

Kamila Gworys^{1(A, B, C, D, F, G)}, Dagmara Teske^{2(A, B, C, D, F, G)}, Przemysław Gworys^{3(D, E, F, G)},
Anna Puzder^{1(A, D, F, G)}, Tomasz Adamczewski^{1(A, D, F, G)}, Jolanta Kujawa^{1(A, C, D, F, G)}

Wpływ magnetoterapii stosowanej w leczeniu zespołów bólowych kręgosłupa lędźwiowego na ciśnienie tętnicze krwi u pacjentów z oraz bez nadciśnienia tętniczego

The influence of magnetotherapy on blood pressure in patients with and without arterial hypertension treated for lumbar back pain syndrome

¹ Klinika Rehabilitacji Medycznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, Wojewódzkie Centrum Ortopedii i Rehabilitacji Narządu Ruchu im. dr Z. Radlińskiego w Łodzi

² Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej w Konstancynie Łódzkiej

³ Oddział Kardiologii Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego im. M. Kopernika w Łodzi

STRESZCZENIE

Wstęp. Wśród metod fizjoterapii stosowanych w zespołach bólowych kręgosłupa znajduje się magnetoterapia. Wielu spośród pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa cierpi na nadciśnienie tętnicze (NT). Wpływ pola magnetycznego (PM) na ciśnienie tętnicze krwi (RR) jest nie do końca poznany i często budzi obawy przed stosowaniem tego rodzaju terapii u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym. Celem pracy jest ocena wpływu zabiegów magnetoterapii stosowanej w zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego na wartości ciśnienia tętniczego i tętna u pacjentów z rozpoznaniem i leczonym nadciśnieniem tętniczym (NT) oraz u chorych bez NT.
Materiał i metody. Do badania zakwalifikowano 60 chorych z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, których podzielono na 2 grupy w zależności od współistnienia NT. U wszystkich pacjentów wykonywano zabiegi

ABSTRACT

Background: Magnetotherapy is one of the methods applied in the treatment of back pain syndromes. Many patients with back pain syndromes suffer from arterial hypertension (AH). The influence of magnetic fields (MF) on blood pressure is not clearly recognized and its application in patients with arterial hypertension causes some concern. The aim of the study was to assess the influence of magnetotherapy applied in patients with lumbar and sacral back pain syndromes on blood pressure and pulse rate in patients diagnosed with arterial hypertension and treated for it and those without hypertension.
Materials and methods: 60 patients (pts) with lumbar and sacral back pain syndromes were included in the study. The patients were divided into 2 groups depending on the coexistence of hypertension. Magnetic fields procedures

Udział współautorów / Participation of co-authors: A. autor koncepcji i założeń pracy / author of the concept and objectives of paper; B. zbieranie materiału / collection of data; C. realizacja badań / implementation of research; D. opracowanie, analiza i interpretacja wyników / elaborate, analysis and interpretation of data; E. analiza statystyczna danych / statistical analysis; F. przygotowanie manuskryptu / preparation of a manuscript; G. opracowanie piśmiennictwa / working out the literature; H. pozyskanie funduszy / obtaining funds

polem magnetycznym o następujących parametrach: indukcja magnetyczna 9 mT, częstotliwość zmian natężenia pola magnetycznego 40 Hz, czas impulsu 0,5 s, kształt pola prostokątny. U każdego pacjenta wykonywano czterokrotnie pomiar RR oraz tętna: przed, w połowie czasu, po, oraz 10 min. po wykonanym zabiegu.

Wyniki. W grupie 1 obserwowano wyższe wartości RR przed, w trakcie i po zabiegu. Stwierdzono istotne zmniejszenie RR i zwolnienie tętna w trakcie zabiegów magnetoterapii w obu grupach. Nie zaobserwowano trwałych zmian RR po 10 zabiegach magnetoterapii.

Wnioski. 1. W trakcie zabiegów magnetoterapii dochodzi do istotnego spadku RR skurczowego i tętna u chorych z NT i bez NT.

2. Ciśnienie rozkurczowe w trakcie zabiegów magnetoterapii ulega obniżeniu u chorych z NT i bez NT.

3. Obniżenie skurczowego ciśnienia tętniczego i tętna podczas zabiegu magnetoterapii utrzymuje się po 10 minutach od zakończenia zabiegu w grupie chorych z NT.

4. Magnetoterapia powoduje istotne podwyższenie ciśnienia rozkurczowego krwi po 10 minutach od zakończenia zabiegu w grupie z NT i bez NT. Długość trwania takiego efektu wymaga jednak potwierdzenia w kolejnych badaniach.

Słowa kluczowe: magnetoterapia, zespół bólowy kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, nadciśnienie tętnicze, tętno

Wstęp

Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie ma swoją długą tradycję. Badania z wykorzystaniem magnesów prowadzono już w starożytnych Chinach. Korzystny wpływ pola magnetycznego na organizm ludzki obserwował również Hipokrates (460 r.p.n.e.), Galen (IX wiek), Avicenna (X wiek), oraz Paracelsus (XVI wiek) [1].

W zależności od parametrów fizycznych stosowanych pól rozróżnia się magnetoterapię i magnetostymulację. Pole magnetyczne (PM) stosowane w magnetoterapii ma częstotliwość mniejszą od 100 Hz i indukcję magnetyczną rzędu 0,1 mT do 40 mT [2]. Współczesne badania dowodzą wielokierunkowego działania magnetoterapii na organizm ludzki, wśród których na pierwszy plan wysuwa się działanie przeciwbólowe [3]. Magnetoterapię stosuje się również celem przyspieszenia zrostu kostnego, gojenia owrzodzeń, zmniejszenia spastyczności oraz przeciwbólowo w chorobie zwyrodnieniowej stawów i innych chorobach stawów o podłożu zapalnym. Działanie przeciwbólowe i przyspieszające zrost kostny zostało potwierdzone w większości badań, natomiast jego wpływ w pozostałych zastosowaniach nie jest jednoznacznie określony [4]. Magnetoterapia znajduje zastosowanie w zmniejszaniu dolegliwości bólowych i niesprawności w przypadku choroby zwyrodnieniowej stawów kolanowych [5].

