz często anestezjologa. Poprzez żyłę odpromieniową lub podobojczykową wprowadza się elektrodę bądź elektrody do prawej komory serca [2–7].



Rycina 3. Wenesekcja żyły odpromieniowej w bruździe naramienno-piersiowej
Figure 3. The venesection of cephalic vein in the deltopectoral furrow

The issue of chronic anticoagulant treatment is still a matter of discussion. The most reasonable scheme could be as follows:

— in a patient previously on chronic anticoagulant treatment, the aim should be to depreciate the INR (International Normalized Ratio) to about 1.75–2.0.
— the second possibility is to use subcutaneous injections of low-molecular-weight heparin which applies mainly to patients after interventions for the implantation of artificial valves in the heart [15, 16].

After ensuring that all the stages previously described have been completed, it is possible to begin the proper preparation process, which is very similar to preparation before any standard surgical operation. A dietetic regime is recommended for patients at least 4–6 hours before a planned intervention as well as a bath, if the patient's state permits it. The patient must be clean-shaven in the area where the intervention is to be performed. The decision about the side of implantation should be determined considering the patient's situation (occupation, level of activity, lifestyle) as well as the technical limitations (crossed interventions, injuries, a neoplastic process in the area of a planned implantation, anatomical anomalies). In the majority of centers in the world, the pacemaker is implanted in the left subclavian neighborhood in right-handed people [4, 6].

Many controversies also exist about antibiotic cover. Usually the patient gets first dose of antibiotic intravenously before intervention and second dose within 6 hours after intervention. Cephalosporin III generation or aminoglycosides are the most commonly used and recommended. In exceptional cases, it may be necessary to prolong the period of usage of antibiotics [17, 18].

When the patient's state requires it, it is possible to give sedative medicines before intervention. In the operating theatre, the ECG of the patient has to be monitored as well as solid venous access from connected liquids. It is best to monitor the opposite side in relation to implantation as well as the mentioned aseptic regime. It is essential to pay attention to this fact when inserting a foreign object (implanted device) in the patient's body. If the length of the intervention is longer, it is necessary to monitor blood pressure as well as oxygenation of the blood. In addition, more liquids might need to be administered.

Implantation procedure

Implantations of most of the described devices is done using a local anesthetic. This is done in routine way and the most common [lidocaine (Xylocaine)] is in a concentration of 1%. Special care should be paid to the maximum dose which, for an adult, is about 300 mg (4 mg/kg of body mass) [6].

During a typical implantation, leads are placed into the heart across the venous system. A venesection of the cephalic vein in the deltopectoral furrow (the area between the greater pectoral muscle and deltoid muscle) or the venipuncture subclavian vein is often the most

Elektrodę do loży stymulatora zlokalizowanego na mięśniu piersiowym lub pod nim (u osób szczupłych) należy przeprowadzić pod obojczykiem. Wyjątkowo dopuszczalna jest lokalizacja nad obojczykiem. Wymaga to jednak obecności dobrze rozwiniętej tkanki podskórnej ze względu na większą możliwość uszkodzenia elektrody podczas urazów tej okolicy [2, 5, 7].

Wszczepienie elektrody komorowej

Elektroda komorowa ma za zadanie pobudzać mięsień prawej komory serca w zależności od sygnałów odebranych z serca chorego. Podczas implantacji najważniejszym momentem jest przejście przez zastawkę trójdzielną. Po odpowiednim wyprofilowaniu prowadnika (na półokrągło, promień w zależności od wielkości jam serca w badaniu echokardiograficznym) końcówka elektrody zwykle łatwo przechodzi przez zastawkę trójdzielną do drogi odpływu prawej komory. Jeżeli są kłopoty z pokonaniem zastawki, zaleca się usunięcie prowadnika z elektrody, co powoduje, że koniec elektrody staje się giętki i często prąd krwi sam znosi go do prawej komory. Przy przechodzeniu przez zastawkę należy szczególnie zwracać uwagę na monitor EKG, ponieważ zdarza się, że drażnienie płatków zastawki prowokuje częstoskurcze komorowe lub wyzwala blok przedsionkowo-komorowy. Jeżeli do nich dojdzie, zwykle wystarczy wycofać prowadnik. Gdy końcówka elektrody jest już w drodze odpływu prawej komory, poprzez jej delikatne cofnięcie z następującym dopchnięciem na prostym prowadniku z reguły można uzyskać położenie koniuszkowe. W ostatnich latach coraz częściej rekomendowane jest położenie w drodze odpływu lub w okolicy przegrody międzykomorowej, jednak z uwagi na słabe beleczkowanie tej okolicy konieczne jest użycie elektrod o mocowaniu aktywnym. Po uzyskaniu satysfakcjonującego położenia na ekranie RTG usuwa się mandryn. Po usunięciu powinno się delikatnie pociągnąć za elektrodę. Delikatny opór potwierdza prawidłowe zahaczenie w mięśniu — dotyczy to elektrod o mocowaniu biernym; producenci nie zalecają pociągania przy elektrodach z mocowaniem aktywnym — tu potwierdzeniem fiksacji są odczytane parametry. Na koniec zostawia się odpowiedni zapas przewodu elektrody (tzw. pętlę), by mogła ona swobodnie pracować w jamach serca podczas ruchów chorego i ocenia się jej położenie w fluoroskopii (ryc. 4). Ostatnim etapem jest sprawdzenie parametrów na komputerze analizującym. W tabeli III przedstawiono wartości ocenianych parametrów [4, 6].

