

Andrzej DYSZKIEWICZ^{1,2,4}, **Paweł KĘPIŃSKI**^{1,3}, **Paweł POŁEĆ**^{1,3},
Damian CHACHULSKI^{1,3}, **Ewa NOWAK**^{1,3}

¹ LABORATORIUM BIOTECHNOLOGII „LABIOT”, ul. Goździków 2, 43-400 Cieszyn

² SPECJALISTYCZNY NIEPUBLICZNY ZAKŁAD OPIEKI ZDROWOTNEJ „VIS”, ul. Bielska 3A, 43-400 Cieszyn

³ STUDIUM DOKTORANCKIE UNIwersYTETU ŚLĄSKIEGO, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice

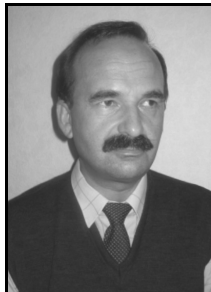
⁴ INSTYTUT FIZJOTERAPII POLITECHNIKI OPOLSKIEJ, ul. Prószkowska 76, 45-758 Opole

Pomiarowe efekty zastosowania galwano-magnetostymulacji w leczeniu szyjno-barkowych zespołów bólowych

Dr n. med. i techn. Andrzej DYSZKIEWICZ

Jest absolwentem SUM (Zabrze 1983), pierwszy doktorat w dziedzinie medycyny (Zabrze 1996), drugi z nauk technicznych (IBIB - Warszawa 2004), uzyskał certyfikację II° Polskiej Agencji Atomistyki (Katowice 1986), następnie trzy specjalizacje kliniczne: z chorób wewnętrznych (Katowice 1987), reumatologii (Warszawa 1994) i rehabilitacji medycznej (Poznań 1999). Opracował i prototypował 65 innowacyjnych technologii diagnostycznych, produkcyjnych i terapeutycznych z dziedziny medycyny i bioinżynierii.

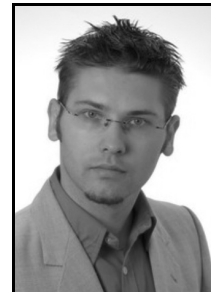
e-mail: a.dyszkiewicz@po.opole.pl



Mgr Damian CHACHULSKI

Jest absolwentem UŚ, pierwszy tytuł zawodowy licencjata na kierunku informatyka specjalizacja: komputerowe systemy wspomagania diagnostyki medycznej („Elektroniczny regulator przepływu cieczy” - Sosnowiec 2003), drugi tytuł zawodowy magistra o tym samym kierunku i specjalizacji („Komputerowy system nadzoru infekcji dróg moczowych w trakcie rehabilitacji” - Sosnowiec 2005), obecnie studia doktoranckie na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach UŚ (Sosnowiec, od 2007).

e-mail: damianch@gmail.com



Mgr Paweł KĘPIŃSKI

Jest absolwentem UŚ, pierwszy tytuł zawodowy licencjata na kierunku informatyka specjalizacja: komputerowe systemy wspomagania diagnostyki medycznej („System do wieloparametrycznej oceny zjawisk czuciowych” - Sosnowiec 2005), drugi tytuł zawodowy magistra o tym samym kierunku i specjalizacji („Urządzenie do badania zjawisk elektrosensorycznych skóry” - Sosnowiec 2007), obecnie studia doktoranckie na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach UŚ (Sosnowiec, od 2007).

e-mail: kepinski.pawel@gmail.com



Mgr Ewa NOWAK

Jest absolwentką UŚ, pierwszy tytuł zawodowy licencjata na kierunku i specjalizacji: informatyka („Media strumieniowe - technologia VideoLAN” - Katowice 2006), drugi tytuł zawodowy magistra o tym samym kierunku i specjalizacji („Program animacji uezębienia” - Sosnowiec 2008), obecnie studia doktoranckie na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach UŚ (Sosnowiec, od 2008).

