

ANALIZA KORELACYJNA POMIĘDZY BNP A PODSTAWOWYMI PARAMETRAMI CZYNNOŚCI NEREK U CHORYCH PO WSZCZEPIENIU STYMULATORA SERCA NA STAŁE

CORRELATION ANALYSIS OF BNP CONCENTRATION AND RENAL FUNCTION PARAMETERS
IN PATIENTS AFTER PERMANENT PACEMAKER IMPLANTATION

Janusz Sielski^{1, 2}, Agnieszka Janion-Sadowska¹

¹ Oddział Kardiologii

Świętokrzyskie Centrum Kardiologii w Kielcach

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Marianna Janion

² Zakład Patobiomechaniki

Instytut Fizjoterapii

Wydział Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach

Kierownik: prof. zw. dr hab. n. med. Andrzej Rydzewski

STRESZCZENIE

Wstęp: Grupa pacjentów z wszczepionymi rozrusznikami serca systematycznie się powiększa. Zmiany w układzie krążenia zachodzące po implantacji stymulatora dotyczą m.in. wydzielania do krwi peptydu natriuretycznego typu B (BNP) oraz zmian w zakresie czynności nerek.

Material i metody: Przebadano grupę 117 chorych z wszczepionymi na stałe rozrusznikami AAI/R, DDD/R i VVI/R. W dniu wszczepienia oraz trzy i sześć miesięcy po wykonanym zabiegu oznaczano stężenie BNP, mocznika i kreatyniny oraz szacowano klirens kreatyniny za pomocą wzoru MDRD.

Wyniki: Stwierdzono istotne korelacje pomiędzy wartościami BNP we krwi a podstawowymi parametrami czynności nerek. Korelacje te występowały zarówno w okresie przed wszczepieniem, jak i po wszczepieniu stymulatora serca na stałe.

Wnioski:

1. Po implantacji stymulatora serca na stałe dochodzi do istotnych zmian podstawowych parametrów czynności nerek, takich jak kreatynina, mocznik i klirens kreatyniny.
2. Stwierdza się liczne korelacje pomiędzy wydzielanym do krwi peptydem natriuretycznym typu B a podstawowymi parametrami czynności nerek.

Słowa kluczowe: stymulacja serca, peptyd natriuretyczny typu B, czynność nerek, analiza korelacyjna.

SUMMARY

Introduction: The group of patients with implanted cardiac pacemakers is systematically increasing. Changes in the circulatory system after pacemaker implantation are related, amongst others, to the secretion of B-type natriuretic peptide (BNP) to the blood and changes in renal functions.

Material and methods: The study group consisted of 117 patients who underwent permanent implantation of a pacemaker with AAI/R, DDD/R or VVI/R pacing mode. On the day of the implantation, and within three and six months after the performed surgery, BNP, urea and creatinine levels were determined and creatinine clearance was estimated according to the MDRD formula.

Results: Significant correlations between plasma BNP level and the primary renal function parameters were observed before and after permanent pacemaker implantation.

Conclusions: Significant changes in serum creatinine and urea level as well as in eGFR are observed after pacemaker implantation. There are numerous correlations between the secretion of B-type natriuretic peptide into the blood and the primary renal function parameters.

Key words: cardiac pacing, B type natriuretic peptide, renal function, correlation analysis.

WSTĘP

Podstawową rolą układu bodźcprzewodzącego serca jest zapewnienie autonomii w zakresie powstawania i przewodzenia potencjałów czynnościowych prowadzących do odpowiednich cyklicznych skurczów mięśnia serca. Strukturą nadrzędną układu bodźcprzewodzącego jest węzeł zatokowy (węzeł zatokowo-przedsionkowy). Anatomicznie ma on kształt wrzecionowaty i jest położony wokół ujścia żyły głównej górnej do prawego przedsionka [1].

Pobudzenie z węzła zatokowego jest przekazywane do lewego przedsionka przez pęczek międzyprzedsionkowy – pęczek Bachmana. Przekazywanie potencjału czynnościowego do węzła przedsionkowo-komorowego jest dyskusyjne. Przeważa pogląd, że pobudzenia przechodzą do węzła zatokowego przez mięśniówkę przedsionków bez specjalnych szlaków. Niektórzy jednak uważają, że istnieją trzy drogi przewodzenia – szlaki międzywęzłowe: przedni, środkowy i tylny [2]. Dalej pobudzenia są przekazywane przez węzeł przedsionkowo-komorowy i pęczek Hisa do komór.