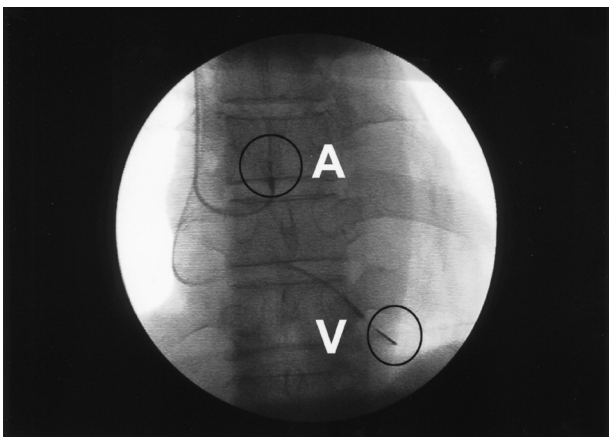
Z implantacją elektrody komorowej mamy do czynienia w dwu przypadkach: systemu dwujamowego (DDD) i jednojamowego-komorowego (VVI). W pierwszej sytuacji implantacja elektrody komorowej powinna mieć pierwszeństwo w stosunku do elektrody przedsionkowej. Dominują tu dwa schematy postępowania. W pierwszym proponuje się pozostawienie częściowo wysuniętego prowadnika komorowego, co powoduje częściowe „usztywnienie" elektrody komorowej oraz implantację elektrody przedsionkowej. Inną możliwością jest ostateczne zamocowanie elektrody komorowej, a następnie implan-

practical method employed (Fig. 3). When it is difficult to reach venous access in the above-described way, it is possible to try to use the external carotid vein or its branch, or the internal carotid vein. However, interventions of this type often require the support of a vascular surgeon as well as an anesthetist. Across cephalic vein or subclavian vein the leads are moved to the right side of the heart [2–7].

Leads to the pacemaker pocket on pectoral muscle or under it (in slim patients) should be conducted under the clavicle. Exceptionally, an admissible location is over the clavicle. However, this requires the presence of well developed subcutaneous tissue because there is a higher risk of damage to the lead during traumas in this area [2, 5, 7].

Implantation of ventricular lead

The main task of the ventricular lead is to stimulate the muscle of the right ventricle of the heart (pacing) depending on signals received from the patient's heart (sensing). The most important moment during implantation is the passage through the right atrioventricular valve (the tricuspid valve). After suitable profiling, the leader (half-round, the radius dependent on the size of the caves of the heart from the echocardiographic investigation), the end of the lead, usually easily crosses through the tricuspid valve to the outflow route of right chamber. If there are problems with passing the valve through, removing the leader from the lead is recommended, which causes that the end of lead becomes flexible and the bloodstream usually raises it to the right ventricle. During passage through tricuspid valve it is necessary to observe the ECG monitor because it sometimes happens that irritation the cusps of the valve provokes ventricular tachycardias or even an atrioventricular blockage. When the tip of the lead is already in the outflow route of the right chamber, the gentle withdrawal following pushing in a straight leader usually makes the obtainment of a position in the apex possible. In the last few years, the



Rycina 4. Położenie elektrod wewnątrzsercowych we fluoroskopii śródzabiegowiej. A — elektroda przedsionkowa, V — elektroda komorowa
Figure 4. Position of the intracardiac leads in fluoroscopy. A — atrial lead, V — ventricular lead

Tabela III. Wartości parametrów opisujących elektrodę komorową
Table III. Values of parameters on the ventricular lead

	Dopuszczalne *Acceptable*		Niedopuszczalne *Unacceptable*
Potencjał wewnątrzsercowy *Intracardiac potential*	> 4 mV		< 4 mV
Próg[1] *Threshold*[1]	< 1,0 V	1,0–1,5 V[2]	> 1,5 V[3]

[1]Przy stosowaniu impulsu o szerokości 0,5 ms/*Using an impulse width of 0.5 ms*
[2]Decyzja należy do chirurga w przypadku, gdy warunki anatomiczne lub elektryczne serca nie pozwalają na uzyskanie lepszych wartości/*When the anatomical or electrical conditions in the heart do not allow one to obtain better values — the decision is taken by the surgeon*
[3]W przypadku wymian wartość > 1,5 V może być akceptowana/*In case of exchanges value > 1.5 V may be acceptable*

tacja elektrody przedsionkowej. Wadą tego rozwiązania jest możliwość dyslokacji końcówki tkwiącej w komorze podczas ruchów wykonywanych w trakcie implantacji elektrody przedsionkowej.

