

Ultrasound evaluation of vascular thrombotic complications following endovascular implantation of cardiac pacemaker electrodes

Ultrasonograficzna ocena żylnych powikłań zakrzepowych po wewnątrznaczyniowym wszczepieniu elektrod stymulatora serca

Robert Juszkat¹, Fryderyk Pukacki², Maciej Zieliński², Grzegorz Oszkinis², Marcin Gabriel², Anna Kubicka¹, Anna Miśkiewicz¹, Piotr Bręborowicz³, Wacław Majewski²

¹Vascular Laboratory of the Department of Radiology, Karol Marcinkowski Medical University in Poznań, Poland (Pracownia Naczyniowa Zakładu Radiologii Klinicznej Katedry Radiologii Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu)

²Department of General and Vascular Surgery, Karol Marcinkowski Medical University in Poznań, Poland (Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyń II Katedry Chirurgii Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu)

³Department of Cardiology, Karol Marcinkowski Medical University in Poznań, Poland (Katedra i Klinika Kardiologii Akademii Medycznej im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu)

Abstract

Background. A rapid increase of percutaneous endovascular implantation of cardiac electrostimulation systems multiplies the risk of the most common post-surgery complication in the form of vascular thrombosis and its most dangerous consequence — pulmonary embolism. Gradual, clinically silent increase of thrombotic lesions in veins subjected to manipulation indicates the need for close monitoring based on possibly precise laboratory analyses. Also in those cases, validity of routine pharmacological antithrombotic preventive therapy should be considered.

The objective of this paper was to evaluate the utility of B-mode ultrasound protocol with colour Doppler imaging in diagnostics of thrombotic lesions in veins of upper extremities following implantation of electrodes.

Material and methods. 106 patients were examined following endovascular implantation of cardiac electrostimulation systems at the department of cardiology of the Research Hospital No. 1 of the Medical University in Poznań due to arrhythmia. Post-procedure period ranged from 3 weeks to 12 years (150 weeks on average). Protocol of the study included medical history, clinical examination and ultrasound imaging (B-mode protocol combined with colour Doppler imaging). To verify ultrasound results DSA phlebography and chest X-ray were performed.

Results. Ultrasound imaging revealed thrombotic lesions in veins of upper extremities in 6/105 (5.7%) of the patients. 2 of them showed mainly post-exercise symptoms. DSA phlebography confirmed all diagnoses, and combined with chest X-ray imaging it revealed a relationship between thrombosis and electrostimulation electrodes. The age of patients suffering from thrombosis was higher than in the case of other patients and amounted to 73.5 vs. 45.6 years respectively. Concomitant diabetes and hypertension were observed in 60/106 and thrombosis in 3/60 patients. Oral anticoagulants were administered to 15/106 subjects, 2/15 of which were diagnosed with thrombotic lesions.

Conclusions. Risk of thromboembolic complications following percutaneous endovascular implantation of cardiac electrostimulation systems indicates the need for continuous monitoring of patients. Ultrasound imaging (B-mode combined with colour Doppler imaging) meets monitoring requirements. In elderly patients,

Address for correspondence (Adres do korespondencji):

Dr med. Robert Juszkat, Szpital Kliniczny nr 1
ul. Długa 1/2, 61–848 Poznań, Poland
tel: (+48 61) 854 92 70, 854 92 80, fax: (+48 61) 854 92 83
e-mail: robertju@wp.pl

the introduction of 2-week preventive antithrombotic therapy with low molecular weight heparin (LMWH) after the procedure seems to be justified.

Key words: endovascular, pacemaker, electrodes, vascular thrombosis

Streszczenie

Wstęp. Gwałtownie wzrastająca liczba zabiegów przezskórnej wewnątrznaczyniowej implantacji systemów do elektrostymulacji serca zwiela krotnia zagrożenie wystąpienia najczęstszego powikłania pozabiegowego w postaci zakrzepicy żyłnej i jej najgroźniejszego następstwa — zatorowości płucnej. Stopniowe, nieme klinicznie narastanie zmian zakrzepowych w naczyniach żylnych poddanych manipulacji wskazuje na konieczność stosowania wnikliwej obserwacji, na podstawie możliwie dokładnych analiz pracownianych. Rozważenia wymaga również zasadność stosowania w tych przypadkach rutynowej farmakoprofilaktyki przeciwzakrzepowej. Celem niniejszej pracy była ocena przydatności USG w projekcji B wraz z badaniem dopplerowskim kodowanym kolorem w diagnostyce zmian zakrzepowych naczyń żylnych kończyn górnych z wszczepionymi elektrodami.

Materiał i metody. Przebadano 106 chorych poddanych z powodu arytmii zabiegowi endowaskularnego wszczepienia systemu do elektrostymulacji na oddziałach kardiologicznych Szpitala Klinicznego nr I AM w Poznaniu. Okres od zabiegu wyniósł od 3 tygodni do 12 lat (śr. 150 tygodni). Metodyka badawcza obejmowała wywiad, badanie kliniczne oraz USG (w projekcji B skojarzone z badaniem dopplerowskim kodowanym kolorem). W celu weryfikacji wyniku USG wykonano flebografię DSA i badanie RTG klatki piersiowej.

Wyniki. W badaniu USG zmiany zakrzepowe żył kończyn górnych stwierdzono u 6 osób spośród 105 pacjentów (5,7%), z czego u 2 chorych objawy występowały głównie po wysiłku. W flebografii DSA potwierdzono wszystkie rozpoznania, a dzięki badaniu RTG klatki piersiowej wykazano zwięzek zakrzepicy z obecnością elektrod do stymulacji. Średni wiek chorych z zakrzepicą był wyższy niż pozostałych badanych i wyniósł odpowiednio 73,5 vs. 45,6 roku. Współistnienie cukrzycy i nadciśnienia stwierdzono u 60 osób spośród 106 chorych, z czego u 3/60 stwierdzono zakrzepicę. Doustne leki przeciwkrzepliwie otrzymywało 15/106 chorych, z czego zmiany zakrzepowe rozpoznano u 2/15.

Wnioski. Ryzyko powikłań zakrzepowo-zatorowych po przezskórnym wewnątrznaczyniowym wszczepieniu systemu do elektrostymulacji wskazuje na konieczność ciągłej obserwacji chorych. Badania USG (B-mode w połączeniu z badaniem dopplerowskim kodowanym kolorem) spełnia wymogi metody monitoringu. U osób w podeszłym wieku po zabiegu wydaje się uzasadnione włączenie profilaktyki przeciwzakrzepowej z zastosowaniem drobnocząsteczkowej heparyny przez 2 tygodni.