Wyróżniamy cztery podstawowe rodzaje stałej stymulacji serca: stymulację komorową, przedsionkową, dwujamową i stymulację VDD. W stymulacji komorowej – VVI, elektroda stymulująca, jak i sterująca umieszczona jest w koniuszku prawej komory (lub okolicy koniuszka). Stymulacja, jak i sterowanie odbywa się zatem jedynie przy udziale potencjałów mięśnia prawej komory. Stymulacja dwujamowa jest bardziej skomplikowana. W tym układzie stymulacji są dwie elektrody. Tak jak w stymulacji VVI elektroda komorowa jest umieszczona w prawej komorze. Elektroda przedsionkowa jest umieszczona w uszku prawego przedsionka. Zarówno sterowanie, jak i stymulacja są dwujamowe. Układ stymulujący VDD, stosowany od niedawna, jest układem jednoelektrodowym. Elektroda stymulująca komorę, jak i sterująca komorowymi potencjałami, zakotwiczona jest w prawej komorze. Natomiast na przebiegu tej elektrody, na wysokości przedsionka, znajdują się pierścienie sterujące. Odbierają one własne potencjały przedsionka bez kontaktu z mięśniówką przedsionka, przez krew. Na podstawie tych potencjałów następuje sterowanie pobudzeniami komory [3]. Elektroda komorowa może być hamowana własnymi potencjałami komorowymi, jeżeli takie zostaną wykryte. W tym przypadku zostaje osiągnięty cel stymulacji fizjologicznej przy użyciu tylko jednej elektrody.

Oznaczanie wartości peptydów natriuretycznych we krwi, a zwłaszcza peptydu natriuretycznego typu B oraz NT-proBNP, odgrywa obecnie istotną rolę w co-

dziennej praktyce klinicznej. Podwyższone stężenie peptydów natriuretycznych obserwujemy w takich schorzeniach kardiologicznych, jak: niewydolność serca, dysfunkcja skurczowa i rozkurczowa, choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze z cechami przerostu lewej komory, wady zastawkowe serca, migotanie przedsionków. Również w innych schorzeniach, pośrednio wpływających na układ krążenia, może dojść do wzrostu stężenia BNP w surowicy, na przykład w ostrej zatorowości płucnej, nadciśnieniu płucnym, niedokrwistości, przewlekłej obturacyjnej chorobie płuc, niewydolności nerek, wstrząsie septycznym i nadczynności tarczycy [4].

Oznaczenie stężenia peptydów natriuretycznych jest cennym narzędziem diagnostycznym pozwalającym na szybkie zróżnicowanie duszności pochodzenia sercowego i pozasercowego w przypadku wątpliwości, co znacznie ułatwia postępowanie z pacjentem już na izbie przyjęć. Wysoka wartość oznaczonych peptydów natriuretycznych we krwi jest charakterystyczna dla duszności pochodzenia sercowego. Wartości poniżej 100 pg/ml przemawiają przeciwko rozpoznaniu niewydolności serca (prawdopodobieństwo poniżej 2%). Jeżeli oznaczona wartość BNP we krwi pozostaje w granicach 100–400 pg/ml i pacjent podaje w swojej historii choroby dodatni wywiad niewydolności serca, to prawdopodobieństwo rozpoznania niewydolności serca pozostaje w granicach 75%. Natomiast jeśli u chorego uzyskamy wartość BNP powyżej 400 pg/ml, to rozpoznanie niewydolności serca i tym samym uznanie zgłaszanej przez chorego duszności jako duszności sercowej pozostaje powyżej 95% [5, 6, 7, 8].

W ostatnich latach systematycznie wzrasta liczba implantowanych układów stymulujących serca. Są to nie tylko stymulatory serca wszczepiane w różnych postaciach dysfunkcji układu bodźcprzewodzącego. Coraz częściej implantuje się urządzenia pacjentom starszym, z innymi towarzyszącymi chorobami, m.in. niewydolnością serca i nerek. Ponadto niefizjologiczny tor rozchodzenia się pobudzenia w sercu w trakcie sztucznej stymulacji serca może dodatkowo nasilać objawy niewydolności serca i pośrednio pogarszać funkcję nerek.