Zespoły bólowe kręgosłupa są jedną z najczęstszych dolegliwości narządu ruchu ludzi w różnym wieku. Szacuje się, że blisko 84% osób doświadczyło bólów kręgosłupa,

(magnetic induction 9 mT, frequency 40 Hz, impulse time – 0,5 s, impulse shape - rectangular) were performed in every patient. Blood pressure and pulse rate were measured 4 times in every patient: before, half time, after and 10 minutes after the procedure was completed.

Results: Higher blood pressure measurements before, during and after the procedure were observed in group 1. Significant blood pressure and pulse rate decrease during magnetotherapy procedures was observed in both groups. Reduction of blood pressure was not observed after 10 procedures.

Conclusions: 1. In the course of magnetotherapy procedure a significant decrease in systolic BP and pulse is observed in patients with hypertension and without AH.

2. Diastolic blood pressure is reduced during magnetotherapy in patients with hypertension and without AH.

3. The reduction in systolic BP and pulse lasts up to 10 minutes after the end of magnetotherapy procedure in patients with hypertension.

4. Magnetic field causes a significant increase in diastolic BP 10 minutes after the end of the procedure in the group with AH and without AH. The duration of this effect, however, requires confirmation in further studies.

Key words: magnetotherapy, lumbar and sacral back pain syndromes, hypertension, pulse rate

Introduction

The use of magnetic fields in medicine has a long tradition. The research using magnets are dated back as early as in ancient China. The beneficial effect of magnetic fields on the human body was also observed by Hippocrates (460 BC), Galen (IX century), Avicenna (X century) and Paracelsus (XVI century) [1].

Magnetotherapy and magnetostimulation are distinguished depending on physical parameters used during a procedure. The magnetic field (MF) used in the magnetotherapy has a frequency less than 100 Hz and a magnetic induction of 0.1 mT to 40 mT [2]. Modern research prove multidimensional effect of magnetotherapy on the human body including first and foremost an analgesic effect [3]. The magnetotherapy is also used to accelerate bone and ulcer healing, reduce spasticity, and relieve pain in osteoarthritis and other inflammatory joint conditions. The analgesic effect and acceleration of bone union have been confirmed in most studies, while its effect in other applications is not clearly established [4]. Magnetic field is applied to reduce pain and disability in the case of osteoarthritis of the knee [5].

Back pain is one of the most common motor organ ailments in people of all ages. It is estimated that nearly 84 % of people have experienced back pain, 23 % suffer from chronic back pain syndromes, and 11-12 % of the population is disabled because of this [6]. Both young and old people suffer from this, however, most of them are in working age. Effective methods of physiotherapy are

23% cierpi na przewlekły zespół bólowy kręgosłupa a 11-12% populacji jest z tego powodu niepełnosprawna [6]. Cierpią na nie ludzie młodzi jak i starsi, głównie jednak w wieku aktywności zawodowej. Ze względu na uciążliwość i powszechność tego typu dolegliwości poszukuje się skutecznych metod fizjoterapii. Skuteczne w zmniejszaniu dolegliwości bólowych są zabiegi z zakresu elektroterapii, takie jak przezskórna elektryczna stymulacja nerwów TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) i prądy interferencyjne [7, 8]. Zastosowanie znajdują również zabiegi zakresu laseroterapii i terapii falą ultradźwiękową [9, 10].

Wśród metod fizjoterapii stosowanych w zespołach bólowych kręgosłupa znajduje się również magnetoterapia [11]. Wielu spośród pacjentów z chorobą zwyrodnieniową stawów cierpi na choroby współistniejące. Najczęstszą z nich jest nadciśnienie tętnicze (NT). Najczęstszą postacią nadciśnienia jest nadciśnienie tętnicze pierwotne, zwane też samoistnym, a więc takie, którego przyczyna jak dotąd nie została dokładnie poznana. Wpływ pola magnetycznego na ciśnienie tętnicze krwi jest nie do końca poznany i często budzi obawy przed stosowaniem tego rodzaju terapii u pacjentów z NT.

Cel pracy

Celem pracy jest ocena wpływu zabiegów magnetoterapii stosowanej w zespołach bólowych kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego na wartości ciśnienia tętniczego i tętna u pacjentów z rozpoznaniem i leczonym nadciśnieniem tętniczym (NT) oraz u chorych bez NT.

Materiał i metody

Do badania zakwalifikowano 60 chorych z zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, których podzielono na 2 grupy w zależności od współistnienia nadciśnienia tętniczego.

Grupę 1 stanowiło 30 chorych (8 mężczyzn i 22 kobiety, średnia wieku 62 lata) z zespołem bólowym w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa, leczących się jednocześnie na nadciśnienie tętnicze. Nadciśnienie tętnicze rozpoznane było przez lekarza chorób wewnętrznych lub rodzinnego na podstawie kryteriów Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z roku 2008 (średnia z co najmniej 2 pomiarów w czasie co najmniej 2 wizyt: ciśnienie skurczowe większe lub równe 140 mmHg i/lub rozkurczowe większe lub równe 90 mmHg). Pacjenci mieli indywidualnie włączone leczenie niefarmakologiczne (zalecenia co do zmian w trybie życia) oraz farmakologiczne. Wszyscy chorzy przyjmowali co najmniej jeden lek z następujących grup: beta-adrenolityki, diuretyki, inhibitory konwertazy angiotensyny, antagoniści receptora angiotensyny, antagoniści wapnia, alfa-blokery. Skuteczność leczenia monitorowana była przez pacjentów i lekarzy poprzez regularnie wykonywane pomiary ciśnienia tętniczego krwi.

sought due to discomfort and widespread of the condition. Electrotherapy such as transcutaneous electrical nerve stimulation TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation) and interference currents [7,8] are effective in reducing pain. Laser treatment and ultrasonic wave therapy [9,10] can be also applied.

Magnetotherapy is one of the methods used in physical therapy of back pain syndromes [11]. Many patients with osteoarthritis suffer from co-morbidities. One of the most popular is hypertension. The most common form of hypertension is primary hypertension also called essential which cause has not yet been completely understood. The influence of magnetic fields on blood pressure is not fully researched and the use of this kind of therapy in patients with hypertension often raises concerns.

Aims

The aim of the study was to assess the influence of magnetotherapy applied in patients with lumbar and sacral back pain syndromes on blood pressure and pulse rate in patients diagnosed with arterial hypertension (AH) and treated for it and without AH.

Material and methods

The study included 60 patients with lumbosacral pain syndromes. They were divided into 2 groups depending on the coexistence of hypertension.