Wszczepienie elektrody przedsionkowej

W stymulacji jednojamowej (AAI) oraz dwujamowej (DDD) konieczna jest implantacja elektrody przedsionkowej (przy DDD obok przedsionkowej). Aktualnie produkowane elektrody przedsionkowe mają na końcu elastyczny element utrzymujący jej kształt w formie litery „J". Kształt ten ułatwia implantację do uszka prawego przedsionka, czyli miejsca najczęstszej fiksacji w przedsionku. W przypadku braku takiej elektrody można posłużyć się prostą elektrodą komorową, a do wprowadzenia użyć własnoręcznie wyprofilowanego prowadnika. Gdy warunki anatomiczne nie pozwalają na fiksację w uszku lub gdy istnieją zaburzenia przewodnictwa międzyprzedsionkowego, alternatywą może być ściana boczna prawego przedsionka, górna lub dolna część przegrody międzyprzedsionkowej. Z takim położeniem wiąże się więcej trudności technicznych, a w przypadku ściany bocznej zwiększa się możliwość stymulacji prawego nerwu przeponowego. Elektrodę wprowadza się na prostym prowadniku do środkowej części prawego przedsionka, a następnie delikatnie usuwając mandryn profiluje się ją w celu uzyskania kształtu litery „J". Następnie, pociągając całość elektrody zahacza się ją w beleczkowaniu prawego przedsionka. Bardzo ważne jest początkowe położenie elektrody z prostym prowadnikiem. Gdy jest ona zbyt nisko może zahaczać o zastawkę trójdzielną, z kolei zbyt wysokie położenie powoduje oparcie elektrody o ścianę żyły głównej górnej. Podobnie jak w przypadku elektrody komorowej zostawia się odpowiedni margines przewodu elektrody i sprawdza parametry techniczne sygnału i stymulacji [2, 4]. W tabeli IV przedstawiono wartości analizowanych parametrów.

Wszczepienie elektrody typu VDD

Należy wspomnieć również o implantacji elektrod VDD, a więc pojedynczych elektrod z odczytem zarówno z prawego przedsionka, jak i z prawej komory, ale możliwie most common recommended position is the outflow route or in the area of the interventricular septum. However, paying attention to weak trabeculation this area, it is necessary the use leads with active fixation. After the correct position of the lead is confirmed on the X-ray screen, the leader can be removed. After removal it is necessary to pull the lead gently. Gentle resistance confirms a correct connection to the muscle. This concerns the leads with passive fixation, manufacturers do not recommend pulling leads with active fixation — in this case confirmation of fixation is through reading the parameters. Finally, we leave a suitable length of the wire of the lead so it can freely work in the heart during patient's movements and we ascertain its position using fluoroscopy (Fig. 4). The last step is to check the parameters of sensing and pacing on the analyzing computer. Typical values of estimated parameters are shown in the Table III [4, 6].

With the implantation of the ventricular lead we have to deal with two scenarios: double-cave systems (DDD) and single-cave, ventricular systems (VVI). In first situation the implantation of the ventricular lead should have priority in relation to the atrial lead. Two pattern of procedures predominate here. The first proposes leaving the partially removed ventricular leader, which results in a partial "stiffener" and next, the implantation of the atrial lead. A different possibility is final fastening of the ventricular lead and then the implantation of the atrial lead. A drawback of this solution is the possibility of a dislocation of the tip inherent in the ventricle during the implantation of the atrial lead.

Implantation of atrial lead

In a single-cave, atrial stimulation — AAI, as well as in double-cave — DDD, the implantation of atrial lead (with DDD units together with the ventricular lead) is necessary. Currently produced atrial leads have an elastic element at the end which provides for this in the shape of the letter "J". This shape facilitates implantation to the auricle of the right atrium which is place of most frequent fixation in the atrium. In the event that we do not have this type of lead, it is possible to use a straight ventricular lead and to introduce a profiled leader. When anatomical conditions do not permit fixation in the auricle or

Tabela IV. Wartości parametrów opisujących elektrodę przedsionkową
Table IV. Values of parameters on the atrial lead

	Dopuszczalne *Accepted*		Niedopuszczalne *Not accepted*
Potencjał wewnątrzsercowy *Intracardiac potential*	> 1,5 mV		< 1,5 mV
Próg[1] *Threshold*[1]	< 1,0 V	1,0–1,5 V[2]	> 1,5 V[3]

[1]Przy stosowaniu impulsu o szerokości 0,5 ms/*Using an impulse width of 0.5 ms*
[2]Decyzja należy do chirurga w przypadku, gdy warunki anatomiczne lub elektryczne serca nie pozwalają na uzyskanie lepszych wartości/*When the anatomical or electrical conditions in heart do not permit one to obtain better values — the decision is taken by the surgeon*
[3]W przypadku wymian wartość > 1,5 V może być akceptowana/*In case of exchanges value > 1.5 V may be acceptable*

wości stymulacji tylko prawej komory. Konstrukcja tego typu elektrod zawiera — oprócz typowej części komorowej — pierścienie, które podczas implantacji należy umieścić odpowiednio pociągając elektrodą na takiej wysokości w prawym przedsionku, by mogły one odbierać sygnał z układu bodźco-przewodzącego poprzez krew. Proces implantacji takiej elektrody jest taki sam jak w przypadku elektrody komorowej — jednak tu istnieje dodatkowo konieczność ustawienia pierścienia odczytującego z przedsionka we właściwym miejscu, gdzie sygnał jest najwyższy, przy wcześniej zaakceptowanych parametrach części komorowej [2, 3].

Loża stymulatora

Loża, czyli miejsce implantacji stymulatora, wykonywana jest w okolicy podobojczykowej, zwykle przyśrodkowo w stosunku do bruzdy naramienno-piersiowej. Najczęściej miejsce to przygotowuje się na mięśniu piersiowym (a u osób bardzo szczupłych pod tym mięśniem). Dystalną część elektrody w postaci pętli umieszcza się pod stymulatorem w loży, starając się tak ułożyć stymulator, by gniazda elektrod były zwrócone w kierunku blizny, a pętle elektrody nie tworzyły ostrych zagięć. Zabieg ten ma na celu ułatwienie późniejszego preparowania podczas wymiany stymulatora oraz uniknięcie przedwczesnych złamań i uszkodzeń osłonki i przewodu elektrody.