Celem niniejszej pracy jest obserwacja związku pomiędzy wartościami BNP we krwi jako podstawowym parametrem wydolności serca a czynnością nerek wyrażoną podstawowymi wartościami parametrów nerkowych u chorych po zabiegu wszczepienia stymulatora serca na stałe. Celem pracy jest również próba odpowiedzi na pytanie, w jakim stopniu peptyd natriuretyczny typu B może być użyteczny do monitorowania chorych z niewydolnością serca i niewydolnością nerek.

MATERIAŁ I METODY

Do badania wstępnie zakwalifikowano 184 osoby. Z tego 136 stanowiło grupę badaną, czyli pacjentów zakwalifikowanych do wszczepienia stymulatora serca na stałe, a 48 zdrowych ochotników stanowiło grupę kontrolną.

W trakcie półrocznej obserwacji zmarło 6 pacjentów, a 13 wycofało zgodę na dalszy udział w badaniu. W wyniku rozmów telefonicznych ustalono, że pacjenci z tej grupy żyją i znajdują się pod opieką lekarza rodzinnego w miejscu zamieszkania. Ostatecznie badanie ukończyło 117 pacjentów.

Do końcowej analizy włączono zatem 117 pacjentów ze wszczepionym stymulatorem serca na stałe oraz 48 zdrowych ochotników, stanowiących grupę kontrolną. Pacjentów podzielono na cztery grupy. W skład grupy I weszło 21 pacjentów, którym implantowano układ stymulujący AAI/R. Grupę II stanowiło 59 pacjentów, którym implantowano stymulator DDD/R. Grupa III to 37 chorych, którym wszczepiono stymulator VVI. Grupę porównawczą (grupa IV) stanowiło 48 zdrowych ochotników w podobnym przedziale wiekowym.

Z badań wyłączono chorych z ostrym zespołem wieńcowym, który wystąpił w okresie do sześciu miesięcy przed wszczepieniem, czynnym procesem zapalnym, udarem mózgu do sześciu miesięcy przed wszczepieniem, wadami serca, niewydolnością serca III i IV klasy NYHA, schorzeniami nowotworowymi, niewydolnością oddechową, chorobami tkanki łącznej, dystrofią mięśniową, niedokrwistością z hemoglobina 10 g/dl i poniżej, chorobami tarczycy.

Warunkiem włączenia do badania w grupie I, II i III była kwalifikacja do wszczepienia układu stymulującego serca na stałe określonego typu dokonana na podstawie powszechnie przyjętych kryteriów kwalifikacyjnych,

w tym głównie Wytycznych Stymulacji Serca i Resynchronizacji Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego z 2007 roku z modyfikacją w 2010 roku.

Charakterystykę pacjentów przedstawia tabela 1.

Metodyka oznaczania BNP we krwi. Oznaczanie BNP odbywało się z próbki krwi żyłnej pobieranej na EDTA, wirowanej przez 10 minut przy 2000 G celem uzyskania osocza.

Następnie próbki badane umieszczano w aparacie DXI 600. Oznaczenie wykonywane było za pomocą odczynników Triage przy użyciu analizatora immunochemicznego DXI 600 firmy Beckman Coulter.

Badanie parametrów funkcji nerek (mocznika i kreatyniny). Oznaczenia wykonano przy użyciu analizatora OLYMPUS AU 680. Badanie wykonywano metodą ureazową w próbkach surowicy. Oznaczenia kreatyniny wykonano przy użyciu analizatora OLYMPUS AU 680. Do oceny parametrów czynności nerek wykorzystano klirens kreatyniny. Celem uproszczenia nie określano rzeczywistych wartości klirensu, a wskaźnik eGFR, który jest syntetycznym wskaźnikiem oceniającym czynność nerek. Wykorzystano wzór MDRD stworzony na podstawie danych dla pacjentów z przewlekłą niewydolnością nerek – uczestników programu Modification of Diet in Renal Disease.

Analizy statystycznej dokonano na podstawie testu Levena jednorodności wariancji, testu χ^2 Pearsona, testu Anova rang Kruskala-Wallisa oraz testu Anova Friedmana.