Słowa kluczowe: wewnątrznaczyniowe elektrody, stymulator serca, zakrzepica żylna

Introduction

An in-depth understanding of cardiophysiology and cardioanatomy, as well as an understanding of the autonomic character of the cardiac conduction system made it possible to correct its malfunction with the use of artificially generated electrical impulses. Since 1965, when percutaneous endovascular implantation of continuous electrostimulation systems had been presented for the first time, the method has become more and more popular [1]. It is estimated that currently the number of living patients in the world subjected to this type of therapy has reached 4.36 million in total [2]. Endovascular introduction of electrodes to the left atrium enables treatment of: permanent and paroxysmal bradycardia, diseases of the sinus node, atrioventricular conduction

Wstęp

Dokładne poznanie fizjologii oraz anatomii serca oraz zrozumienie autonomicznej natury układu bodźco-przewodzącego dały możliwość korekcji zaburzeń jego funkcji z użyciem sztucznie generowanych bodźców elektrycznych. Od czasu prezentacji w 1965 r. techniki przezskórnej wewnątrzżylniej implantacji systemu do ciągłej stymulacji dzięki względnej prostocie oraz małemu ryzyku metoda ta zyskuje coraz większą popularność [1]. Szacuje się, że obecnie na świecie liczba żyjących pacjentów poddanych tego rodzaju terapii osiągnęła 4,36 mln przypadków [2]. Elektrody wprowadzone endowaskularnie do prawego przedsionka serca pozwalają leczyć pacjentów z bradykardią stałą lub napadową, chorobami węzła zatokowego, zaburzeniami

disorders and intraventricular conduction block [3]. Despite the relatively high safety of this method, some complications may occur. Rare intraoperative complications consist of the following: pneumothorax, bleeding, air emboli, rupture of blood vessels and perforation of myocardium or misplacement of electrodes. On the other hand, postoperative complications include: haematoma at the puncture site, early and late infections, ineffective cardiac stimulation, pacemaker syndrome as well as the most common and the most dangerous one — thrombosis of veins at the site of introducing electrodes, and associated pulmonary embolism [4]. The presence of a foreign body like the electrostimulation electrode in a blood vessel underlies the pathogenesis of this phenomenon, and may lead to endothelial micro-damage or changes to the laminar blood flow and subsequent Virchow's triad disturbances and induction of the coagulation process [5, 6]. Incidence of venous thromboembolic diseases of upper extremities in patients with the cardiac stimulation system implanted endovascularly amounts, according to different surveys, from 5.5% to 21% [7–9] respectively. Considering the route of introducing the electrode, thrombosis usually resides in the left subclavian vein, namely in its proximal section. Nonetheless, there are also reported cases of thrombosis complications in other veins that make the blood run off from the upper part of the body, such as: axillary vein, jugular vein, brachiocephalic vein or even superior vena cava [10]. It is noticeable that most of those thromboses are asymptomatic [10, 11]. What is more, it has been proved that early observed small thrombotic lesions tend to increase as a result of relative topical hypercoagulopathy following implantation of electrodes [12]. This poses a significant risk of patients developing massive venous thrombosis including superior vena cava syndrome that may lead to life-threatening pulmonary embolism and further to post-thrombotic syndrome.

Therefore a question arises as to the need and range of diagnostic methods required for the monitoring of venous system patency, enabling early diagnostics and instituting appropriate treatment of thrombotic complications following cardiac stimulation electrode implantation. Another so far unexplained issue is the validity of routine use of antithrombotic prophylaxis following cardiac stimulation electrodes.

The objective of this study was to prove the utility of B-mode ultrasound imaging and colour-coded Doppler imaging as monitoring and diagnostic methods in thrombotic complications following percutaneous and transvenous insertion of the pacemaker electrodes.

przewodnictwa przedsionkowo-komorowego oraz blokiem przewodzenia śródkomorowego [3]. Jednak mimo relatywnie dużego bezpieczeństwa metody nie jest ona całkowicie wolna od prawdopodobieństwa wystąpienia komplikacji. Opisuje się rzadkie powikłania śródoperacyjne, takie jak: odma płucnowa, krwawienie, zatory powietrzne, rozerwanie naczynia lub przebicie mięśnia sercowego oraz niewłaściwe ułożenie elektrod. Natomiast do powikłań pooperacyjnych można zaliczyć: krwiaka w miejscu nakłucia, wczesne i późne zakażenia, nieskuteczną stymulację serca, zespół stymulatorowy oraz najczęstszą i niosącą największe zagrożenie zakrzepicę naczyń żylnych w miejscu wprowadzenia elektrod i wiążącą się z nią zatorowość płucną [4]. Podstawą patogenezy tego zjawiska jest obecność ciała obcego, elektrody stymulującej, w naczyniu krwionośnym, co może prowadzić do mikroszkodzeń śródbłonna oraz zmian w laminarnym przepływie krwi, a w konsekwencji do zaburzeń triady Virchowa i wywołania procesu wykrzepiania [5, 6]. Częstość występowania żylnych chorób zakrzepowo-zatorowej kończyn górnych u pacjentów z wszczepionym wewnątrznaczyniowo układem stymulującym serca wynosi według różnych opracowań 5,5–21% [7–9]. Ze względu na drogę wprowadzenia elektrody zakrzepica umiejscawia się zwykle w lewej żyłce podobojczykowej, głównie w jej odcinku proksymalnym. Opisuje się jednak również przypadki powikłań zakrzepowych występujących w innych żyłach stanowiących drogę spływu krwi z górnej połowy ciała, takich jak: żyła pachowa, szyjna, ramiennie-głowowa, a nawet żyła główna górna [10]. Uwagę zwraca fakt, że większość zakrzepic przebiega bezobjawowo [10, 11]. Ponadto udowodniono, że wcześniej obserwowane drobne zmiany zakrzepowe mają tendencję do narastania w następstwie miejscowego stanu względnej hiperkoagulopatii występującego po implantacji elektrod [12]. Stanowi to dla pacjenta istotne zagrożenie rozwinięcia się masywnej zakrzepicy żylnych, łącznie z zespołem żyły głównej górnej, mogących prowadzić do zagrażającej życiu zatorowości płucnej, a w dalszej perspektywie — do rozwoju zespołu pozakrzepowego.

Należy zatem odpowiedzieć na pytanie o konieczność i zakres badań niezbędnych w monitoringu drożności układu żylnego, umożliwiających wczesną diagnostykę oraz podjęcie właściwego leczenia powikłań zakrzepowych po wszczepieniu elektrod stymulujących pracę mięśnia sercowego. Inną, dotąd niewyjaśnioną kwestią pozostaje zasadność rutynowego stosowania profilaktyki przeciwzakrzepowej po implantacji elektrod stymulujących.

Material and methods

106 patients were evaluated (46 females and 60 males, aged 15–90 years, 45.6 years on average) treated at the cardiology departments of Research Hospital No. 1 of the Medical University in Poznań. These were patients subjected to percutaneous, endovascular implantation or replacement of a cardiac stimulation system due to recorded arrhythmia resistant to pharmacological treatment. Post-implantation period ranged from 3 weeks to 12 years (150 weeks on average). Electrodes were inserted through the right subclavian vein in 4 patients while in case of the others through the left subclavian vein.