e-mail: eewanow@gmail.com



Mgr Paweł POŁEĆ

Absolwent kierunku Technika i Informatyka na Wydziale Techniki Uniwersytetu Śląskiego. Pracę magisterską pt. „Komputerowe wyznaczenie stałej równowagi reakcji chemicznej” napisał pod kierunkiem prof. dr hab. Zygmunta Wokulskiego. Studia doktoranckie rozpoczął w roku 2002 roku pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Zygmunta Wróbla w Zakładzie Komputerowych Systemów Biomedycznych, na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach, gdzie po konsultacjach u dr Andrzeja Dyszkiewicza znalazł cel przyszłym badań.

e-mail: pawel@polec.com.pl



requiring long-term treatment in rehabilitation centres. The purpose of the study was to develop, implement and clinically test a new combined physiotherapeutic procedure for the purpose of increasing the efficiency of the treatment of such syndromes. Clinical application of the GMT 2.0 device (Group A) compared to classic, tri-modular, time-consuming physical therapy (Group B) showed quicker and greater improvement in the range of spinal motion, a reduction in pain and in the depressive tendencies experienced by patients. In addition, fuller pulse, pressure and finger temperature normalisation was observed as compared to the control group. In addition, only Group A experienced the statistically significant and beneficial effects of the increase of magnesium and potassium and the decrease in the concentration of creatinine and bilirubin in the serum.

Keywords: upper-back pain, parametric tests, psychometric tests, galvanic-magnetostimulation.

Streszczenie

Szyjno-barkowe zespoły krążkowo-korzeniowe są jednym z najczęstszych schorzeń narządu ruchu, powodujących absencję chorobową i konieczność długotrwałego leczenia w placówkach rehabilitacyjnych. Celem pracy było opracowanie i wdrożenie oraz test kliniczny nowej, skojarzonej procedury fizykoterapeutycznej w intencji zwiększenia efektywności leczenia. Kliniczne zastosowanie urządzenia GMT 2.0 (grupa A) w odniesieniu do klasycznej, trójmodułowej, czasochłonnej fizykoterapii (grupa B) wykazało w krótszym czasie intensywniejszy wzrost zakresu ruchomości kręgosłupa, zmniejszenie bólu i tendencji depresyjnych pacjentów. Poza tym zaobserwowano w odniesieniu do grupy kontrolnej pełniejszą normalizację tętna, ciśnienia i temperatury palców rąk. Ponadto, wyłącznie w grupie A wystąpiły znamienne statystycznie i korzystne efekty wzrostu stężenia magnezu i potasu oraz spadku stężenia kreatyniny i bilirubiny.

Słowa kluczowe: zespół krążkowo-korzeniowy, testy parametryczne, testy psychometryczne, galwanomagnetostymulacja.

Measurement effects of use of galvanic-magnetostimulation for the upper-back pain treatment

Abstract

Cervical-thoracic neuro-vertebral conflicts are one of the most common causes of motion dysfunction resulting in health-related absenteeism and

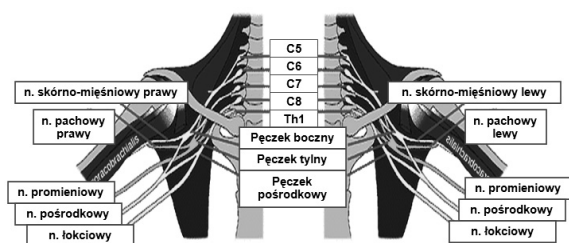
1. Wstęp

Konstelacja biomechanicznych łańcuchów rąk i kręgosłupa szyjnego, jest jednym z najdoskonalszych zespołów narządów podporządkowanych funkcji poznania świata poprzez telereceptory i dotyk, będąc jednocześnie receptorowo-kinematycznym środkiem kształtowania lub dostosowywania się do symboliczno-materialnego otoczenia człowieka w oparciu o dominujące w jego sieci neuronowej myślowe engramy symboliczno-kognitywne. Analizując budowę konstelacji, kręgosłup szyjny dobrze spełnia kryteria dostosowania do wymogu percepcji i komunikacji kierunkowej, zapewniając głowie szeroki zakres ruchomości czynnej w trzech płaszczyznach, rękoma natomiast najwyższą i nie spotykaną poza Naczelnymi liczbę stopni swobody dla otwartych łańcuchów biokinematycznych kończyn górnych. Skomplikowana i precyzyjna budowa takiej konstelacji jest przyczyną wielu patologii, ponieważ uszkodzenie pojedynczego ogniwa w ich precyzyjnym układzie biokinematycznym powoduje trwałe zaburzenie złożonych funkcji ruchowych.