WYNIKI

Przed wszczepieniem stymulatora serca na stałe we wszystkich grupach badanych obserwowano wyższe

Tabela 1. Analiza statystyczna wieku w badanych grupach i grupie porównawczej

	Wiek [lata]			
	grupa porównawcza	grupa I	grupa II	grupa III
Liczba badanych	48	21	59	37
Minimum	53,00	53,00	53,00	60,00
Maksimum	86,00	85,00	88,00	88,00
Mediana	74,50	75,00	74,00	75,00
Średnia arytmetyczna	71,79	72,43	73,39	74,11
Odchylenie standardowe	9,26	7,72	7,94	7,14
Współczynnik asymetrii	-0,56	-0,71	-0,76	-0,42
Analiza rozkładu cechy	test Shapiro-Wilka W = 0,93 p > 0,05	test Shapiro-Wilka W = 0,95 p > 0,05	test Shapiro-Wilka W = 0,94 p > 0,05	test Shapiro-Wilka W = 0,95 p > 0,05
Analiza statystyczna	Test Levena jednorodności wariancji = 1,68 p > 0,05 Test F analiza wariancji = 0,66 p > 0,05			

Analiza nie wykazała istotnej statystycznie różnicy wieku w badanych grupach.

wartości kreatyniny oraz niższe wartości klirensu kreatyniny w porównaniu do grupy kontrolnej. Wartości mocznika pozostawały bez zmian w stosunku do grupy kontrolnej. Po wszczepieniu obserwowano obniżenie się wartości mocznika we krwi w grupie ze wszczepionym stymulatorem AAI/R i podwyższenie tej wartości w grupie z wszczepionym stymulatorem VVI/R. Wartości kreatyniny i klirensu kreatyniny pozostawały bez zmian.

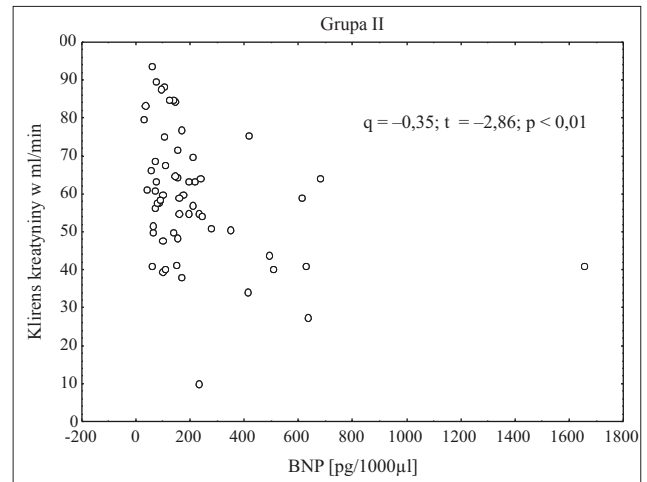
Wartości podstawowych parametrów nerkowych pacjentów chorych po wszczepieniu stymulatora serca na stałe:

- w grupie I wartość mocznika we krwi w trzy miesiące po wszczepieniu na stałe stymulatora AAI/R zmniejszyła się z $45,19 \pm 13,24$ mg/dl do wartości $37,52 \pm 8,56$ mg/dl ($p > 0,05$). W sześć miesięcy po wszczepieniu stymulatora serca wartość mocznika we krwi obniżyła się do wartości $41,10 \pm 8,59$ mg/dl i była znamienne statystycznie niższa w porównaniu do okresu wyjściowego przed wszczepieniem stymulatora;
- w grupie II wartość mocznika we krwi w trzy miesiące po wszczepieniu stymulatora DDD/R zwiększyła się znamienne statystycznie z $41,61 \pm 20,54$ mg/dl do wartości $45,24 \pm 15,04$ ($p < 0,01$);
- w grupie III wartość mocznika we krwi w trzy miesiące po wszczepieniu stymulatora VVI/R zwiększyła się znamienne statystycznie z 44 ± 46 mg/dl do wartości $48,46 \pm 16,62$ ($p < 0,01$). W sześć miesięcy po wszczepieniu stymulatora VVI/R wartość mocznika we krwi wynosiła $47,00 \pm 13,46$ i była znamienne statystycznie wyższa w porównaniu do okresu wyjściowego ($p < 0,01$);
- w grupie I wartość kreatyniny we krwi w trzy miesiące po wszczepieniu na stałe stymulatora AAI/R zmniejszyła się z $1,35 \pm 0,28$ mg/dl do wartości $1,29 \pm 0,30$ mg/dl ($p > 0,05$);
- u pacjentów grupie II wartość kreatyniny we krwi w trzy miesiące po wszczepieniu stymulatora DDD/R zmieniła się z wartości $1,16 \pm 0,32$ mg/dl do wartości $1,16 \pm 0,28$ ($p > 0,05$).