Polskie standardy zalecają u młodych kobiet wykonywanie loży stymulatora z „ukrytego" cięcia wykonanego pod piersią [6, 19, 20].

Wyładowania próbne

Sama procedura wszczepienia ICD charakteryzuje się pewnymi cechami szczególnymi. Najważniejszą z nich jest konieczność przeprowadzenia wyładowań próbnych, by mieć pewność, że w razie potrzeby urządzenie zadziała. Dlatego w tym przypadku na czas próbnych szoków pacjent wprowadzany jest w stan ogólnej analgezji. Następnie kardiolog-elektrofizjolog obecny podczas zabiegu pod koniec procedury implantacji za pomocą impulsów elektrycznych prowokuje kontrolowane migotanie komór (VF, *ventricular fibrillation*), co powoduje, że jeżeli urządzenie zostało wszczepione poprawnie, rozpozna ono stan migotania i zareaguje odpowiednim wyładowaniem przerywającym VF [12, 21].

Zabiegi końcowe

Po sprawdzeniu parametrów stymulacji i ich akceptacji przystępuje się do mocowania elektrod. Przy użyciu plastikowych osłonek (tzw. mufek) mocuje się elektrody do otaczających tkanek, używając szwów nierozpuszczalnych. Następnie należy podłączyć stymulator, uważając na oznaczenie gniazd elektrod (tzw. portów): A — przedsionek, V — komora. Połączenie systemu następuje poprzez dokręcenie śrub kluczem dynamometrycznym. Wykonuje się próbę trakcji, delikatnie pociągając każdą elektrodę i sprawdzając czy prawidłowo została połączona

when there are disorders in interatrial conductions, a good option could be the lateral wall of the right atrium, superior or the inferior part of the interatrial septum. Such a position may cause more technical difficulties, and in cases of lateral wall increases, the possibility of the stimulation of the right diaphragmatic nerve. An lead placed in the central part of the right atrium on a straight leader and then gently removing the leader forces the lead to take the shape of the letter "J". Then pulling the whole lead here, we fix it to the trabeculation of the right atrium. The initial position of lead with a straight leader is very important. If it is too low it can catch the tricuspid valve; on the other hand if the position is too high it can cause it to stay about the superior vena cava. Similar to the procedure in the case of a ventricular lead, we leave a suitable length of the wire of the lead and check the technical parameters of sensing and pacing [2, 4]. Typical values of estimated parameters are shown in Table IV.

Implantation of VDD type lead

It is necessary to mention the implantation leads of the VDD type, the single leads with sensing both from the right atrium and from the right ventricle but with the possibility of stimulation of only right ventricle. Construction of this type of lead contains, except for the typical ventricular section, rings which during implantation should be placed at such a height in right atrium as to receive a signal from the bloodflow conduction system of the heart. The implantation procedure of such a lead is the same as the ventricular lead. However, additionally there is the necessity of setting the atrial ring (reading the signal from the atrium) in the proper place, where the signal is strongest, after the previously accepted parameters of ventricular section [2, 3].

Pocket of the pacemaker

The pacemaker pocket, the place of implantation of the pacemaker, is opened in the subclavicular region, usually paracentrical in relation to the brachio-thoracic furrow. This site most often is prepared on the pectoral muscle (in very slim persons under this muscle). The distal part of the lead, as a loop, is placed in the pocket under the pacemaker in an attempt to set the pacemaker into a nest of leads facing in the direction of the scar, while the loops of lead should not create any sharp angles. This also takes into account facilitating preparation during a later pacemaker exchange procedure as well as the avoidance of premature fractures and damage of the shield and the wire of the lead.

In the Polish standards recommended for young women, the pacemaker pocket should be in a "hidden" cut under breast [6, 19, 20].

Defibrilation shocks

The procedure of ICD implantation has special features. The most important is the necessity of performing

z urządzeniem. Tak zespolony układ wkłada się do wcześniej przygotowanej loży. Od momentu włożenia urządzenie zaczyna działać — w systemie unipolarnym metalowa obudowa stymulatora kontaktująca się z tkankami zamyka obwód — co należy potwierdzić zarówno na monitorze EKG, jak i na taśmie. Następnie dokonuje się ostatecznej dezynfekcji pola. Ostatnim elementem jest zszycie rany — zakłada się kilka niewchłanialnych szwów podskórnych, a ostateczne zbliżenia brzegów rany dokonuje się szwem wchłanianym — plastycznym. Ze względu na widoczną okolicę, szczególnie u osób młodych należy zwrócić uwagę na możliwie jak najlepsze ukrycie stymulatora pod mięśniami oraz jak najmniejszą bliznę [4, 6, 12].

Po zabiegu pacjentowi zaleca się leżenie przez okres od kilku do kilkunastu godzin. W drugim dniu należy wykonać kontrolne badania EKG, a w razie potrzeby badanie echokardiograficzne. Konieczne jest także dokładne osłuchanie pacjenta, zwłaszcza gdy dojście do układu żylnego uzyskano nakłuwając żyłę podobojczykową, szczególnie w przypadku podejrzenia odmy opłucnowej. Średni czas pobytu w szpitalu w przypadku wymiany stymulatora/kardiowertera wynosi 2 dni, przy nowych wszczepieniach — 4 dni, jednak stałe dążenie do oszczędności skraca ten okres.