2. Obszar obserwacji klinicznych

Odcinek szyjny kręgosłupa będąc strukturą podporową głowy odgrywa również kluczową rolę w ochronie naczyń szyjnych oraz rdzenia kręgowego, z którego odchodzi 31 par nerwów segmentowych, w tym 8 szyjnych, 12 piersiowych, 5 lędźwiowych, 5 krzyżowych i 1 guziczny. Ma to szczególne znaczenie w trakcie realizacji przez człowieka indywidualnych zachowań ruchowych. Koncentracja dużej ilości ważnych dla życia struktur w bezpośrednim sąsiedztwie kręgosłupa implikuje sytuacje, w których niewielkie zmiany funkcjonalno-anatomiczne jego struktury wywierają wpływ bezpośredni poprzez ucisk lub modyfikacyjny, poprzez wegetatywny układ nerwowy, na funkcje innych narządów, takich jak mózg, błędnik, serce, płuca, a nawet nerki i wątroba. Znajduje to również odzwierciedlenie w symptomatologii zespołów szyjno-barkowych, powodowanych najczęściej konfliktem krążkowo-korzeniowym w przestrzeni C4/5-C5/6, gdzie oprócz komponenty bólowo-dysfunkcyjnej występują zaburzenia równowagi, przyspieszenie akcji, często z zaburzeniami rytmu serca i wzrostem ciśnienia skurczowo-rozkurczowego.

Zespoły krążkowo-korzeniowe są często konsekwencją sumowania efektów zmian przeciążeniowych lub mikrourazów, urazów ostrych oraz procesów zwyrodnieniowych i zapalnych. Na szczególną uwagę zasługują tutaj stany po urazach, po których nie stwierdzono w badaniach obrazowych uszkodzeń elementów więzadłowych i kostnych segmentu, które jednak stają się bodźcem torującym dla późniejszych mikrourazów związanych z czynnościami cyklicznymi i w wyniku sumowania czasowego prowadzą do rozwoju zmian anatomicznych, niestabilności segmentu, oraz jego konfliktu z unerwieniem osiowym (czuciowo-ruchowym), a także autonomicznym, powodującym zaburzenia funkcji narządów odległych, takich jak serce, płuca, tętnice, błędnik, żołądek, wątroba.



Rys. 1. Zaawansowane zmiany zwyrodnieniowe w przestrzeni C5/6 z kifozą szyjną oraz animacja unerwienia segmentów szyjnych tworzących sploty barkowe

Fig. 1. Advanced degenerative changes in section C5/6 with cervical kiphosis and the animation of the innervation of cervical segments making up the brachial plexus

Przedstawione schorzenie jest więc wielonarządowym wyzwaniem w kategorii metrologicznej, przede wszystkim jednak terapeutycznej, powodując konieczność długotrwałego leczenia fizjoterapeutycznego, z sekwencyjnym zastosowaniem wielu technik zabiegowych. **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**

W kontekście powyższego postawiono pytania: (1) czy istnieje możliwość uzyskania efektów przeciwbólowych trzech tradycyjnych zabiegów (elektrostymulacji, jonoforezy i laserostymulacji) wykonywanych w sposób sekwencyjny i czasochłonny - za pomocą jednego skojarzonego zabiegu z zastosowaniem GMT 2.0? (2)

jakie efekty metrologiczne występują w organizmie w trakcie terapii skojarzonej (grupa A) [2, 12, 13, 14, 16] i sekwencyjnej (grupa B)?