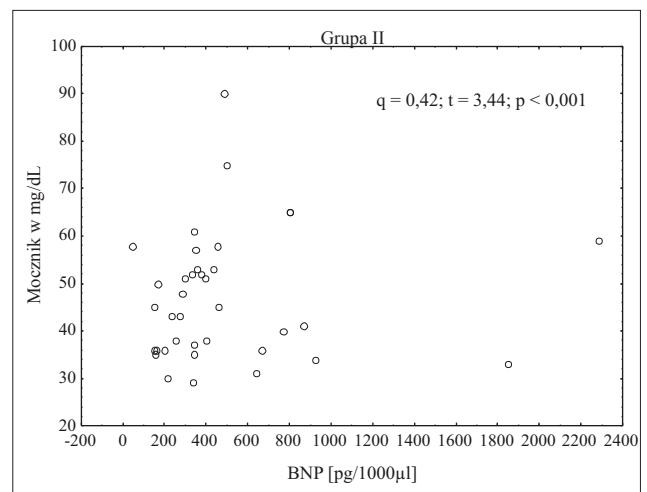
W zakresie wartości klirensu kreatyniny nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian u pacjentów po wszczepieniu stymulatora serca na stałe.

W wyniku przeprowadzonej analizy korelacyjnej stwierdzono następujące dodatnie współczynniki korelacji pomiędzy poziomem BNP we krwi a wartościami podstawowych parametrów czynności nerek:

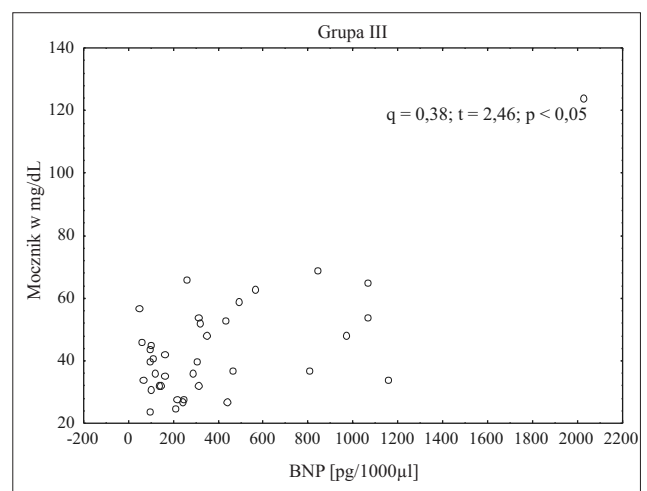
- w trzy miesiące po wszczepieniu stymulatora serca typu DDD/R na stałe stwierdzono istotne statystycznie współczynniki korelacji pomiędzy peptydem natriuretycznym typu B a wartością kli-



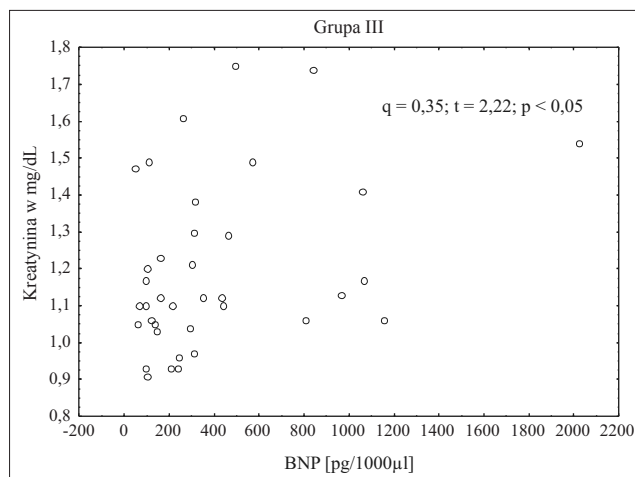
Rys. 1. Analiza korelacyjna pomiędzy wartościami peptydu natriuretycznego typu B a wartością klirensu kreatyniny w grupie II (DDD/R) trzy miesiące po wszczepieniu stymulatora serca