Group 1 consisted of 30 patients (8 men and 22 women, mean age was 62 years) with lumbosacral pain syndromes who were simultaneously treated for hypertension. The hypertension was diagnosed by an internal medicine specialist or a GP according to the criteria of Polish Society of Hypertension from 2008 (average of at least 2 measurements during at least two visits: systolic blood pressure greater than or equal to 140 mmHg and / or diastolic blood pressure greater than or equal to 90 mmHg). Patients were prescribed non-pharmacological (recommendations for lifestyle changes) and pharmacological treatment on individual basis. All of them were administered at least one drug from a group of the following: beta- blockers, diuretics, angiotensin converting enzyme inhibitors, angiotensin receptor antagonists, calcium channel blockers, alpha-blockers. The efficacy of treatment was monitored by patients and doctors by taking the blood pressure regularly.

Group 2 consisted of 30 patients (8 men and 22 women, mean age 55 years) with back pain syndromes without AH.

All patients received a magnetic field treatment with the following parameters: magnetic induction - 9 mT, the frequency of the magnetic field: 40 Hz, impulse duration - 0.5 s, rectangular shape of the field. The procedures were performed 5 days a week at the same time (till 3 p.m.) for two weeks. In total, each patient was subjected to 10 magnetotherapy treatments. The procedure with magnetic

Grupę 2 stanowiło 30 pacjentów (8 mężczyzn i 22 kobiety, średnia wieku 55 lat) z zespołem bólowym kręgosłupa bez NT.

U wszystkich pacjentów wykonywano zabiegi polem magnetycznym o następujących parametrach: indukcja magnetyczna 9 mT, częstotliwość zmian pola magnetycznego 40 Hz, czas impulsu 0,5 s, kształt pola prostokątny. Zabiegi wykonywano przez 5 dni w tygodniu, w tym samym czasie (do godziny 15.00), przez 2 tygodnie. W sumie każdy pacjent został poddany 10 zabiegom magnetoterapii. Czas zabiegu polem magnetycznym wynosił 20 minut. Pacjenta układano w pozycji leżącej, tak aby odcinek lędźwiowo-krzyżowy kręgosłupa znajdował się wewnątrz aplikatora o średnicy 500 mm. Zabieg był wykonywany przez odzież. Jako źródło pola magnetycznego wykorzystano aparat Magnetronic MF-10. Każdy z pacjentów miał wykonywany pomiar ciśnienia tętniczego krwi oraz tętna czterokrotnie:

I pomiar – przed zabiegiem (pacjent wcześniej musiał odpocząć minimum 10 min)

II pomiar – w połowie czasu wykonywanego zabiegu PM

III pomiar – po wykonanym zabiegu PM

IV pomiar – 10 min po wykonanym zabiegu PM

U każdego pacjenta wykonano w sumie 40 pomiarów w trakcie kolejnych 10 wizyt.

Pomiary ciśnienia wykonywane były aparatem mechanicznym JD - 1016 w pozycji leżącej. Pierwszy pomiar wykonywano po 10 minutach odpoczynku, przed rozpoczęciem zabiegu. Mankiet umieszczano nad tętnicą ramienną w odległości około 2-3 cm nad łokciem, na wysokości serca. Za ciśnienie skurczowe przyjęto moment pojawienia się I tonu Korotkowa przy opróżnianiu mankietu, za rozkurczowe – moment zaniku V tonu Korotkowa. Tętno mierzone było za pomocą opuszek palców nad tętnicą promieniową w okolicy nadgarstka. Liczono ilość uderzeń w czasie trwania 1 min.

Dla każdego parametru wykonano obliczenie średniej oraz odchylenia standardowego. Wyniki przedstawiono jako wartości średnie \pm odchylenie standardowe. Zgodność rozkładu wartości z normalnym weryfikowano za pomocą testu D'Agostino-Pearsona. Weryfikację istotności różnic wartości średnich pomiarów pomiędzy grupami dokonano za pomocą testu t-Studenta dla grup niezależnych (zmiennych niepowiązanych). Weryfikację istotności różnic wartości średnich pomiarów w obrębie grup (np. przed i po leczeniu w danej grupie) dokonano za pomocą testu t-Studenta dla grup zależnych (zmiennych powiązanych). Za różnice istotne statystycznie uznano te, które charakteryzowały się poziomem istotności (p) poniżej 0,05. Różnice z wyliczoną wartością $p > 0,05$ uznawano za nieistotne statystycznie (NS). Wyliczenia wykonano za pomocą programu MedCalc v. 12.1.0.0.

field lasted 20 minutes. A patient was asked to lie down so as to place the lumbo-sacral spinal column inside the applicator which diameter was 500 mm. The procedure was performed through clothing. Magnetronic MF-10 device was used as a source of the magnetic field. Blood pressure and pulse were taken four times at every patient: I measurement – before the procedure (patient had to rest before for at least 10 minutes)

II measurement – halftime of MF procedure

III measurement – after MF procedure

IV measurement – 10 minutes after MF procedure

40 measurements were performed in total in every patient during 10 visits.

Blood pressure measurements were performed with a mechanical device JD-1016 in the supine position. The first measurement was performed after 10 minute rest before the procedure. The cuff was placed over the brachial artery about 2-3 cm above the elbow at the height of the heart. The first Korotkow sound when emptying the cuff was adopted as systolic blood pressure and the disappearance of the fifth Korotkow sound as diastolic. The pulse was measured using fingertips over the radial artery at the wrist. Beats were counted for 1 minute.

The mean and standard deviation were calculated for every parameter. Results were presented as mean \pm standard deviation. D'Agostino-Pearson's normality test was used to verify the compliance of the distribution of values. Student's t-test for independent (unpaired) groups was applied to verify the significance of differences in mean values of measurements between groups. The verification of the significance of differences of mean values of measurements within group (e.g., before and after treatment in a given group) was performed using Student's t-test for dependent (paired) groups. Differences were regarded as statistically significant if the level of significance (p) was less than 0.05. The differences were considered statistically insignificant in case of $p > 0.05$. The calculations were performed using MedCalc v. 12.1.0.0.

Results

Higher values of blood pressure (BP) were observed in group 1 (patients with hypertension) before, during and after the procedure as compared to group 2 (patients without AH). The differences were smaller during the procedure (Table 1).