History of the disease included age and sex of the subject, time from the procedure, presence of concomitant disease like diabetes and hypertension, and use of anticoagulants.

Physical examination was focused in particular on clinical indicators of venous occlusion. Patients were analyzed for possible swelling, painfulness of the extremity, bruising of the skin and dilatation of superficial veins of the thoracic wall indicating development of collateral circulation.

All subjects were examined using ultrasound imaging with the use of Sonoline Allegra Siemens equipped with 5–9 MHz linear head. Patients were lying on their backs during the examination with heads at the same level as the trunk. Vessels were bilaterally evaluated from the supraclavicular access and from the jugular notch. The examination included longitudinal and transverse sections of vessels in B-mode and colour Doppler presentation. Owing to the colour option the Doppler imaging enabled observation of turbulent flow and monitoring of flow limitation caused by partial or complete occlusion of a vessel. In B-mode the criteria indicating thrombotic lesions within the vessel were the following: presence of hypo- or hyperechogenic material in the lumen of a vessel, limitation of vessel valve mobility, limited pressure susceptibility of a vessel, presence of dilated vessels of the collateral circulation and turbulent flow.

All patients with venous thrombosis diagnosed in ultrasound imaging were additionally examined using DSA phlebography. The aim of DSA examination was to verify ultrasound diagnosis, to evaluate collateral circulation development in the upper extremity and to analyse venous system anatomy in order to find other causes of venous thrombosis i.e. indicators of thoracic outlet syndrome (TOS). Additionally, for this reason each patient with documented thrombosis was subjected to X-ray imaging of the upper thoracic outlet in order to find bone structure anomalies. DSA examination was

Celem niniejszej pracy było wykazanie przydatności ultrasonografii w projekcji B oraz badania dopplerowskiego kodowanego kolorem jako metody monitorowania i wykrywania powikłań zakrzepowych po przeszskórnym wewnątrżżylnym wszczępieniu elektrod stymulatora serca.

Materiał i metody

Badaniem objęto 106 pacjentów (46 kobiet, 60 mężczyzn, w wieku 15–90 lat, śr. 45,6 roku) leczonych w oddziałach kardiologicznych Szpitala Klinicznego I AM w Poznaniu. Byli to chorzy, u których przeprowadzono zabieg przeszskórnego wewnątrżnaczyniowego wszczępienia lub wymiany układu stymulującego serca z powodu udokumentowanej arytmii, niepoddającej się farmakoterapii. Okres po wszczępieniu stymulatora wynosił od 3 tygodni do 12 lat (śr. 150 tygodni). U 4 badanych elektrody wprowadzono przez prawą żyłę podobojczykową, a u pozostałych pacjentów — przez lewą żyłę podobojczykową.

W wywiadzie chorobowym uwzględniono wiek i płeć chorego, czas od przeprowadzenia zabiegu, występowanie schorzeń dodatkowych takich jak cukrzyca i nadciśnienie tętnicze oraz fakt stosowania antykoagulantów.

W badaniu przedmiotowym pacjentów zwrócono szczególną uwagę na kliniczne wykładniki niedrożności naczyń żylnych. Badając chorych, oceniano występowanie ewentualnego obrzęku, bolesności kończyny, zasinienia skóry oraz poszerzenia żył powierzchownych ściany klatki piersiowej wskazującego na rozwój krążenia obocznego.

Wszystkich chorych podano badaniu ultrasonograficznemu z użyciem aparatu Sonoline Ellegra Siemens z głowicą linearną o częstotliwości 5–9 MHz. Badania przeprowadzono u pacjentów pozostających w pozycji leżącej na plecach z głową ułożoną na poziomie tułowia. Naczynia oceniano obustronnie z dostępu nadobojczykowego oraz z wcięcia szyjnego. Badanie obejmowało przekroje podłużne i poprzeczne żył w prezentacji B oraz badanie dopplerowskie kodowane kolorem. Dzięki opcji kodowania kolorem badanie dopplerowskie umożliwiło obserwację turbulentnego przepływu, jak również śledzenie ograniczenia przepływu spowodowanego częściowym lub całkowitym zamknięciem naczynia. W badaniu B-mode kryteriami świadczącymi o zmianach zakrzepowych w obrębie naczynia były: obecność hypo- lub hiperechogenicznego materiału w świetle żyły, ograniczenie ruchomości zastawek żylnych, zmniejszona podatności naczynia na ucisk, obecność poszerzonych naczyń krążenia obocznego oraz turbulentny przepływ.

carried out following selective insertion of a 5F straight catheter to the brachial vein through the basilic vein on the side where lesions were revealed in ultrasound imaging. Ultravist 370 contrast medium was administered using an automated syringe in the amount of 20 ml per scene with outflow rate of 5 ml/sec.

Results

Based on ultrasound imaging examination of the subclavian and brachiocephalic veins, thrombotic lesions were revealed in 6/105 (5.7%) patients. In 4 of them, the revealed clots did not earlier cause clinical symptoms. Ultrasound diagnosis of thrombosis in the remaining two correlated with clinical symptoms of venous stasis. The symptoms included mainly complaints associated with the activity of the upper extremity i.e. post-exercise swelling, bruising and pain. Resting patients did not report any complaints and only dilated venous network of collateral circulation could be observed within the area of the thoracic wall.

Additionally, DSA phlebography eventually confirmed ultrasound diagnosis of thrombosis and, along with negative radiographic results in terms of pathology of bone structure, its relationship with the inserted electrostimulation system (Figure 1). In 3 asymptomatic subjects insignificant thrombotic lesions located on the surface of electrodes were revealed in DSA examination. In the remaining subject a complete occlusion of the subclavian vein together with compensation development of collateral circulation was observed. DSA examination of symptomatic patients showed narrowing within the subclavian vein and a complete occlusion of

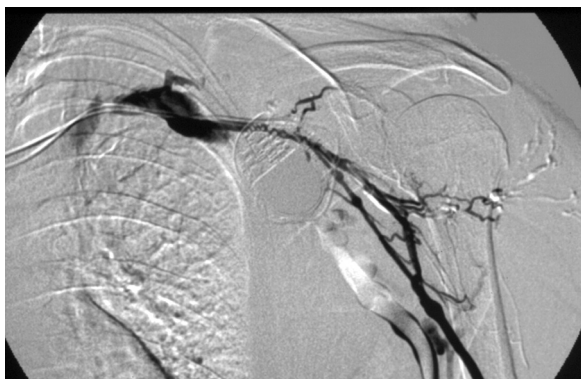


Figure 1. DSA i.v. examination. Condition following pacemaker implantation. The catheter introduced to the left brachial vein. Thrombosis within the left axillary vein and left subclavian vein