Zabiegi medyczne oraz czynności życia codziennego bezpieczne dla pacjentów po implantacji stymulatora

Coraz szersze wskazania do implantacji powodują, że lekarz każdej specjalności może spotkać się z takim pacjentem. Istnieje wiele nieporozumień na ten temat. By rozwiać możliwe wątpliwości w tabeli V przedstawiono czynności i badania, które pacjent może bezpiecznie wykonywać oraz te, które są przeciwwskazane.

Powikłania stałej stymulacji serca

Większość chorych kwalifikowanych do stałej stymulacji serca to osoby obarczone dużym ryzykiem, często z licznymi chorobami współistniejącymi. Sam zabieg zaś, szczególnie wszczepienia kardiowertera charakteryzuje się ryzykiem powikłań. Mimo że ciągłe doskonalenie zarówno sprzętu, jak i chirurgicznych technik implantacji powodują, że występują one coraz rzadziej, to jednak każdy operator musi się liczyć z tą możliwością. Najczęstsze powikłania wraz z krótkim komentarzem przedstawiono w tabeli VI. Powikłania, z jakimi lekarz spotyka się podczas zabiegu można podzielić na zabiegowe oraz okołozabiegowe (do 30 dni) [21–24]. Leczenie opisywanych powikłań będzie przedmiotem oddzielnego opracowania.

Podsumowanie

Implantacja rozruszników i kardiowerterów-defibrylatorów jest procedurą z roku na rok coraz powszechniejszą. Popularność metody prowadzi w bezpośredni sposób do wzrostu liczby chorych poddawanych tym

test shocks, to have the certainty, that in time of need the device will be ready to function. Therefore, in cases during the time of test shocks, the patient is put under a state of general analgesia. Then, at the end of the implantation procedure, the cardiologist-electrophysiologist, with the help of controlled electric impulses, provokes ventricular fibrillation (VF), which, if the device has been fixed correctly, will recognize the state of VF and will react with a suitable shock interrupting VF [12, 21].

Ending procedures

After checking the parameters of stimulation and their acceptance, we come to fixing the leads. Near the plastic shields, we fix the leads to circumjacent tissues using insoluble stitches. We connect the pacemaker, being careful of the nests of leads, as follows: A — Atrium, V — Ventricle. The connection of the system requires tightening the screws with a dynamometric key. We carry out a traction test, pulling every lead, checking gently whether it is joined to the device correctly. Then, we place the fully-connected system to the earlier-prepared pocket. From the moment of its insertion the device begins acting. In a unipolar system the metal case of pacemaker, having contact with the tissues, closes the circuit. This is confirmed both by an ECG monitor and by a paper ECG. We make the final disinfection of the operating field. Infibulations of the wound is the last element in which we make several insoluble subcutaneous seams and make the final close of the wound by using soluble plastic stiches. With regard to the visible area, particularly in young people, we should turn our attention to how to best conceal the pacemaker under muscles as well as how to leave the smallest scar possible [4, 6, 12].

After implantation it is recommended that the patient lie quietly for a period of several hours. On the second day an ECG check-up should be carried out and if necessary, an echocardiographic test. Exact auscultation of the patient is also necessary, especially due to venous arrangement, particularly in cases of suspected pneumothorax. The average hospital stay for pacemaker exchanges is usually 2 days and new implantations, 4 days, but we continuously endeavor to shorten these periods.

Examinations and life activities safe for patients with a pacemaker

More and more wide indications for pacemaker implantation mean that doctors of many specialties can come across such patients. Many misunderstandings exist in this field. In response to possible doubts, we present examinations and activities which a patient can safely do, as well as those which are contraindicated below in Table V.

Complications of permanent cardiac pacing

Most patients qualified for permanent pacing of the heart are high-risk patients, often with numerous comorbidities. Implantation meanwhile, especially ICD

Tabela V. Czynności i procedury medyczne bezpieczne dla pacjenta z implantowanym kardiostymulatorem lub ICD
Table V. Examinations and everyday activities safe for patients with a pacemaker or ICD

Bezpieczne ***Safe***	**Nie można wykonywać** ***Contraindications***
Czynności wykonywane przez pacjenta ***Everyday activities of patient***	
Spacery, jazda na rowerze, większość dyscyplin sportowych uprawianych amatorsko za wyjątkiem → *Walking, cycling, the majority of amateur sport disciplines except for →*	Niektóre sporty, takie jak golf czy sporty walki *Some sports like golf or martial arts*
Kierowanie samochodem *Driving a vehicle*	Kierowanie samochodem jest zabronione w przypadku chorych z wszczepionym ICD *Driving a vehicle by patients with an implanted ICD is forbidden*
Wszystkie powszechne elektryczne urządzenia gospodarstwa domowego i higieny osobistej *General use of all domestic electrical devices and those used for personal hygiene*	
Telefon komórkowy i inne urządzenia z radiową transmisją danych *Cell phones and other devices with radio data emission*	
Aktywność seksualna *Sexual intercourse*	
Bramki antykradzieżowe i wykrywające metal w sklepach, na lotniskach, itd. *Anti-theft systems and metal detectors in shops and airports*	
Badania i procedury medyczne ***Examinations and medical procedures***	
Badania z wykorzystaniem promieni RTG *X-ray examinations*	Rezonans magnetyczny (NMR), jeżeli stan pacjenta bezwzględnie wymaga tego badania możliwe jest wykonanie przy użyciu urządzenia niskopolowego. Wymagany jest kontakt z lekarzem implantującym, a czasami jego obecność w trakcie w/w badania *Magnetic resonance (NMR) if the state of the patient requires this procedure, it is possible to do this with a low-field device. Contact with the implanting doctor is strongly recommended, and sometimes his presence is necessary while performing this examination*
Tomografia komputerowa *Computer Tomography*	
Zabiegi chirurgiczne — podczas wykonywania zabiegów kardiochirurgicznych oraz innych w okolicy podobojczykowej konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności ze względu na przebiegające elektrody *Surgical operations — routine cardiosurgical interventions as well as in different subclavicular regions, special caution is necessary due to leads*	
Koagulacja z użyciem noża elektrycznego jest bezpieczna w przypadkach elektrod z osłonką silikonową *Coagulation with use the of an electrical scalpel is safe in cases where the leads are insulated in a silicon shield*	Koagulacja z użyciem noża elektrycznego nie jest zalecana w przypadkach elektrod z osłonką poliuretanową — możliwość uszkodzeń. W przypadku zabiegów wykonywanych w okolicy rozrusznika/ICD koagulacja może powodować zaburzenia pracy urządzenia. Wymagany jest kontakt z lekarzem implantującym lub wcześniejsze przeprogramowanie urządzenia *The use of an electrical scalpel is not recommended in cases of leads with polyurethane shields due to the risk of damage. In case of interventions executed in the region of a pacemaker/ICD, coagulation can cause disorders in the functioning of the device. Contact with implanting doctor is recommended as well as prior reprogramming of the device*