BP and pulse were compared within the groups before, during, immediately after, and 10 minutes after the procedure – significant reduction of BP and slower pulse were observed during magnetotherapy (Table 1). Slightly lower values of systolic BP were found after magnetotherapy in group 1 (with AH). Systolic BP was 5 mmHg lower (from 136 ± 15 mmHg to 131 ± 17 mmHg) and diastolic BP was 2 mmHg higher (from 79 ± 9 mmHg to 81 ± 10 mmHg) in this group. The pulse decreased by 3 beats per minute (from 73 ± 10 to 70 ± 7).

Wyniki

W grupie 1 (pacjenci z nadciśnieniem tętniczym) obserwowano wyższe wartości ciśnienia tętniczego (RR) przed, w trakcie i po zabiegu w porównaniu z grupą 2 (bez nadciśnienia). W trakcie trwania zabiegu różnice były mniejsze (Tab. 1).

Dokonano również porównania wartości RR i tętna w obrębie grup przed, w trakcie, bezpośrednio po zabiegu i 10 minut po zabiegu – stwierdzono istotne zmniejszenie RR i zwolnienie tętna w trakcie zabiegów magnetoterapii (Tab. 1). Po zabiegu magnetoterapii zaobserwowano nieco niższe wartości RR skurczowego w grupie 1, z NT. W grupie tej zaobserwowano obniżenie wartości RR skurczowego o 5 mmHg (ze 136 ± 15 mmHg do 131 ± 17 mmHg) podwyższenie RR rozkurczowego o 2 mmHg (z 79 ± 9 mmHg do 81 ± 10 mmHg) i obniżenie tętna o 3 uderzenia na minutę (z 73 ± 10 do 70 ± 7).

W grupie 2, bez NT, stwierdzono obniżenie wartości RR skurczowego o 1 mmHg (ze 126 ± 11 mmHg do 125 ± 10 mmHg), podwyższenie RR rozkurczowego o 4 mmHg (z 74 ± 7 do 78 ± 8 mmHg) i obniżenie tętna o 1 uderzenie na minutę (73 ± 8 do 72 ± 7). W obydwu grupach stwierdzono zatem podwyższenie wartości RR rozkurczowego.

Analizując wartości ciśnienia i tętna przed pierwszym i dziesiątym zabiegiem magnetoterapii zaobserwowano istotne statystycznie mniejsze ciśnienie skurczowe w grupie 1 przed zabiegiem w trakcie 10 wizyty (135 ± 10 mmHg) w porównaniu do analogicznego badania na pierwszej wizycie (142 ± 16 mmHg). Wyniki takie mogą przemawiać za hipotensyjnym wpływem magnetoterapii. Porównując natomiast wartości ciśnienia i tętna po pierwszym i dziesiątym zabiegu magnetoterapii nie stwierdzono istotnych zmian RR w obydwu grupach (Tab. 2).

Dyskusja

Cechą pola magnetycznego jest przenikanie przez wszystkie tkanki i struktury organizmu. Dzięki temu dociera ono do wszystkich komórek, zmieniając ich stan energetyczny wywołuje określone efekty biologiczne. Wpływa na autonomiczny układ nerwowy i homeostazę organizmu [12, 13]. Terapia polem magnetycznym jest z powodzeniem stosowana u pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa. W badaniach nad wpływem magnetoledoterapii, magnetostymulacji i prądów TENS na dolegliwości bólowe u pacjentów z zespołem bólowym kręgosłupa uzyskano istotną statystycznie poprawę we wszystkich grupach [14].

Nadciśnienie tętnicze upośledza przepływ krwi przez kapilary i wywołuje zmiany w mikrokrążeniu [15]. Zastosowanie pola magnetycznego, jak również innych czynników fizykalnych, ma pozytywny wpływ na mikrokrążenie [16, 17]. Efekt zależny jest przy tym od sposobu aplikacji i charakterystyki pola magnetycznego. Również Abramovich [18], w badaniach nad wpływem czynników fizykalnych na termoregulację i temperaturę powierzchni

In group 2 without AH, systolic BP decreased by 1 mmHg (from 126 ± 11 mmHg and 125 ± 10 mmHg) and an increase in diastolic BP by 4 mmHg (from 74 ± 7 to 78 ± 8 mmHg) were observed. The pulse decreased by 1 beat (73 ± 8 to 72 ± 7). Therefore, the increase of diastolic blood pressure was observed in both groups.

The analysis of the values of blood pressure and pulse before the first and during the tenth magnetotherapy procedure showed that a statistically significant decrease in systolic BP in group 1 before the procedure during the 10th visit (135 ± 10 mmHg) as compared to the same test on the first visit (142 ± 16 mmHg). These results can indicate hypotensive effect of magnetic therapy. The comparison of the values of BP and pulse rate after the first and tenth magnetotherapy procedure revealed no significant changes of BP in both groups (Table 2).

Discussion

Penetration of tissues and structures of the body is characteristic for the magnetic field. It reaches every single cell and by changing their energy state it causes certain biological effects. It affects the autonomic nervous system and body homeostasis [12, 13]. Magnetic field therapy has been used successfully applied in patients with back pain syndromes. The studies on the effects of *magnetoledotherapy*, magnetic stimulation and TENS on pain in patients with back pain syndrome showed a statistically significant improvement in all groups [14].

Hypertension impairs blood flow through the capillaries and causes changes in the microcirculation [15]. The application of a magnetic field and other physical factors have a positive effect on the microcirculation [16, 17]. The effect is dependent on the method of application and characteristics of the magnetic field. Abramovich [18] in his studies on the influence of physical factors on thermoregulation and the temperature on the skin surface also observed that magnetotherapy caused among other things reduction of asymmetry and normalization of the temperature of the skin. This phenomenon can be explained by the influence of magnetic field on microcirculation. Other studies in which an improvement of microcirculation, improvement of hemodynamic parameters and cardiac function were observed also confirmed this fact [19].