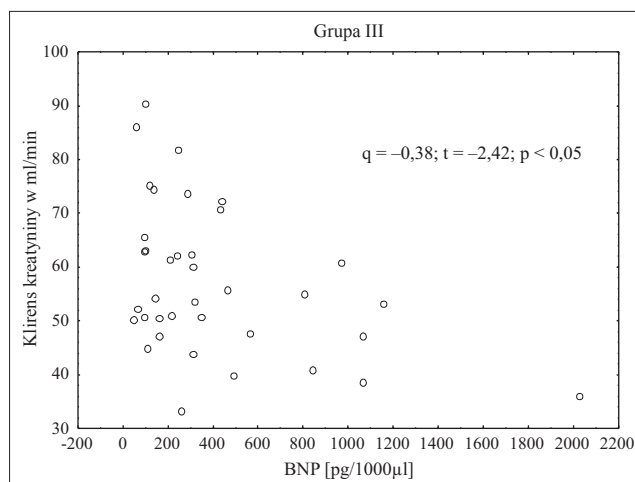
Rys. 2. Analiza korelacyjna pomiędzy wartościami peptydu natriuretycznego typu B a wartością mocznika we krwi w grupie II (DDD/R) sześć miesięcy po wszczepieniu stymulatora serca



Rys. 3. Analiza korelacyjna pomiędzy wartościami peptydu natriuretycznego typu B a wartością mocznika we krwi w grupie III (VVI/R) przed wszczepieniem stymulatora serca



Rys. 4. Analiza korelacyjna pomiędzy wartościami peptydu natriuretycznego typu B a wartością kreatyniny w grupie III (VVI/R) przed wszczepieniem stymulatora serca



Rys. 5. Analiza korelacyjna pomiędzy wartościami peptydu natriuretycznego typu B a wartością klirensu kreatyniny w grupie III (VVI/R) przed wszczepieniem stymulatora serca

rensu kreatyniny ($q = -0,35$, $t = -2,86$); szczegółowe wyniki przedstawia rysunek 1;

- w sześć miesięcy po wszczepieniu stymulatora serca typu DDD/R na stałe stwierdzono istotne statystycznie współczynniki korelacji pomiędzy peptydem natriuretycznym typu B a wartością mocznika we krwi ($q = 0,42$, $t = 3,44$); szczegółowe wyniki przedstawia rysunek 2;
- przed wszczepieniem stymulatora serca na stałe w grupie III (stymulator VVI/R) stwierdzono istotne statystycznie korelacje pomiędzy wartościami peptydu natriuretycznego typu B a wartością mocznika we krwi ($q = 0,38$, $t = 2,46$), wartością kreatyniny we krwi ($q = 0,35$, $t = 2,22$) oraz wartością klirensu kreatyniny ($q = -0,38$, $t = -2,42$). Szczegółowe wyniki zostały przedstawione na rysunkach 3, 4, 5.

W pozostałych przypadkach analizy korelacyjnej peptydu natriuretycznego typu B z podstawowymi

parametrami czynności nerek nie stwierdzono istotnych statystycznie współczynników korelacji.

OMÓWIENIE

Przewlekła choroba nerek definiowana obniżeniem wartości przesączania kłębuszkowego oraz obecnością proteinurii występuje częściej u chorych z niewydolnością serca. W dużych badaniach populacyjnych przewlekła choroba nerek dotyczy 7% pacjentów powyżej 30 roku życia i wzrasta systematycznie oraz obejmuje około 23–36% chorych powyżej 65 roku życia [9].