zabiegom. Autorzy niniejszej pracy w trakcie wieloletniej praktyki spotkali się z wieloma pytaniami ze strony chirurgów, czy pacjent taki charakteryzuje się jakimkolwiek dodatkowym ryzykiem podczas wykonywania różnych typów zabiegów operacyjnych. Z rozmów wynika również, że wciąż istnieje pewna obawa w przypadku tych pacjentów. Wątpliwości te leżały u podstaw napisania tego artykułu.

Z całą stanowczością należy stwierdzić, że wykonywanie innych zabiegów chirurgicznych jest w większości przypadków bezpieczne, przy zachowaniu pewnych środków ostrożności. Newralgicznym punktem w trakcie różnych procedur chirurgicznych jest wykorzystanie noża elektrycznego, który — jak wykazano — jest doskonałym narzędziem służącym do wykonywania hemostazy; niestety, generuje on pole elektromagnetyczne. To z kolei, jak przedstawiono w kilku doniesieniach, może prowadzić do zaburzeń pracy wszczepianych urządzeń [25, 26].

Nie ma obecnie oficjalnych zaleceń w tym zakresie. Za rozsądne uważa się następujące zasady, których prze-

implantation, is burdened with the risk of complications. Because of the continuous improvement of both the equipment and surgical techniques of implantation, we have to deal with complications more and more seldom. However, every surgeon has to consider the appearance of complications. The most frequent complications, along with a short comment, are presented in Table VI. These complications can be divided into operative (relating to a procedure) and post-operative (up to 30 days) [12, 22–24]. Treatment of the described complications will be the object of a separate study.

Final remarks

The implantation of pacemakers and cardioverter-defibrillators has become very common. The popularity of the method has led in a direct way to an increase in the number of patients subjected to these interventions. In our many years of practice, we have come across many

Tabela VI. Najważniejsze powikłania stałej stymulacji serca
Table VI. The most important complications of permanent cardiac pacing

Powikłania zabiegowe ***Surgical complications***	
Asystolia z napadem MAS[1] ***Asystole with MAS[1]***	Wynika najczęściej z etiologii choroby kwalifikującej do zabiegu implantacji oraz samego zabiegu (manewry elektrodą) *Most often as a result of the etiology of the disease qualifying the patient for implantation, as well as the procedure itself (maneuvering of the lead)*
Częstoskurcz komorowy lub migotanie komór ***Ventricular fibrillation or ventricular tachycardia***	Często przy przechodzeniu elektrodą przez zastawkę trójdzielną — zwykle ustaje po wysunięciu elektrody *Often when the lead comes through the tricuspid valve — usually stops after partially removing the lead*
Migotanie przedsionków ***Atrial fibrillation***	Często prowokowane przez manewry elektrodami *Often provoked by maneuvering the leads*
Odma opłucnowa ***Pneumothorax***	Będąca zwykle powikłaniem nakłucia żyły podobojczykowej i/lub osklepka opłucnej *Usually a complication of a venipunctured subclavian vein and/or a cupula of the pleura*
Perforacja mięśnia sercowego ***Perforation of cardiac muscle***	Może do niej dojść, gdy ściana mięśnia sercowego jest zbyt cienka lub wprowadzenie elektrody zbyt brutalne. Częstsza przy stosowaniu elektrod o fiksacji aktywnej *When the wall of myocardium is too thin, or the introduction of leads is too aggressive. More frequent with usage of leads with active fixation*
Krwiak opłucnej ***Haematoma***	Będący wynikiem przypadkowego nakłucia tętnicy podobojczykowej *As a result of an accidental perforation of the subclavian artery*
Stymulacja przepony ***Stimulation of diaphragm***	Gdy elektroda położona jest zbyt nisko — często problem możliwy do rozwiązania przy użyciu odpowiedniego programowania *When the lead is placed too low — often an easy problem to resolve by suitable programming*
Powikłania okołozabiegowe ***Perisurgical complications***	
Dyslokacja elektrody ***Dislocation of the lead***	Przemieszczenia końcówki elektrody, której wynikiem są zaburzenia odczytu/stymulacji. Znacznie rzadsza przy zastosowaniu elektrod o fiksacji aktywnej *The dislocation of the tip the lead, which results in a disordered pacing/sensing. Considerably rare because of the use of leads with active fixation*
Uszkodzenie elektrody/osłonki elektrody ***Damage of the lead/shield of lead***	Może być powikłaniem zabiegowym, na przykład podczas podszywania czy podczas gwałtownych manewrów, jak również późnym — zadziałanie sił zewnętrznych *Possible surgical complication e.g. during alignment, sometimes during maneuvers which are too aggressive, as well as possible external factors*
Odleżyna ***Bedsore***	Powstaje najczęściej w wyniku zbyt mocnego naprężenia otaczających stymulator tkanek, często gdy przygotowana loża jest zbyt wąska *The most often as a result of too much tension or when the pacemaker pocket is too narrow*
Krwiak loży ***Haematoma of the pacemaker pocket***	Bardzo rzadkie przy przestrzeganiu zasad ustawiania odpowiedniego INR *Very rare when the INR ratio is well checked*
Zakażenia systemu stymulującego ***Infection of the pacing system***	Bardzo rzadkie *Very rare*