3. Cel pracy

Celem technicznym pracy było zaprojektowanie i zbudowanie urządzenia, będącego skojarzeniem kilku technik rehabilitacyjnych, obejmujących jednocześnie cały kręgosłup, kończyny górne i dolne, nazwanego roboczo galwano-magnetostymulacją GMT 2.0 [6]. Celem klinicznym była odpowiedź na postawione pytania badawcze: (1) jakie zmiany klinimetryczne spowoduje zastosowanie metody GMT 2.0 w grupie A i metod tradycyjnych w grupie B w odniesieniu do grupy K [7, 8, 11]; (2) czy działanie urządzeń rehabilitacyjnych spowoduje tylko efekt przeciwbólowy, czy również efekty ogólnoustrojowe [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]?

W ramach testu klinicznego: (1) wśród osób, które zgłosiły się do poradni w SNZOZ „VIS” wyselekcjonowano do badań eksperymentalnych pacjentów z szyjno-barkowym zespołem bólowym na tle konfliktu krążkowo-korzeniowego w segmentach C5/6, C6/7 oraz osoby zdrowe do grupy kontrolnej (K); (2) wyselekcjonowanych pacjentów podzielono losowo na grupę A i grupę B; (3) wszystkich uczestników programu poddano parametrycznej ocenie przed rozpoczęciem testu, natomiast w grupach A i B, dodatkowo po 1-szym i 10-tym zabiegu.

4. Badani pacjenci

Test (K) – grupa kontrolna, złożona z osób zdrowych, 12 kobiet i 8 mężczyzn w wieku $42,6 \pm 6,8$ lat ($n = 20$); grupa (A) ($n = 31$) pacjentów w wieku $45,4 \pm 7,3$ lat (leczoną GMT 2.0), grupa (B) ($n=29$) pacjentów w wieku $44,1 \pm 6,8$ lat (leczoną sekwencyjnie metodą jonoterapii oraz elektro i laserostymulacji) [9].

5. Metody badawcze

Wyniki pomiarów ciśnienia skurczowego, rozkurczowego oraz częstotliwości tętna uzyskano za pomocą miernika ciśnienia „OMRON 7051T”, pomiar temperatury opuszek palców rąk wykonano za pomocą termopary o niewielkiej bezwładności termicznej, połączonej z miernikiem APPA 305, kątowny zakres ruchomości w odcinku szyjnym i piersiowym kręgosłupa mierzono za pomocą sondy z akcelerometrem ADXL 325. Wyniki po konwersji do postaci plików txt przesyłano poprzez port USB do arkusza EXCELA [1, 3].

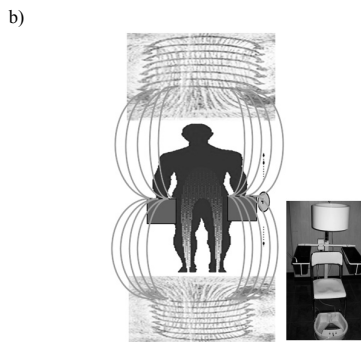
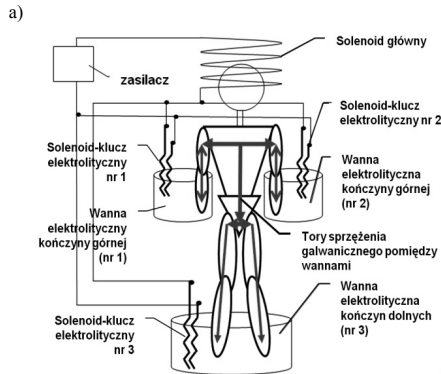
Krew do wykonania oznaczeń biochemicznych pobierano z żyły łokciowej, za pomocą sprzętu jednorazowego w ilości 5ml, uzyskując po odwirowaniu w wirówce „Hermle Z 424 Kontron” (3000obr/min – 10 min) osocze do badań stężenia jonów Na, K, Cl, Mg, Ca, Fe (analizator jonoselektywny Aztec C1000), wykonania proteinogramów oraz określenia stężenia bilirubiny, hemoglobiny, kreatyniny i glukozy (paskowy analizator Eurolyser). Dane z analizatorów zostały przesłane jako pliki txt, poprzez konwerter RS232/USB do arkusza EXCELA [7, 8].