Rycina 1. Badanie DSA i.v. Stan po wszczepieniu stymulatora. Cewnik wprowadzony do lewej żyły ramiennej. Zakrzepica w obrębie żyły pachowej i podobojczykowej lewej

Wszystkich pacjentów z zakrzepicą żylną stwierdzoną w badaniu USG poddano dodatkowemu badaniu flebograficznemu w technice DSA. Celem badania DSA była weryfikacja rozpoznania ultrasonograficznego, ocena rozwoju krążenia obocznego kończyny górnej oraz analiza anatomii układu żylnego pod kątem poszukiwania innych przyczyn zakrzepicy żylniej niż zabieg wszczepienia elektrod, czyli wykładników zespołu otworu górnego klatki piersiowej (TOS). W tym celu dodatkowo u każdego pacjenta z udokumentowaną zakrzepicą przeprowadzono również badanie rentgenowskie górnego otworu górnego klatki piersiowej w poszukiwaniu anomalii struktur kostnych. Badanie DSA przeprowadzono po selektywnym wprowadzeniu cewnika prostego 5 F do żyły ramiennej z dostępu przez żyłę odłokciową po stronie stwierdzonych ultrasonograficznie zmian. Środek cieniujący (Ultravist 370) podano za pomocą strzykawki automatycznej w ilości 20 ml na każdą scenę z prędkością wypływu 5 ml/s.

Wyniki

Na podstawie przeprowadzonego badania ultrasonograficznego żył podobojczykowych i ramienno-głowowych zmiany o charakterze zakrzepowym wykazano u 6 osób spośród 105 (5,7%) pacjentów. U 4 z nich stwierdzone skrzepliny nie powodowały wcześniejszych objawów klinicznych. U 2 pozostałych ultrasonograficzne rozpoznanie zakrzepicy korelowało z objawami klinicznymi zastoju żylnego. Były to głównie dolegliwości wiążące się z aktywnością w obrębie kończyny górnej, takie jak obrzęk, zasinienie i ból po wysiłku. W spoczynku chorzy nie zgłaszali dolegliwości, można było zaobserwować jedynie poszerzoną sieć żylną krążenia obocznego w obrębie ściany klatki piersiowej.

Dodatkowo w wykonanej flebografii DSA potwierdzono ostatecznie rozpoznanie ultrasonograficzne zakrzepicy oraz, wraz z ujemnymi wynikami rentgenogramów patologii w obrębie struktur kostnych, jej związek z wprowadzonym układem elektrostymulacji (ryc. 1). U 3 chorych bez objawów stwierdzono w DSA niewielkie zmiany zakrzepowe zlokalizowane na powierzchni elektrod, w pozostałym 1 przypadku zaobserwowano całkowitą niedrożność żyły podobojczykowej z kompensacyjnym rozwojem krążenia obocznego. W badaniu DSA pacjentów z objawami ujawniono przewężanie w obrębie żyły podobojczykowej i całkowitą niedrożność żyły ramienno-głowowej ze znacznym rozwojem krążenia obocznego.

U 1 chorego z wykrytą zakrzepicą elektroda przebiegała w prawej żyły podobojczykowej, natomiast u 5 pozostałych była umieszczona w żyły podobojczykowej lewej.

the brachiocephalic vein accompanied by significant development of collateral circulation.

In one patient with diagnosed thrombosis the electrode ran in the right subclavian vein, and in the remaining 5 patients the electrode was placed in the left subclavian vein.

The average age of patients was 45.6 years, whereas the average age of patients with thrombosis was significantly higher at 73.5 years. Concomitant diabetes and hypertension were present in 60/106 subjects, 3/60 of which were diagnosed with thrombosis. Oral anticoagulants (coumarin derivatives) were administered to 15/106 patients, in 2/15 of which thrombosis of the upper extremity vein developed.

Discussion

The most frequent complication following endovascular insertion of the cardiac stimulating system is venous thrombosis at the electrode site. Its most dangerous result associated with significant impairment of vital functions and high mortality is massive pulmonary embolism, the incidence of which is estimated at the level of 0.6 to 3.5% [13]. Prophylaxis and early diagnostics of venous thromboembolic disease following implantation of cardiac stimulation electrodes is a problem gaining particular significance as clinically symptomatic types of venous thrombosis are exceptionally rare and according to different authors affect 1–3% of patients subjected to the procedure [10]. Given the above, clinical monitoring of those patients is difficult in terms of diagnosing early prodromal symptoms of pulmonary embolism in order to introduce early prophylaxis or treatment. The observations were supported by literature where, based on scintigraphic examination, actual incidence of the subclinical type of pulmonary embolism was proved to exceed 15% [11, 14, 15].

In this study, screening with B-mode ultrasound and Doppler imaging revealed venous thrombosis in upper extremities in 6 (5.7%) of 106 patients following implantation of a pacemaker. It is consistent with reports of other authors providing similar values of the proportion of thrombotic complications [5, 7–11]. What is more, in both physical examination and history indicators of venous thrombosis were revealed only in 2/6 patients. It indicates the occurrence of thrombotic complications despite the lack of clinical symptoms. Moreover, it is confirmed by numerous reports presenting prospective phlebographic analyses following implantation of an electrostimulation device. Proportions of thrombotic complications reported there, as well as proportions of pulmonary embolism, reach as much as a few dozen percent, but with a small number of no-

Średni wiek pacjentów wynosił 45,6 roku, natomiast średni wiek chorych z zakrzepicą był zdecydowanie wyższy (73,5 roku). Współistnienie cukrzycy i nadciśnienia odnotowano u 60 pacjentów spośród 106 chorych, z czego u 3 na 60 osób stwierdzono zakrzepicę. Doustne leki przeciwkrzepliwne (pochodne kumaryny) otrzymywało 15 chorych spośród 106 pacjentów, z czego u 2 na 15 badanych rozwinęła się zakrzepica żył kończyny górnej.

Dyskusja

Najczęstszym powikłaniem po wewnątrznaczyniowym wprowadzeniu systemu stymulującego pracę mięśnia sercowego jest zakrzepica żylna w miejscu przebiegu elektrod. Jej najgroźniejszym w skutkach następstwem, wiążącym się ze znacznym upośledzeniem funkcji życiowych oraz wysoką śmiertelnością, jest masowna zatorowość płucna, której częstość ocenia się na 0,6–3,5% [13]. Problematyka profilaktyki i wczesnej diagnostyki żylnych chorób zakrzepowo-zatorowej po implantacji elektrod stymulujących nabiera szczególnego znaczenia, gdyż jawna klinicznie postać zakrzepicy żylniej występuje wyjątkowo rzadko i dotyczy według różnych autorów 1–3% pacjentów poddanych zabiegowi [10]. Z tego faktu wynika trudność w klinicznym monitoringu chorych pod kątem uchwycenia objawów prodromalnych zatorowości płucnej w celu wczesnego wprowadzenia profilaktyki lub jej leczenia. Spostrzeżenia te potwierdzają dane z piśmiennictwa — na podstawie badań scyntygraficznych wykazano, że faktyczna częstość występowania subklinicznej postaci zatorowości płucnej może wynosić nawet powyżej 15% [11, 14, 15].