[1]Napad Morgagniego-Adamsa-Stokesa/*Morgagni-Adams-Stokes'*

strzeganie powinno zapewnić bezpieczeństwo pacjentowi w trakcie zabiegów chirurgicznych [27, 28]:

— szczególną uwagę należy zachować podczas zabiegów w okolicy wszczepionego urządzenia — zwykle w okolicy podobojczykowej lewej;
— przed każdym zabiegiem wykorzystującym nóż elektryczny u pacjenta z wszczepionym rozrusznikiem lub ICD parametry urządzenia powinny być odczytane, a po zabiegu ponownie sprawdzone i w razie potrzeby powtórnie zaprogramowane;
— u pacjentów bezwzględnie uzależnionych od wszczepionego stymulatora (bez zastępczego rytmu komór) wskazane jest zaprogramowanie rytmu sztywnego przy użyciu programatora bądź też przez czasowe przyłożenie magnesu nad wszczepiony rozrusznik;
— pacjenci z wszczepionymi kardiowerterami-defibrylatorami (ICD) powinni mieć na czas zabiegu wyłączoną detekcję arytmii; w trakcie zabiegu muszą być oni monitorowani elektrokardiograficznie, ponieważ w tym okresie nie są chronieni przed zagrażającymi życiu arytmiami; należy pamiętać, by zaraz po zabiegu włączyć ponownie detekcję arytmii;

questions from surgeons, such as whether such patients carry any additional risk during different types of surgical interventions. As a result of these conversations, we also see that some fear continues to exists in relation to these patients. These doubts and controversies lay at the basis of writing this article.

The overwhelming evidence shows that performing different surgical operations is, in the majority of cases, safe as long as some precautions are taken. Utilizing an electrical scalpel during different surgical procedures is most important from a neuralgic point of view; it is the perfect tool to stem hemostatsis. Unfortunately, it also generates an electromagnetic field. This, as has been shown in several reports, can lead to dysfunctions in implanted devices [25, 26].

There are no official recommendations in this field at present. To be reasonably sure, the following warnings should assure the safety of the patient during surgical operations [27, 28]:

— special attention should be paid during interventions in the region of implanted devices, usually in the left subclavicular area;

— jeżeli nie ma możliwości bezpośredniego odczytania i programowania urządzenia przed zabiegiem i po nim, należy tak szybko jak to tylko możliwe skonsultować pacjenta w wyspecjalizowanej placówce kontroli rozruszników i defibrylatorów.

Ponieważ nie ma możliwości opisania każdej możliwej sytuacji, dlatego zawsze mogą zdarzyć się wątpliwości. W takim przypadku autorzy niniejszej pracy, jako przedstawiciele Kliniki Elektrokardiologii służą pełną pomocą w wyjaśnieniu ewentualnych problemów.

Piśmiennictwo (References)

1. Toff WD, Camm AJ, Skehan JD. United Kingdom Pacing and Cardiovascular Events Trial Investigators. Single-chamber versus dual-chamber pacing for high-grade atrioventricular block. N Engl J Med. 2005; 353: 145–155.
2. Świątecka G, Bieganowska K, Kargul W *et al.* Standardy postępowania w elektroterapii serca. Folia Cardiologica 1999; 6 (supl. I) nr 1.
3. Bellott PH, Byrt CL. Recent developments in pacemaker implantation and lead retrieval. In: Barold SS, Mugica J (ed.) New perspectives in cardiac pacing 2. Futura Publishing Company, Inc. Mount Kisco, New York 1991: 105–131.
4. Midei M, Brinker J. Pacemaker implantation. In: Ellenbogen KA (ed.) Cardiac pacing. Blackwell Scientific Publications, Boston 1992: 211–262.
5. Hayes DL, Holmes DR, Furman S. Permanent pacemaker implantation. In: Furman S, Hayes DL, Holmes DR (ed.) A practice of cardiac pacing. Futura Publishing Company, Inc. Mount Kisco, New York 1993: 261–307.
6. Bellot PH, Reynolds DW. Permanent pacemaker implantation. In: Ellenbogen KA, Neal Kay B, Wilkoff BL (ed.) Clinical cardiac pacing. WB Saunders Company, Philadelphia 1995: 447–490.
7. Mond HG. Pacing Leads. In: Cardiac Pacing for the Clinician. Kusumoto FM, Goldschlager NF (ed.) Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2001.
8. Gregoratos G, Abrams J, Epstein AE *et al*. ACC/AHA/NASPE 2002 Guideline Update for Implantation of Cardiac Pacemakers and Antiarrhythmia Devices: Summary Article: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation 2002; 106: 2145––2161.
9. Saksena S, Poczobutt-Johanos M, Castle LW *et al.* for the Guardian Multicenter Investigators Group. Long-term multicenter experience with a second-generation implantable pacemaker-defibrillator in patients with malignant ventricular tachyarrhythmias. J Am Coll Cardiol. 1992; 19: 490–499.
10. Van Gelder BM, Bracke FA, Oto A *et al.* Diagnosis and management of inadvertently placed pacing and ICD leads in the left ventricle: a multicenter experience and review of the literature. PACE 2000; 23: 877–883.
11. Mirowski M, Reid PR, Mower MM *et al.* Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. N Engl J Med. 1980; 303: 322–324.
12. Kargul W. Wszczepialne rozruszniki serca. In: Mandecki T (ed.) Kardiologia. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2000: 510–537
13. Abraham WT, Fisher WG, Smith AL *et al.* Cardiac resynchronization in chronic heart failure. N Engl J Med. 2002; 346: 1845––1853.
14. Auricchio A, Fantoni C. Cardiac resynchronization therapy in heart failure. Ital Heart J. 2005; 6: 256–260.