Magnetic therapy can be also effective in lowering blood pressure in patients with hypertension and Hand Arm Vibration Syndrome (HAVS) [20]. The positive effect of magnetic field on normalization of blood pressure was also observed by other authors. Efremushkin et al. [21] conducted a test on 49 patients with stage I-II hypertension treated in a health resort. Magnetotherapy was additionally applied in 21 of them. Alleviation of clinical symptoms, normalization of blood pressure, improved hemodynamics, shorter hospitalization and reduction in pharmacotherapy was observed in the group

Tab. 1. porównanie średnich wartości RR i tętna przed, w trakcie i po zabiegu w obrębie grup 1 i 2. Wartości p wyciżono porównując wartości przed zabiegiem z wartościami w trakcie i po zabiegu. Bez względną zmianą to różnica między wartościami średnią z 300 pomiarów a analogiczną średnią przed zabiegami (średnia wartość wyjściowa - wyróżniona grubą czcionką w pierwszej kolumnie). Względna zmiana to stosunek wartości zmiany bezwzględnej do średniej wartości wyjściowej (wyróżniona grubą czcionką w pierwszej kolumnie).

Tab. 1. The comparison of mean blood pressure and pulse rate during and after the procedure within groups 1 and 2. Statistical significance (p) was calculated by the comparison of blood pressure and pulse rate values before the procedure with the values during and after the procedure. Absolute change is the difference between the average of 300 measurements and analogous average of measurements performed before the procedures (average starting point - first column - bold type). Relative change is the proportion of absolute change to the average starting point (first column - bold type).

	Wartości średnie RR i tętna z 300 pomiarów wykonanych u 30 pacjentów w połowie czasu trwania każdego z 10 zabiegów / blood pressure and pulse rate of 300 measurements of 30 patients performed before each of 10 procedures		Wartości średnie RR i tętna z 300 pomiarów wykonanych u 30 pacjentów bezpośrednio po każdym z 10 zabiegów / blood pressure and pulse rate of 300 measurements of 30 patients performed after each of 10 procedures		Wartości średnie RR i tętna z 300 pomiarów wykonanych u 30 pacjentów 10 minut po każdym z 10 zabiegów / blood pressure and pulse rate of 300 measurements of 30 patients performed before 10 minutes after each of 10 procedures		P					
	Wartość / value	Względna zmiana (w %) / absolute change	Wartość / value	Względna zmiana (w %) / absolute change	Wartość / value	Względna zmiana (w %) / absolute change						
Grupa 1 - z NT (n=300 pomiarów) u 30 pacjentów / group 1-with AH (n=300 measurements of 30 patients)	Cisnienie skurczowe / systolic blood pressure (mmHg)	136,3 ± 15	-11,3	-8,2	125,3 ± 11,6	-11,0	-8,1	<0,0001	131 ± 17,2	-5,3	-3,9	<0,0001
	Cisnienie rozkurczowe / diastolic blood pressure (mmHg)	78,6 ± 8,8	-5,5	-7,0	75,3 ± 8,7	-3,3	-4,1	<0,0001	81,2 ± 10,2	2,6	3,4	0,0003
	tętno / pulse rate (1/min)	72,7 ± 9,5	-5,3	-7,3	66,9 ± 7,1	-5,8	-8,0	<0,0001	70,5 ± 7	-2,2	-3,0	0,0006
Grupa 2 - bez NT (n=300 pomiarów) u 30 pacjentów / group 2-without AH (n=300 measurements of 30 patients)	Cisnienie skurczowe / systolic blood pressure (mmHg)	126,5 ± 11,3	-5,4	-4,3	121,2 ± 11,6	-5,3	-4,2	<0,0001	125,4 ± 10	-1,1	-0,9	NS
	Cisnienie rozkurczowe / diastolic blood pressure (mmHg)	74,4 ± 7,5	-1,6	-2,0	74,8 ± 9,2	0,4	0,7	0,01	78,1 ± 8,1	3,7	5,0	<0,0001
	tętno / pulse rate (1/min)	73,5 ± 8	-4,2	-5,7	68,6 ± 7,3	-4,9	-6,6	<0,0001	71,8 ± 7,1	-1,7	-2,2	0,004

Tab. 2. Porównanie średnich wartości ciśnienia i tętna w obrębie grup 1 i 2 przed, w trakcie i po zabiegach magnetoterapii w czasie wizyty nr 1 i 10. Bezwzględna zmiana to różnica między wartością średnią z 30 pomiarów przed/w trakcie/po wizycie nr 10 a analogiczną średnią pomiarów przed/w trakcie/po wizycie nr 1 (średnia wartość wyjściowa). Względna zmiana to stosunek wartości zmiany bezwzględnej do średniej wartości wyjściowej.

Tab. 2. The comparison of mean blood pressure and pulse rate before, during and after the magnetotherapy procedures within groups 1 and 2 on the first and tenth procedure. Absolute change is the difference between the average of 30 measurements before/during/after the 10th procedure and analogous average of measurements performed before/during/after the 1st procedure (average starting point). Relative change is the proportion of absolute change to the average starting point.