W przedstawianej pracy w badaniach przesiewowych z zastosowaniem ultrasonografii w projekcji B i doplerowskiej ujawniono zakrzepicę żył kończyn górnych u 6 chorych spośród 106 pacjentów (5,7%) po wszczepieniu stymulatora serca. Jest to wynik zbliżony z doniesieniami innych autorów podających podobne wartości odsetka powikłań zakrzepowych [5, 7–11]. Ponadto w badaniach podmiotowym oraz przedmiotowym wykładniki zakrzepicy żylniej stwierdzono zaledwie u 2 spośród 6 chorych. Wskazuje to na fakt występowania powikłań zakrzepowych mimo braku klinicznych objawów zakrzepicy. Potwierdzono to również w licznych doniesieniach przedstawiających prospektywne analizy flebograficzne chorych po wszczepieniu urządzenia stymulującego. Odsetek podawanych w nich powikłań zakrzepowych oraz zatorowości płucnej wynosi nawet kilkadziesiąt procent przy znikomym odsetku uchwytanych klinicznie symptomów, nawet masownej zakrzepicy naczyń w miejscu przebiegu elektrod [4, 16, 17]. Wiąże się to zapewne z dużym potencjałem roz-

ticeable clinical symptoms, even those referring to massive thrombosis of vessels at the electrode sites [4, 16, 17]. It is probably associated with large potential of venous collateral circulation development at the discussed anatomical area, the limited physical activity of patients, especially elderly ones, and with other concomitant diseases (e.g. significant circulatory impairment). It is also proved by the results of this study, revealing in DSA examination, that even a complete occlusion of the subclavian vein remains asymptomatic with circulation in the area of small veins significantly developed. In particular, this is the case with our patient being a person hardly physically active. Similar conclusions can be drawn following analysis of data entered in history where in symptomatic patients complaints indicating venous thrombosis, such as pain, swelling or bruising occurred mainly after physical exercise. Whereas, while resting they were solely limited to more or less noticeable signs of collateral circulation development. Moreover, in this group of patients asymptomatic thrombosis occurred in elderly subjects (aged 73 years on average) living efficient lives.

Another suggested factor affecting limited symptomatology of venous thrombosis in upper extremities following implantation of electrostimulation electrodes is the slow gradual increase of the occlusion. Relevant information can be found in prospective papers presenting gradual intensification of thrombotic lesions and an increasing proportion of patients with thrombotic complications in subsequent time intervals from the procedure up to about 1 year of follow-up [9]. It is probably associated with early inflammatory reaction as a response to injury of a blood vessel wall that is causing accumulation of fibrin deposits at the puncture site and around the foreign body. It was shown, that fibrin deposits accumulating at the electrode and inducing coagulation process are present as early as 6 hours following its insertion to the lumen of a vessel [8]. It was also reported that as a result of resting presence of the electrode in the vein lumen — local hypercoagulation occurs that makes the haemostatic mechanism inefficient in terms of thrombolysis and results in a gradual intensification of thrombotic lesions [12]. Similarly, in our material none of the analysed patients with diagnosed thrombosis reported symptoms that could indicate acute onset of the venous thrombosis. What is more, symptomatic patients reported gradual intensification of extremity dysfunction without significantly noticeable onset of those complaints. Moreover, ultrasound and DSA examinations revealed that thrombotic lesions observed in patients 3 months after the procedure (3/6) were limited solely to small clots located at the electrodes and

woju żylnego krążenia obocznego w omawianym obszarze anatomicznym oraz z faktem ograniczonej aktywności ruchowej chorych, zwłaszcza w podeszłym wieku i z towarzyszącymi innymi schorzeniami (np. znacznego stopnia niewydolność krążenia). Potwierdzają to także wyniki niniejszego opracowania — w badaniu DSA wykazano, że nawet całkowita niedrożność żyły podobojczykowej pozostaje bezobjawowa przy znacznie rozwiniętym krążeniu w obrębie drobnych naczyń żylnych, zwłaszcza jeśli, jak w przypadku opisanego chorego, dotyczy ona osoby mało aktywnej ruchowo. Podobne wnioski wysnuć można po analizie danych uzyskanych w badaniu podmiotowym, w którym u pacjentów z objawami dolegliwości wskazujące na zakrzepicę żylną, takie jak ból, obrzęk i zasinienie występowały głównie po wysiłku. Natomiast w spoczynku ograniczały się wyłącznie do mniej lub bardziej zauważalnych cech rozwoju krążenia obocznego. Ponadto w badanej grupie chorych zakrzepica bezobjawowa występowała wśród osób w podeszłym wieku (śr. 73 lata) prowadzących mało aktywny tryb życia.

Kolejnym postulowanym czynnikiem wpływającym na małą liczbę symptomów zakrzepicy żył kończyny górnej po implantacji elektrod stymulujących jest fakt powolnego, stopniowego zwiększania się niedrożności. Informacje na ten temat można znaleźć w opublikowanych pracach prospektywnych, przedstawiających stopniowe pogłębianie się zmian zakrzepowych oraz wzrastający odsetek chorych z powikłaniami zakrzepowymi w kolejnych przedziałach czasowych od momentu zabiegu do końca około 1 roku obserwacji [9]. Najprawdopodobniej wiąże się to z wczesną reakcją zapalną będącą odpowiedzią na uraz ściany naczynia żylnego i powodującą odkładanie się w miejscu nakłucia oraz wokół ciała obcego złogów włókniaka. Wykazano bowiem, że złogi fibryny odkładające się na elektrodzie i wywołujące proces krzepnięcia są obecne już po 6 godzinach od momentu wprowadzenia jej do światła naczynia [8]. Zauważono również, że w konsekwencji przetrwałej obecności elektrod w świetle żyły dochodzi miejscowego stanu nadkrzepliwości, co czyni mechanizm hemostazy niewydolnym w zakresie trombolizy i sprzyja stopniowemu pogłębianiu się zmian zakrzepowych [12]. Podobnie w analizowanym materiale żaden z chorych z rozpoznaną zakrzepicą nie podawał w wywiadzie objawów mogących wskazywać na ostry początek zakrzepicy żylny. Poza tym również pacjenci z objawami informowali o stopniowo pogłębiającej się dysfunkcji kończyny, bez wyraźnie uchwytnego początku wystąpienia dolegliwości. Ponadto w ocenie USG i DSA wykazano, że zmiany zakrzepowe obserwowane u chorych w okresie do 3 miesięcy po zabiegu (3/6) ogra-

were not significantly affecting the patency of a vessel. On the other hand, lesions of greater intensity were observed only in patients with a longer time following the procedure.