— before every use of an electrical scalpel on a patient with an implanted pacemaker or ICD, the instructions for the device's use should be read and checked after intervention and, if necessary, programmed again;
— with patients who are completely dependent on an implanted pacemaker (without supplementary ventricular rhythm), programming a set rhythm should be done using both the programmer unit or by the temporary placement of a magnet over the implanted pacemaker;
— patients with implanted cardioverter-defibrillators (ICD) should have the arrhythmia detector switched off during a surgical procedure. In these cases, they should be monitored using an ECG as during this period they are not protected from life-threatening arrhythmias. It is necessary to switch on the arrhythmia detector immediately after the operation;
— if there is no possibility of directly reading and programming the device before and after the surgical procedure, consult the patient's physician and the pacemaker clinic in the specialized checking of the ICD as soon as possible.

It is impossible to describe every possible situation and some doubts can always arise. In such cases, as the staff of a Department of Electrocardiology, we can provide our complete assistance in explaining possible problems.

15. Giudici MC, Paul DL, Bontu P, Barold SS. Pacemaker and implantable cardioverter defibrillator implantation without reversal of warfarin therapy. Pacing Clin Electrophysiol. 2004; 27: 358–360.
16. al-Khadra AS. Implantation of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators in orally anticoagulated patients. Pacing Clin Electrophysiol. 2003; 26 (1 Pt 2): 511–514.
17. Aggarwal RK, Ramsdale DR, Charles RG. Antibiotic prophylaxis in permanent pacemaker implantation. Br Heart J. 1995; 73: 392.
18. Borer A, Gilad J, Hyam E *et al.* Prevention of infections associated with permanent cardiac antiarrhythmic devices by implementation of a comprehensive infection control program. Infect Control Hosp Epidemiol. 2004; 25: 492–497.
19. Roelke M, Jackson G, Harthorne JW. Submammary pacemaker implantation. PACE 1994; 17: 1793–1796.
20. Shefer A, Levis SB, Gang ES. The retropectoral transaxillary permanent pacemaker: discription of a technique for percutaneous implantation of an invisible device. PACE 1996; 16: 1646–1649.
21. Al-Khatib SM, Anstrom KJ, Eisenstein EL *et al.* Clinical and economic implications of the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial-II. Ann Int Med. 2005; 142: 593–600.
22. Zerbe F, Ponizynski A, Dyszkiewicz W, Ziemianski A, Dziegielewski T, Krug H. Functionless retained pacing leads in the cardiovascular system. A complication of pacemaker treatment. Br Heart J. 1985; 54: 76–79.
23. Tobin K, Stewart J, Westveer D, Frumin H. Acute complications of permanent pacemaker implantation: their financial implication and relation to volume and operator experience. Am J Cardiol. 2000; 85: 774–776.
24. Phibbs B, Marriott HJ. Complications of permanent transvenous pacing. N Engl J Med. 1985; 312: 1428–1432.

25. Snow JS, Kalenderian D, Colasacco JA, Jadonath RL, Goldner BG, Cohen TJ. Implanted devices and electromagnetic interference: case presentations and review. J Invasive Cardiol. 1995; 7: 25–32.
26. Kuo KK, Chiu CC, Chen YF, Lin YT. Open heart surgery in a patient with an implanted pacemaker: case report. Gaoxiong Yi Xue Ke Xue Za Zhi. 1993; 9: 113–117.
27. Rasmussen MJ, Friedman PA, Hammill SC, Rea RF. Unintentional deactivation of implantable cardioverter-defibrillators in health care settings. Mayo Clin Proc. 2002; 77: 855––859.
28. Richard JP, Conil JM, Antonini A, Bareille P. Interaction between electrocautery and a pacemaker. Ann Fr Anesth Reanim. 1986; 5: 72–73.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):
Dr med. Rafał Młynarski
Klinika Elektrokardiologii
ul. Ziołowa 45/47, 40–635 Katowice
tel.: (032) 359–88–93
e-mail: Rafal_Mlynarski@mp.pl, joker@mp.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 15.12.2005 r.