Obserwacja zachowania się podstawowych parametrów czynności nerek podczas stosowania różnych typów stymulacji była badana w doświadczeniach na zwierzętach. Yoneda i wsp. w doświadczeniach z szybką stymulacją komorową u psów (stymulacja z narastającą częstością 200–250/min) nie stwierdzili zwiększenia maksymalnego wydzielania sodu z moczem [10]. Seymour i wsp. w badaniach eksperymentalnych u znieczulonych ogólnie psów stwierdzili obniżenie się wartości filtracji nerkowej ze 168 ± 19 ml/min do wartości 96 ± 9 ml/min oraz obniżenie wydzielania sodu z moczem od wartości 36 ± 5 do 10 ± 4 mEq/d przy stosowaniu szybkiej stymulacji komorowej 260/min [11].

Wykonano lub wykonuje się obecnie wiele badań z zakresu EBM u pacjentów z niewydolnością serca i przewlekłą chorobą nerek [12, 13]. Natomiast w analizie dostępnego piśmiennictwa stwierdzono jedynie pojedyncze doniesienia, w których oceniano wydolność serca, wydolność nerek, poziom wydzielanych do krwi peptydów natriuretycznych i stałej stymulacji serca. Williams i wsp. w badaniach doświadczalnych zaobserwowali, że szybka stymulacja komorowa wpływa na zmniejszenie aktywności reninowej osocza, wydzielania wazopresyny oraz podwyższa klirens kreatyniny. Nie wpływa natomiast na wydzielanie jonów sodowych z moczem [14]. Mark i wsp. w dużym badaniu obejmującym chorych z różnymi stadiami przewlekłej choroby nerek stwierdzili istotne zależności pomiędzy wydolnością nerek a wartościami peptydu BNP i ANP we krwi [15]. Sielski i wsp. przebadali 40 chorych po wszczepieniu stymulatora VVI/R i DDD/R. Zauważyli wzrost wartości przedsionkowego peptydu natriuretycznego po wszczepieniu stymulatora oraz istotne zmiany podstawowych parametrów czynności nerek. Prędsionkowy peptyd natriuretyczny okazał się użyteczny do monitorowania chorych po implantacji stymulatora serca [16]. W badaniu dotyczącym tej samej grupy chorych stwierdzono także istotne korelacje

pomiędzy wartościami przedsionkowego peptydu natriuretycznego, podstawowymi parametrami czynności nerek oraz echokardiograficznymi wymiarami lewego przedsionka i lewej komory [17].

W badaniach własnych u pacjentów przed wszczepieniem stymulatora serca na stałe nie zaobserwowano istotnych różnic w wartościach mocznika we krwi, porównując grupę kontrolną i wszystkie grupy badane. Wartość kreatyniny była natomiast wyższa w grupach badanych w stosunku do porównawczej, a wartość klirensu kreatyniny niższa. Po wszczepieniu stymulatora mocznik we krwi obniżył się u pacjentów ze stymulatorem AAI/R oraz u chorych z wszczepionym stymulatorem DDD/R. Natomiast u chorych z wszczepionym stymulatorem VVI/R poziom mocznika po wszczepieniu podwyższył się. Poziom kreatyniny we krwi u pacjentów po wszczepieniu stymulatora serca nie zmienił się. Nie zmieniła się również wartość klirensu kreatyniny u chorych po wszczepieniu rozrusznika serca. W przeprowadzonej analizie korelacyjnej stwierdzono istotne zależności pomiędzy wartościami podstawowych parametrów nerkowych a wydzielanym do krwi peptydem natriuretycznym typu B.

WNIOSKI

- Po implantacji stymulatora serca na stałe dochodzi do istotnych zmian podstawowych parametrów czynności nerek, takich jak kreatynina, mocznik i klirens kreatyniny.
- Stwierdza się liczne korelacje pomiędzy wydzielanym do krwi peptydem natriuretycznym typu B a podstawowymi parametrami czynności nerek. Są to:
 - dodatnia korelacja pomiędzy BNP a klirensem kreatyniny w grupie DDD/R;
 - dodatnia korelacja pomiędzy BNP a wartością mocznika w grupie DDD/R;
 - dodatnia korelacja pomiędzy BNP a wartością mocznika w grupie VVI/R;
 - dodatnia korelacja pomiędzy BNP a wartością kreatyniny w grupie VVI/R;
 - dodatnia korelacja pomiędzy BNP a wartością klirensu kreatyniny w grupie VVI/R.