The above presented discussion indicates the need for monitoring in the case of patients subjected to endovascular implantation of electrostimulation electrodes. The basis for validity of this thorough follow-up of the patients should be the early detection of thrombotic lesions in cannulated venous vessels to prevent progression of thrombosis and incidence of possible thrombotic complications. Although the patients we analyzed did not show existing symptoms or pulmonary embolism episodes, the risk or probability of its asymptomatic presence cannot be explicitly negated. It results from methodology assumed in this research, the objective of which was mainly to analyse venous thrombotic lesions and not their complications. The complications, however, based on the above referred data from literature appear to pose a real risk for patients subjected to implantation of electrodes and thus as such they require further separate studies.

Reaching the goal of preventing venous thrombosis development and incidence of its dangerous complications seems to be possible owing to early introduction of appropriate prophylaxis or starting treatment of the thrombotic lesions already at their onset. Thus the most important thing should be to apply an appropriate study method enabling sensitive, specific and repeatable diagnostics of flow disturbances in the area of upper extremity veins. It is commonly known that phlebography stands for the "golden standard" in venous thrombosis diagnostics. However, according to the authors of this study limitations resulting from the invasive nature of this method, possibility of anaphylactic shock and complications associated with contrast medium toxicity as well as costs of this procedure, constitute a contraindication to its routine use as a screening in the aforementioned cases. B-mode ultrasound imaging combined with colour Doppler seems to be a particularly useful method in this case. This non-invasive, inexpensive and gradually available diagnostic technique is also characterized by high efficacy in diagnosing thrombotic lesions of profound venous system of upper extremities following implantation of cardiac stimulation electrodes. Its sensitivity and specificity have been highly graded by various authors, amounting to 94–100% and 93–100% respectively [17, 18]. Also in this study the use of ultrasound image analysis and duplex Doppler method resulted in a detection rate at the level of 5.7%, which corresponds with efficacy obtained by other investigators both using ultrasound imaging and radiographic contrast methods [4, 11, 19,

niczały się wyłącznie do obecności drobnych skrzepliny zlokalizowanych na elektodach, nie wpływających istotnie na drożność naczynia. Natomiast zmiany o większym nasileniu obserwowano u pacjentów, w przypadku których więcej czasu upłynęło od przeprowadzenia zabiegu.

Przedstawione powyżej rozważania wskazują na konieczność monitoringu chorych poddanych zabiegowi endowaskularnej implantacji elektrod stymulujących. Podstawą zasadności wnikliwej obserwacji tych pacjentów powinna być wczesna detekcja zmian zakrzepowych w skaniulowanych naczyniach żylnych w celu niedopuszczenia do progresji zakrzepicy i wystąpienia ewentualnych powikłań zatorowych. Choć u analizowanych chorych nie występowały symptomy obecnych bądź przebytych epizodów zatorowości płucnej, jednak na podstawie niniejszego opracowania nie można jednoznacznie zanegować takiego zagrożenia, czy też prawdopodobieństwa bezobjawowego występowania tego schorzenia. Wynika to z przyjętej w pracy metodyki, której celem była głównie analiza pod kątem żylnych zmian zakrzepowych, a nie ich powikłań. Jednak powikłania, na podstawie przytaczanych wcześniej danych z piśmiennictwa, prawdopodobnie stwarzają realne ryzyko dla pacjentów poddanych zabiegom wszczepienia elektrod i dlatego konieczne jest przeprowadzenie dalszych, odrębnych badań.

Osiągnięcie celu, jakim jest niedopuszczenie do rozwoju zakrzepicy naczyń żylnych i wystąpienia jej groźnych powikłań, wydaje się możliwe dzięki wczesnemu wprowadzeniu odpowiedniej profilaktyki bądź wdrożeniu leczenia zmian zakrzepowych już w momencie ich wystąpienia. Najistotniejsze zatem powinno być zastosowanie właściwej metody badawczej pozwalającej na czułą, swoistą oraz powtarzalną diagnostykę zaburzeń przepływu w obrębie żył kończyn górnych. Powszechnie wiadomo, że flebografia stanowi metodą referencyjną w rozpoznawaniu zakrzepicy żyłnej. Jednak ograniczenia wynikające z inwazyjności metody, możliwości wystąpienia wstrząsu anafilaktycznego oraz powikłań związanych z toksycznością stosowanego kontrastu, a także koszty badania, stanowią zdaniem autorów niniejszego opracowania przeciwwskazanie do jej rutynowego stosowania jako metody przesiewowej w omawianych przypadkach. Metodą szczególnie przydatną do tych celów wydaje się być ultrasonografia z wykorzystaniem projekcji B w połączeniu z badaniem dopplerowskim kodowanym kolorem. Ta nieinwazyjna, tania i coraz bardziej dostępna technika badawcza cechuje się również wysoką skutecznością w rozpoznawaniu zmian zakrzepowych głębokiego układu żylnego kończyn górnych po wszczepieniu elektrod układu stymulującego.

20]. What is more, selective phlebographic control made for the purposes of this research indicates the lack of false positive results which means a high specificity of ultrasound analyses being carried out.

Anatomic conditions of the evaluated area constituted certain limitations of the diagnostic method. The subclavian vein as an extension of the axillary vein originates from the lower edge of the first rib and extends medially to the front and below the subclavian vein from which it is separated with the tendon of the exterior oblique muscle. Following the medial end of the clavicle it joins the jugular vein to create the brachiocephalic vein. The right brachiocephalic vein of 2.5 cm descends and the left brachiocephalic vein of 6 cm is arranged horizontally and runs to the right beyond the manubrium. Bone structures that are present in the examined area partly cover the blood vessels making their imaging more difficult, especially in the proximal part of the subclavian vein. It seems, however, that the use of colour Doppler function enables, at least in part, to avoid artefacts resulting from the aforementioned technical obstacles. According to the authors, blood flow disturbances (turbulences, change in flow rate) enable an experienced ultrasound specialist to conclude, with a high degree of accuracy, lesions present in the proximal parts of the vessel (normally those lesions remain inaccessible by direct visualization). Similar conclusions were presented by Nishino and Li-jen Lin [18, 19].