	Wizyta nr / procedure	Wartości średnie RR i tętna z 30 pomiarów wykonanych u 30 pacjentów przed wizytą nr 1 i nr 10 / mean blood pressure and pulse rate of 30 measurements of 30 patients before the 1 st and the 10 st procedure		Względna zmiana (w %) / relative change (%)	p	Względna zmiana (w %) / relative change (%)	Wartości średnie RR i tętna z 30 pomiarów wykonanych u 30 pacjentów przed wizytą nr 1 i nr 10 / mean blood pressure and pulse rate of 30 measurements of 30 patients before the 1 st and the 10 st procedure		Względna zmiana (w %) / relative change (%)	p
		1	10				1	10		
Grupa 1 - z NT (n=30 pomiarów u 30 pacjentów) / group 1-with AH (n=30 diastolic blood pressure measurements of 30 patients)	Ciśnienie skurczowe / systolic blood pressure (mmHg)	141,8 ± 16,2	135,0 ± 10,3	-4,8	0,03	-6,8	126,9 ± 26,3	124,3 ± 13,2	-2,6	NS
	Ciśnienie rozkurczowe / diastolic blood pressure (mmHg)	81,2 ± 11,6	78,7 ± 6,8	-3,1	NS	-2,5	75,3 ± 9,1	72,0 ± 7,5	-3,3	NS
	tętno / pulse rate (1/min)	73 ± 7,9	75,4 ± 18,8	3,3	NS	2,4	69,2 ± 8	66,8 ± 5,8	-2,4	NS
Grupa 2 - bez NT (n=30 pomiarów u 30 pacjentów) / group 2-without AH (n=30 diastolic blood pressure measurements of 30 patients)	Ciśnienie skurczowe / systolic blood pressure (mmHg)	126,3 ± 14,7	127,5 ± 11,5	0,9	NS	1,2	124,0 ± 14,9	119,2 ± 9,7	-4,8	NS
	Ciśnienie rozkurczowe / diastolic blood pressure (mmHg)	74,3 ± 7,3	73,2 ± 7,9	-1,6	NS	-1,1	74,5 ± 7,9	70,7 ± 9,9	-3,8	0,04
	tętno / pulse rate (1/min)	75,1 ± 9,5	73,4 ± 7,6	-2,4	NS	-1,7	68,6 ± 8,3	68,5 ± 8	-0,1	NS
Grupa 1 - z NT (n=30 pomiarów u 30 pacjentów) / group 1-with AH (n=30 diastolic blood pressure measurements of 30 patients)	Wizyta nr / procedure	1	10				1	10		
	Ciśnienie skurczowe / systolic blood pressure (mmHg)	127,8 ± 11,6	125 ± 10,3	-2,2	NS	-2,8	132,7 ± 21,2	131 ± 15,5	-1,7	NS
	Ciśnienie rozkurczowe / diastolic blood pressure (mmHg)	76,5 ± 9,2	74,3 ± 8,3	-2,8	NS	-2,2	82,6 ± 12,3	80,7 ± 9,5	-1,9	NS
Grupa 2 - bez NT (n=30 pomiarów u 30 pacjentów) / group 2-without AH (n=30 diastolic blood pressure measurements of 30 patients)	Wizyta nr / procedure	1	10				1	10		
	tętno / pulse rate (1/min)	67,6 ± 8,3	66,7 ± 6,1	-1,2	NS	-0,9	70,7 ± 9,1	70,6 ± 6,7	-0,1	NS
	Ciśnienie skurczowe / systolic blood pressure (mmHg)	122,5 ± 13,4	119 ± 10,9	-2,9	NS	-3,5	127,2 ± 11,3	126,5 ± 9	-0,7	NS
	Wizyta nr / procedure	1	10				1	10		
	Ciśnienie rozkurczowe / diastolic blood pressure (mmHg)	77,5 ± 9,3	73,5 ± 10,5	-5,2	0,04	-4,0	80,2 ± 8,6	78,0 ± 7,4	-2,2	NS
	tętno / pulse rate (1/min)	67,8 ± 8,8	68,9 ± 6,1	1,7	NS	1,1	70,9 ± 6,7	71,8 ± 6	0,9	NS

skóry, zaobserwował, że między innymi magnetoterapia powoduje zmniejszenie asymetrii i normalizuje temperaturę skóry. Zjawisko to można tłumaczyć wpływem pola magnetycznego na mikrokrążenie. Potwierdzają to inne badania, w których zaobserwowano poprawę mikrokrążenia, poprawę wartości parametrów hemodynamicznych i czynności mięśnia sercowego [19].

Magnetoterapia może być również skuteczna w obniżaniu ciśnienia tętniczego krwi u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym i chorobą wibracyjną [20]. Pozytywny wpływ pola magnetycznego na normalizację wartości ciśnienia tętniczego krwi zaobserwowali również inni autorzy. Efremushkin i wsp. [21] przeprowadzili badania wśród 49 pacjentów z I-II stopniem nadciśnienia tętniczego leczonych sanatoryjnie. U 21 z nich dodatkowo zastosowano magnetoterapię. W grupie pacjentów leczonych polem magnetycznym zaobserwowano złagodzenie objawów klinicznych, normalizację wartości ciśnienia tętniczego krwi, poprawę hemodynamiki, skrócenie czasu hospitalizacji i redukcję farmakoterapii. Orlov i wsp. [22] po zastosowaniu magnetoterapii u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym, zaobserwowali poprawę wydolności fizycznej i obniżenie ciśnienia tętniczego krwi. Podobne obserwacje poczynił Ivanov i wsp [23]. U pacjentów z II stopniem nadciśnienia tętniczego, po zastosowaniu stałego pola magnetycznego, odnotowano obniżenie ciśnienia tętniczego krwi i zmniejszenie konieczności przyjmowania leków. Nie zaobserwowano żadnych skutków ubocznych zastosowanej terapii. Hipotensyjny wpływ pola magnetycznego wykazano również w innym badaniu, w którym po terapii zmiennym polem magnetycznym u chorych z nadciśnieniem tętniczym I i II stopnia uzyskano obniżenie ciśnienia skurczowego o 26 mmHg, a rozkurczowego o 13 mmHg [24].

Wpływ pola magnetycznego stosowanego w rehabilitacji na wartości ciśnienia tętniczego krwi zaobserwowali również polscy badacze. Pasek i wsp. [25] oceniając wpływ wolnozmiennego pola magnetycznego systemem VIOFOR JPS na zachowanie się parametrów ciśnienia tętniczego krwi u osób z nadciśnieniem tętniczym, zaobserwowali obniżenie ciśnienia skurczowego o 15 mmHg i rozkurczowego o 7 mmHg. Uzyskane efekty terapeutyczne zależą od parametrów zastosowanego pola magnetycznego. Miecznik i wsp. [26] badali wpływ pola magnetycznego o różnej charakterystyce fizycznej na ciśnienie tętnicze krwi u chorych z zespołami bólowymi kręgosłupa i współistniejącym nadciśnieniem tętniczym. W grupie I zastosowano magnetostymulację o natężeniu pola magnetycznego 45 μ T z wykorzystaniem aparatu VIOFOR JPS, w grupie II magnetoterapię o natężeniu pola magnetycznego 3 mT z wykorzystaniem aparatu Magnetronic MF-10. Istotne statystyczne obniżenie ciśnienia tętniczego krwi zaobserwowano tylko w grupie I, w której zastosowano magnetostymulację. Wartość ciśnienia skurczowego uległa obniżeniu o 5,57 mmHg