PODSUMOWANIE

Wzrastająca z roku na rok liczba wszczepianych urządzeń wymaga dokładnej kontroli oraz wnikliwego badania pacjenta kontrolowanego. W czasie

tych kontroli ważne jest nie tylko sprawdzanie parametrów technicznych samego urządzenia, lecz także staranne badanie pacjenta i niektórych parametrów biochemicznych wskazujących na odchylenia od normy w pracy układu krążenia i układu wydalniczego. Peptyd natriuretyczny typu B może być ważnym elementem monitorowania czynności nerek u chorych po wszczepieniu rozrusznika serca na stałe.

PIŚMIENNICTWO

- Rubart M, Zipes DP. Geneza zaburzeń rytmu serca – rozważania elektrofizjologiczne. W: E Braunwald. Choroby serca. Urban & Partners, Wrocław 2007: 635.
- Koleśnik A, Cizek B, Aleksandrowicz MI i wsp. Embriologia, anatomia i fizjologia układu krążenia. W: Kardiologia. Podręcznik oparty na zasadach EBM. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2009: 15.
- Dąbrowska B, Dąbrowski A. Podręcznik elektrokardiografii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa 1996: 198.
- Palazzuoli A, Antonelli G, Quatrini I et al. Natriuretic peptides in heart failure: where we are, where we are going. Intern Emerg Med 2011; 6: 63–68.
- Cheng V, Kazanagra R, Gracia A. A rapid bedside test for B type peptide predicts treatment outcomes in patients admitted for decompensated heart failure; a pilot study. J Am Coll Cardiol 2001; 37: 386–391.
- Meisel AS, Krishnaswamy P, Nowak RM et al. Breathing Not Properly Multinational Study Investigators. Rapid measurement of B type natriuretic peptide in the emergency diagnosis of heart failure. N Engl J Med 2002; 347: 161–167.
- Mueller C, Scholer A, Laule-Kilian K et al. Use of B type natriuretic peptide in the evaluation and management of acute dyspnea. N Engl J Med 2004; 350: 647–654.
- McCullough PA, Duc P, Omland T et al. Breathing Not Properly Multinational Study Investigators. B type natriuretic peptide and renal function in the diagnosis of heart failure – an analysis from breathing not properly (BNP) multinational study. Am J Kidney Dis 2003; 41: 571–579.
- Zang QL, Rothenbacher D. Prevalence of chronic kidney disease in population – based studies: Systematic review. BMC Public Health 2008; 8: 117.
- Yoneda H, Yamada H, Yano K et al. Blunted natriuretic response to endogenous atrial peptide during rapid cardiac pacing in anaesthetic dogs. Clin Exp Pharmacol Physiol 1998; 25: 341–346.

- [11] Seymour AA, Burkett D, Asaad MM. Haemodynamic, renal and humoral effects of rapid ventricular pacing in conscious dogs. *Lab Anim Sci* 1994; 44: 443–452.
- [12] Srisawasdi P, Vanavanan S, Charoenpanichkit Ch et al. The effect of renal dysfunction on BNP, NT-proBNP, and their ratio. *Am J Clin Pathol* 2010; 133: 14–23.
- [13] Tsutamoto T, Wada A, Sakai H et al. Relationship between renal function and plasma brain natriuretic peptide in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 582–586.
- [14] Williams TD, Walsh KP, Canepa-Anson R et al. Atrial natriuretic peptide response to rapid atrial pacing in cardiac-denervated dogs. *Am J Physiol* 1989; 257: 162–167.
- [15] Mark PB, Steward GA, Gansevoort RT et al. Diagnostic potential of circulating natriuretic peptides in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant* 2006; 21: 402–410.
- [16] Sielski J, Janion M, Gawror Z et al. Does permanent cardiac stimulation through atrial natriuretic peptide secretion influence the BASIC parameters of renal function? *Cardiology Journal* 2007; 6: 568–572.
- [17] Sielski J, Janion M, Gawor Z et al. Correlation analysis of atrial natriuretic peptide concentration, echocardiographic left atria and left ventricular dimensions, and renal function parameters in patients after permanent pacemaker implantation. *Cardiology Journal* 2009; 16: 157–163.

Adres do korespondencji:

Janusz Sielski
Świętokrzyskie Centrum Kardiologii
25-736 Kielce, ul. Grunwaldzka 45
e-mail: jsielski7@interia.pl
tel. +48 604 405 562; +48 413 671 493