A separate discussion is required in terms of validity of use and the moment of introduction of the pharmacological anticoagulant therapy. Since fibrin deposits, and thus the onset of the coagulation process, can be detected as early as 6 hours following insertion of cardiac electrostimulation electrode [8], it is worth considering an early and protective administration of fractionated heparin. Also, continuation of the therapy throughout the period of highest exposure to the thrombosis risk seems to be justified, since according to most researchers the risk in question gradually decreases in the course of time after the intervention has taken place [5]. The authors of this study are convinced that the optimal period of prophylactic heparinization should be about 14 days. This is the amount of time necessary for complete healing of the post-surgery wound, regeneration of damaged endothelium of the blood vessel and "healing" of the implanted cardiac stimulation electrodes. The selection of low molecular weight heparin for these purposes is based on the authors' own experiences and data from literature, according to which prophylactic administration of oral anticoagulants to patients following implantation of a cardiac stimulation system is not commonly accepted nowadays [5]. Grounds for such

Jej czułość i swoistość w tym zakresie jest oceniana wysoko przez różnych autorów i wynosi odpowiednio: 94–100% oraz 93–100% [17, 18]. Również w niniejszej pracy zastosowanie ultrasonograficznej analizy obrazu i metody *duplex Doppler* wiązało się wykrywalnością na poziomie 5,7%, co odpowiada skuteczności uzyskanej przez innych badaczy zarówno z użyciem USG, jak i z zastosowaniem radiologicznych metod kontrastowych [4, 11, 19, 20]. Ponadto wybiórcza kontrola flebograficzna przeprowadzona w niniejszej pracy wskazuje na brak wyników fałszywie dodatnich, co świadczy o wysokim stopniu swoistości przeprowadzonych analiz ultrasonograficznych.

Pewnym ograniczeniem stosowanej techniki badawczej były warunki anatomiczne ocenianej okolicy. Żyła podobojczykowa jako przedłużenie żyły pachowej rozpoczyna się na dolnym brzegu pierwszego żebra, skąd kieruje się dośrodkowo do przodu i poniżej tętnicy podobojczykowej, od której jest oddzielona ścięgnem mięśnia pochyłego przedniego. Za przyśrodkowym końcem obojczyka łączy się z żyłą szyjną wewnętrzną, tworząc żyłę ramienno-głową. Prawa żyła ramienno-głowa o długości około 2,5 cm kieruje się w dół, a lewa długości około 6 cm, która ma przebieg poziomy, kieruje się w prawo za rękkość mostka. Występujące w badanym polu struktury kostne częściowo zasłaniają naczynia, utrudniając ich zobrazowanie, zwłaszcza w części proksymalnej żyły podobojczykowej. Wydaje się jednak, że zastosowanie badania dopplerowskiego kodowanego kolorem pozwala na przynajmniej częściowe uniknięcie błędów wynikających z przedstawionych powyżej trudności technicznych. Zdaniem autorów zaburzenia przepływu krwi (turbulencje, zmiany prędkości) pozwalają doświadczonemu ultrasonograficznie z dużą precyzją wnioskować o zmianach występujących w proksymalnych odcinakach naczynia, niedostępnych przy bezpośredniej wizualizacji. Podobne wnioski przedstawili w swoich pracach Nishino i Li-jen Lin [18, 19].

Osobnego omówienia wymaga zagadnienie celowości oraz momentu wprowadzania przeciwzakrzepowej profilaktyki farmakologicznej. Skoro już po 6 godzinach od wprowadzeniu elektrody stymulującej pracę mięśnia sercowego stwierdza się na niej złogi fibryny [8], a tym samym początek procesu zakrzepowego, warto rozważyć wczesne osłonowe podanie frakcjonowanej heparyny. Zasadne wydaje się również kontynuowanie terapii w czasie największego narażenia pacjenta na ryzyko zakrzepicy, które, zdaniem większości badaczy, stopniowo maleje w miarę upływu czasu od momentu interwencji. Zdaniem autorów przedstawionej pracy optymalny okres profilaktycznej terapii heparyną powinien

an opinion are based on the necessity of INR monitoring and thus on the need for frequent visits to the clinic and the analytical laboratory in order to establish the appropriate therapeutic dose of the drug. Taking into consideration the fact that among patients enrolled to this study, the average age of subjects with diagnosed thrombosis exceeded 70 years and their mobility was rather low, as well as the fact that they suffered from concomitant diseases, it could introduce great difficulty as well as risk of carrying inadequate pharmacotherapy. It is supported by the additional observation that among the six patients with diagnosed thrombosis two of them received continuous oral anticoagulant therapy. Moreover, those patients in particular were not taking the drug regularly nor did they have controlled INR value due to limitations resulting from their advanced age.

Hence it seems that the introduction and far-reaching simplification of the prophylactic pharmacotherapy protocol is of significant importance, especially in elderly patients. Thus subcutaneous fractionated heparin administration during the first 14 days following insertion of the electrostimulation system seems to be better justified. Such therapy does not require monitoring examinations and is commonly accepted anticoagulation prophylactic practice. All the more so, those subjects compose the high risk group of venous thrombosis onset. The reasons for such a situation is the blood coagulation rate increasing in time, more common incidence of diseases leading to relative hypercoagulopathy and a decrease of physical and intellectual activity limiting the chance of using physical preventive measures against venous thrombosis and cooperation with an attending physician. It has been supported by studies presented by Do Carno Da Costa [21] in which patients with age exceeding 65 years, as compared to younger subjects, represented a statistically higher degree of vessel narrowing, and more frequent episodes of vein occlusion and thrombotic lesions were more extensive as well as associated with higher morbidity and mortality.

Conclusions

1. A small amount of thrombotic lesion symptoms and risk of thrombotic complications indicates the need for continuous monitoring based on laboratory tests of patients who underwent percutaneous endovascular implantation of cardiac electrostimulation systems.
2. B-mode ultrasound imaging combined with colour Doppler seems to meet the criteria of an adequate, repeatable diagnostic method for early diagnostics of venous thrombotic lesions following implantation of cardiac stimulation electrodes.

wynosić około 14 dni. Jest to czas pozwalający na pełne wygojenie się rany pooperacyjnej, regenerację uszkodzonego śródbłonka naczynia żylnego oraz „wgojenie się” implantowanych elektrod stymulacyjnych. Wybór do powyższych celów heparyn niskocząsteczkowych opiera się na doświadczeniach własnych autorów oraz danych z literatury, z których wynika, że profilaktyczne podawanie pacjentom antykoagulantów doustnych po wszczęciu układu stymulującego nie jest współcześnie powszechnie akceptowane [5]. Uzasadnienie takiej opinii opiera się na konieczności monitorowania INR, a tym samym potrzebie częstych wizyt u lekarza oraz w laboratorium analitycznym w celu ustalenia właściwej terapeutycznej dawki leku. Natomiast uwzględniając fakt, że spośród badanych w niniejszej pracy średni wiek chorych ze zdiagnozowaną zakrzepicą przekroczył 70 lat i że byli to w większości pacjenci z problemami w poruszaniu się, obciążeni dodatkowymi schorzeniami, stwarzałoby to dla nich duże utrudnienie, jak również niebezpieczeństwo prowadzenia nieadekwatnej farmakoterapii. Potwierdza to dodatkowo spostrzeżenie autorów, że spośród 6 pacjentów z rozpoznaną zakrzepicą 2 w sposób ciągły otrzymywało doustne antykoagulanty. Ponadto to właśnie ci chorzy z powodu ograniczeń wynikających z podeszłego wieku nie przyjmowali leku regularnie i nie kontrolowali wartości INR.