of patients treated with the magnetic field. Orlov et al. [22] observed the improvement in physical capacity and reduction in blood pressure after the application of magnetic therapy in patients with hypertension. Similar observations were noted by Ivanov et al. [23]. Decrease in blood pressure and reduction in the need for medication was observed in patients with stage II hypertension after applying constant magnetic field. No side effects of the therapy were noted. Hypotensive effect of the magnetic field has also been shown in another study in which reduction in systolic blood pressure by 26 mmHg, and diastolic blood pressure by 13 mmHg was achieved in patients with stage I and II hypertension after alternating magnetic field therapy [24]. The influence of the magnetic field applied in rehabilitation on blood pressure was also observed by Polish researchers. Pasek et al. [25] assessed the impact of slowly changing magnetic field VIOFOR JPS on the parameters of blood pressure in people with hypertension and observed the decrease in systolic blood pressure by 15 mmHg and diastolic blood pressure by 7 mmHg. Achieved therapeutic effects depend on the characteristics of the magnetic field. Miecznik et al. [26] studied the influence of the magnetic field with different physical characteristics on blood pressure in patients with back pain syndromes and coexisting hypertension. In group I, magnetostimulation of magnetic field strength of 45 μ T applied with VIOFOR JPS was performed, whereas in group II magnetostimulation of magnetic field strength of 3 mT applied with Magnetronic MF-10 was performed. Statistically significant reduction in blood pressure was observed only in group I in which magnetostimulation was used. Systolic blood pressure decreased by 5.57 mmHg and diastolic blood pressure by 2.68 mmHg. In the second group a reduction in systolic blood pressure by 1.21 mmHg and diastolic blood pressure by 0.85 mmHg was also observed, however, these differences were not statistically significant.

Results of this study are consistent with the observations of other authors. The comparison of the values of BP and pulse within the groups before, during and after the procedure shows a decrease in BP and slower pulse during magnetotherapy. While analyzing these results, other factors that may affect the value of BP should be taken into account. Lower values of BP and pulse during the procedure may result from the effects on the autonomic nervous system, as well as other causes such as gradual relaxation of the patient. The analysis of the diastolic blood pressure results showed a significant increase in the readings 10 minutes after magnetotherapy was finished in both groups. The duration of this effect, however, needs to be confirmed in further studies. Lower systolic blood pressure was observed in group I (hypertension) before the procedure on the last visit compared to the corresponding measurement on the first visit, however, BP values were not significantly different after the procedure. It cannot

oraz ciśnienia rozkurczowego o 2,68 mmHg. W grupie II również zaobserwowano obniżenie ciśnienia skurczowego o 1,21 mmHg, a rozkurczowego o 0,85 mmHg jednak różnice te nie były istotne statystycznie.

Wyniki przeprowadzonych badań są zgodne z obserwacjami innych autorów. Porównując wartości RR i tętna w obrębie grup przed, w trakcie i po zabiegu – stwierdzono istotne zmniejszenie RR i zwolnienie tętna w trakcie zabiegów magnetoterapii. Analizując te wyniki należy wziąć pod uwagę również inne czynniki, które mogą wpływać na wartości RR. Niższe wartości RR i tętna w trakcie zabiegu mogą wynikać z wpływu na autonomiczny układ nerwowy, jak również z innych przyczyn, np. stopniowego zrelaksowania się chorego. Analizując wartości ciśnienia rozkurczowego, zaobserwowano jego istotny wzrost 10 minut po zakończeniu magnetoterapii w obu badanych grupach. Długość trwania takiego efektu wymaga jednak potwierdzenia w kolejnych badaniach. Zaobserwowano niższe wartości ciśnienia skurczowego w grupie I (z NT) przed zabiegiem na ostatniej wizycie chorego w stosunku do analogicznego pomiaru na pierwszej wizycie, jednak po zabiegu wartości RR nie różniły się istotnie. Nie można zatem stwierdzić, że jedna seria magnetoterapii statystycznie istotnie i trwale obniża RR. Podczas badania zaobserwowano jednak tendencję do obniżania RR, co jest zjawiskiem korzystnym zwłaszcza w odniesieniu do pacjentów z NT.

Pole magnetyczne stosowane w rehabilitacji może mieć wpływ również na częstość pracy serca. W doświadczalnych badaniach na zwierzętach poddanych oddziaływaniu pola magnetycznego o częstotliwości 40 Hz, indukcji magnetycznej 7 mT, w czasie 30 lub 60 minut zaobserwowano istotne statystycznie obniżenie częstości pracy serca po 14 dniach ekspozycji [27]. W badaniach własnych zaobserwowano nieznaczną tendencję do obniżania wartości tętna w trakcie zabiegu. Nie zaobserwowano trwałego obniżenia tętna po 10 zabiegach.

Precyzyjne określenie wpływu magnetoterapii na wartości ciśnienia i tętna wymaga przeprowadzenia kolejnych badań z uwzględnieniem wpływu innych czynników, takich jak stosowane leczenie farmakologiczne.

Wnioski

1. W trakcie zabiegów magnetoterapii dochodzi do istotnego spadku RR skurczowego i tętna u chorych z NT i bez NT.
2. Ciśnienie rozkurczowe w trakcie zabiegów magnetoterapii ulega obniżeniu u chorych z NT i bez NT.
3. Obniżenie skurczowego ciśnienia tętniczego i tętna podczas zabiegu magnetoterapii utrzymuje się po 10 minutach od zakończenia zabiegu w grupie chorych z NT.
4. Magnetoterapia powoduje istotne podwyższenie ciśnienia rozkurczowego krwi po 10 minutach od zakończenia zabiegu w grupie z NT i bez NT. Długość trwania takiego efektu wymaga jednak potwierdzenia w kolejnych badaniach.

therefore be concluded that one series of magnetotherapy significantly and permanently reduces BP. However, the tendency to reduce BP was observed during the procedure which is advantageous particularly with regard to patients with hypertension.

The magnetic field applied in rehabilitation may also affect heart rate.

Statistically significant reduction in heart rate after 14 days of exposure was observed in experimental studies on animals subjected to a magnetic field of frequency of 40 Hz, 7 mT magnetic induction, for 30 or 60 minutes [27]. A slight tendency to decrease in the heart rate during the procedure was observed in our study. A permanent reduction in the heart rate was not observed after 10 procedures. The precise effect of magnetic therapy on blood pressure and pulse requires further research in which the impact of other factors such as medication would be taken into account.

Conclusions

1. In the course of magnetotherapy procedure a significant decrease in systolic BP and pulse is observed in patients with hypertension and without AH.
2. Diastolic blood pressure is reduced during magnetotherapy in patients with hypertension and without AH.
3. The reduction in systolic BP and pulse lasts up to 10 minutes after the end of magnetotherapy procedure in patients with hypertension.
4. Magnetic field causes a significant increase in diastolic BP 10 minutes after the end of the procedure in the group with AH and without AH. The duration of this effect, however, requires confirmation in further studies.