Wydaje się zatem, że wprowadzenie oraz znaczne uproszczenie protokołu profilaktycznej farmakoterapii ma znaczenie zasadnicze, zwłaszcza u starszych osób. Prawdopodobnie bardziej uzasadnione jest podskórne podanie heparyny frakcjonowanej przez okres pierwszych 14 dni po wprowadzeniu systemu do elektrostymulacji. Leczenie takie nie wymaga badań monitorujących i stanowi powszechnie akceptowaną profilaktykę przeciwzakrzepową, tym bardziej, że ci pacjenci stanowią grupę dużego ryzyka wystąpienia zakrzepicy żylniej. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest wzrastająca wraz z wiekiem krzepliwość krwi, powszechniejsze występowanie schorzeń prowadzących do względnej hiperkoagulopatii oraz zmniejszenie aktywności ruchowej i intelektualnej ograniczające możliwość stosowania fizykalnych metod profilaktyki zakrzepicy żylniej oraz współpracy z lekarzem prowadzącym. Znalazło to potwierdzenie w badaniach przedstawionych przez Do Carno Da Costa [21], w których u chorych powyżej 65 rż. stopień zwężenia oraz epizody zamknięcia żyły były statystycznie większe, a zmiany zakrzepowe bardziej rozległe i wiążące się z większą chorobowością i śmiertelnością w porównaniu z młodszymi pacjentami.

- In elderly patients subjected to implantation of cardiac electrostimulation electrodes introduction of anticoagulation prophylaxis following the procedure, the use of low molecular weight heparins for the period of 14 days seems to be justified.

References

- Chardak WM, Gage AA, Frederico AJ et al (1966) The long-term treatment of heart block. *Prog Cardiovasc Dis*, 9: 105–135.
- Meisner R (2004) World Wide Medtronic marketing estimates from historical industry implants, patients mortality and device registry database. Personal communication, August 30.
- Gregoratos G, Abrams J, Epstein A et al (2002) ACC/AHA/NASPE 2002 guideline update for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices: summary article. *Circulation*, 106: 2145–2161.
- Rozmus G, Daubert JP, Huang DT et al (2005) Venous thrombosis and stenosis after implantation of pacemaker and defibrillators. *J Interv Card Electrophysiol*, 13: 9–19.
- Goto Y, Abe T, Sekine S, Sakurada T (1998) Long-term thrombosis after transvenous permanent pacemaker implantation. *PACE*, 21: 1192–1195.
- Krug H, Zerbe F (1980) Major venous thrombosis: a complication of transvenous pacemaker electrodes. *Br Heart J*, 44: 158–161.
- Stoney WS, Addlestone RB, Alford WC et al (1976) The incidence of venous thrombosis following long term transvenous pacing. *Ann Thorac Surg*, 22: 166–170.
- Antonelli D, Turgeman Y, Kaveh Z et al (1989) Short term thrombosis after transvenous permanent pacemaker insertion. *PACE*, 12: 280–282.
- Van Rooden CJ, Molhoek SG, Rosendaal FR et al (2004) Incidence and risk factors of early venous thrombosis associated with permanent pacemaker leads. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 15: 1258–1262.
- Spittell PC, Hayes DL. Venous complications after insertion of transvenous pacemaker. *Mayo Clin Proc* 1992; 37: 258–265.
- Oginosawa Y, Abe H, Nakashima Y (2002) The incidence and risk factors for venous obstruction after implantation of transvenous pacing leads. *PACE*, 25: 1605–1611.
- Ito T, Tanouchi J, Kato J et al (1997) Prethrombotic state due to hypercoagulability in patients with permanent transvenous pacemakers. *Angiology*, 48: 901–906.
- Porath A, Avnum L, Hirsch M (1987) Right atrial thrombus and recurrent pulmonary emboli secondary to permanent cardiac pacing. A case report and short review of literature. *Angiology*, 38: 627–670.
- Seeger W, Hades D (1986) Asymptomatic pulmonary embolism following pacemaker implantation. *PACE*, 9: 196–199.

Wnioski

- Mała liczba objawów zmian zakrzepowych oraz ryzyko powikłań zatorowych wskazują na konieczność stałego, opartego na badaniach pracownianych monitoringu chorych poddanych zabiegowi przezskórnego wewnątrznaczyniowego wszczepienia systemu do elektrostymulacji serca.
 - Ultrasonografia w projekcji B w połączeniu z badaniem doplerowskim kodowanym kolorem wydaje się spełniać kryteria adekwatnej, powtarzalnej metody badawczej w celu wczesnej diagnostyki żylnych zmian zakrzepowych po wszczepieniu elektrod do stymulacji.
 - U osób w podeszłym wieku poddanych zabiegowi implantacji elektrod do elektrostymulacji zasadne wydaje się wprowadzenie po zabiegu profilaktyki zmian zakrzepowych z zastosowaniem drobnocząsteczkowych heparyn przez 14 dni.
-
- Grygier M, Zerbe F, Kowal J et al. (2001) Trudności z uzyskaniem przezżyłnej stymulacji serca u chorego z rozległą zakrzepicą w układzie żyły głównej górnej. *Kardiologia Pol*, 54: 425–430.
 - Karavidas A, Lazaros G, Matsakas E et al (2004) Early pacemaker lead thrombosis leading to massive pulmonary embolism. *Echocardiography*, 21: 429–432.
 - Prandoni P, Polistena P, Bernardi E et al (1997) Upper-extremity deep vein thrombosis. Risk factors, diagnosis and complications. *Arch Intern Med*, 157: 57–62.
 - Nishino M, Tanouchi J, Ito T et al (1997) Echographic detection of latent severe thrombotic stenosis of the superior vena cava and innominate vein in patients with pacemaker: integrated diagnosis using sonography, puls Doppler and color flow. *Pacing Clin Electrophysiol*, 20: 946–952.
 - Li-Jen Lin, Jiunn-Lee Lin (1998) Venous access thrombosis detected by transcutaneous vascular ultrasound in patients with single-polyurethane-lead permanent pacemaker. *PACE*, 21: 396–400.
 - Pukacki F, Juszkat R (2004) Radiological evaluation of thrombolytic therapy in deep venous thrombosis (DVT) of upper extremities. *Pol J Radiol*; 69: 14–17.
 - Do Carno Da Costa SS, Neto AS, Costa R et al (2002) Incidence and risk factors of upper extremity deep vein lesions after permanent transvenous pacemaker implant: a 6-month follow-up prospective study. *PACE*, 25: 1301–1306.