Piśmiennictwo / References

1. Mikołajewska E. Elementy fizjoterapii. Fizjoterapia dla praktyków. Warszawa : PZWL wyd. 1, 2011, 109-115
2. Sieroń, A., Cieślak, G., Krawczyk-Krupska, A., Biniszkie-wicz, T., Bilska-Urban, A., Adamek, M. Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie. Bielsko-Biała : Alpha-Medica Press, 2002,58-61,180-185.
3. Sadlonova J, Korpas J. Personal in the use experience of magnetotherapy in diseases of the musculoskeletal system. Bratisl Lek Listy. 1999;100:678-81.
4. Quittan M, Schuhfried O, Wiesinger GF, Fialka-Moser V. Clinical effectiveness of magnetic field therapy--a review of the literature. Acta Med Austriaca. 2000;27:61-8.
5. Vavken P, Arrich F, Schuhfried O, Dorotka R. Effectiveness of pulsed electromagnetic field therapy in the management of osteoarthritis of the knee: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Rehabil Med. 2009;41:406-11.
6. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. Lancet. 2012 4;379:482-91.
7. Pop T, Austrup H, Preuss R, Niedziałek M, Zaniewska A, Sobolewski M, i wsp. Effect of TENS on pain relief in patients with degenerative disc disease in lumbosacral spine. Ortop Traumatol Rehabil. 2010, 12:289-300.
8. Facci LM, Nowotny JP, Tormem F, Trevisani VF. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and interferential currents (IFC) in patients with nonspecific chronic low back pain: randomized clinical trial. Sao Paulo Med J. 2011;129:206-16.
9. Charłusz M, Gasztych J, Irzmański R, Kujawa J. Comparative analysis of analgesic efficacy of selected physiotherapy methods in low back pain patients. Ortop Traumatol Rehabil. 2010;12:225-36.
10. Ansari NN, Ebadi S, Talebian S, Naghdi S, Mazaheri H, Olyaei G, i wsp. A randomized, single blind placebo controlled clinical trial on the effect of continuous ultrasound on low back pain. Electromyogr Clin Neurophysiol. 2006;46:329-36.
11. Bilski B, Bednarek A. Disorders of locomotor system and effectiveness of physiotherapy in coal miners. Med Pr. 2003;54:503-9.
12. Drobyshev VA, Efremov AV, Loseva MI, Sukharevskaia TM, Michurin AI. Dynamics of vegetative indicators induced by low-frequency magnetotherapy and EHF-puncture in hypertensive workers exposed to vibration. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2002;1:18-20.
13. Drobyshev VA, Loseva MI, Sukharevskaia TM, Michurin AI. Influence of low-frequency magnetotherapy and HF-puncture on the heart rhythm in hypertensive workers exposed to vibration. Med Tr Prom Ekol. 2001;6:20-3.
14. Krukowska J, Woldańska-Okońska M, Jankowska K, Kwiecień-Czerwień I, Czernicki J. Analgesic efficacy of magnetotherapy in patients with low back pain syndromes. Wiad Lek. 2010;63:265-75.
15. Feihl F, Liaudet L, Waeber B. The macrocirculation and microcirculation of hypertension. Curr Hypertens Rep. 2009;11:182-9.
16. Kulchitskaia DB. Rehabilitative medical technology for the correction of microcirculatory disorders in patients with arterial hypertension. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2009;5:9-11
17. Kulchitskaia DB, Orekhova EM, Vasil'eva ES. Using combined magnetotherapy in patients with acne. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2004;4:28-30.
18. Abramovich SG. Thermoregulation in hypertensive elderly patients during physiotherapy. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2002;4:15-7.
19. Abramovich SG, Fedotchenko AA, Koriakina AV, Pogodin KV, Smirnov SN. The characteristics of the geroprotective action of magnetotherapy in elderly patients with combined cardiovascular pathology. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 1999;5:7-9.
20. Drobyshev VA, Filippova GN, Loseva MI, Shpagina LA, Shelepova NV, Zhelezniak MS. The use of low-frequency magnetotherapy and EHF puncture in the combined treatment of arterial hypertension in vibration-induced disease. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2000;3:9-11.
21. Efremushkin GG, Duruda NV. Effect of complex sanatorium treatment including magnetotherapy on hemodynamics in patients with arterial hypertension. Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult. 2003;3:9-12.
22. Orlov LL, Pochechueva GA, Makoeva LD. Effect of a „running” pulse magnetic field on certain humoral indicators and physical ability to work in patients with neurocirculatory hypo- and hypertension. Biofizika. 1996;41:944-8.
23. Ivanov SG, Smirnov VV, Solov'eva FV, Liashevskaja SP, Selezneva Liu. The magnetotherapy of hypertension patients. Ter Arkh. 1990;62:71-4.
24. Orzeszkowski WW. Effektivnost i magnitoforotirapii bolnykh gipertoniczeskoj boleznju. Vrach Delo. 1982, 65-67.
25. Pasek, J., Mucha, R., Gmyrek, J., Sieroń, A. Wpływ wolnozmiennego pola magnetycznego systemem Viofor JPS na zachowanie się parametrów ciśnienia krwi u osób z nadciśnieniem. Balneologia Polska. 2006, Tom XLVIII, 2.
26. Miecznik, A., Czernicki, J., Krukowska, J. Wpływ pola magnetycznego o różnej charakterystyce fizycznej na ciśnienie tętnicze krwi u chorych z zespołami bólowymi kręgosłupa i współistniejącą chorobą nadciśnieniową. Acta Bio-Optica et Informatica. Inżynieria Biomedyczna. 2001, 7, 1-2; 9-13.
27. Ciejka EB, Gorąca A. The influence of low-frequency magnetic field on plasma antioxidant capacity and heart rate. Wiad Lek. 2009;62:81-6.

Adres do korespondencji / Mailing address:

Kamila Gworys
Klinika Rehabilitacji Medycznej Uniwersytetu
Medycznego w Łodzi Wojewódzkie Centrum
Ortopedii i Rehabilitacji Narządu Ruchu
ul. Drewnowska 75, 91-002 Łódź
tel: +48 42 253 71 77(78), tel/fax: + 48 42 654 01 19
kamila.gworys@umed.lodz.pl