6. Metoda terapii

W grupie A zastosowano: prototyp urządzenia GMT 2.0, który został zbudowany w LABIOT(Cieszyn), na podstawie dokumentacji zgłoszenia patentowego P386992, a następnie dopuszczony do testów klinicznych w SNZOZ „VIS” w Cieszynie na podstawie decyzji Komisji Bioetycznej AWF nr 1/2009.

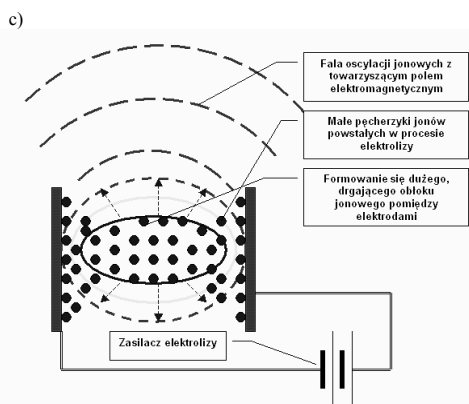
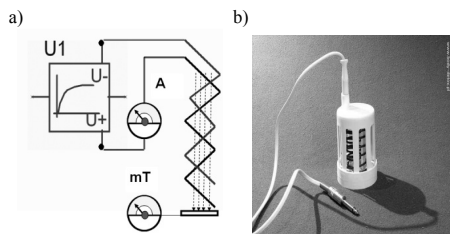
Urządzenie GMT 2.0 do przeciwobnej, trzykomorowej ogólnoustrojowej galwano-magnetostymulacji składa się z: (a) stabilizowanego zasilacza prądu stałego; (b) zamocowanego pionowo solenoidu głównego, obejmującego głowę i ramiona pacjenta (Cu 1,5x2x256), (c) zainstalowanego w wannie nr 1 (prawa ręka), solenoidu - klucza elektrolitycznego nr 1; (d) zainstalowanego w wannie nr 2 (lewa ręka) solenoidu - klucza elektrolitycznego nr 2; (e) zainstalowanego w wannie nr 3 (stopy) solenoidu - klucza

elektrolitycznego nr 3, pracującego w układzie przeciwnym w stosunku do kluczy (1) i (2) i solenoidu głównego, generując pola magnetyczne(rys. 2b).



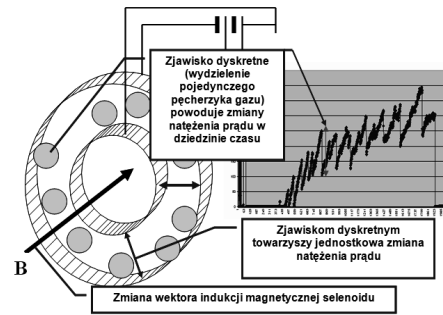
Rys. 2. Urządzenie do przeciwobnej galwano-magnetostymulacji (URGMT 2.0) zbudowane z solenoidu głównego oraz trzech wian i solenoidów-kluczy (1-3): a) schemat elektryczny z zaznaczonymi wektorami sprzężeń galwanicznych; b) rozkład pól magnetycznych pomiędzy solenoidem głównym oraz solenoidami-kluczami (1-3)

Fig. 2. The device for opposed galvanic-magnetostimulation (GMT 2.0) made of a main solenoid, three tubs and solenoid-keys (1-3): a) electrical diagram showing vectors of galvanic interaction; b) distribution of the magnetic fields between the main solenoid the solenoid-keys (1-3)



Rys. 3. Idea solenoidu-klucza (nawiązującego do koncepcji M Staggs): a) schemat zasilania; b) widok solenoidu-klucza; c) schemat: obłoki jonowe wokół elektrod, elektroliza z wydzielaniem gazu oraz powstanie indukcji magnetycznej (B) i pola elektrycznego (E)

Fig. 3. The concept of a solenoid-key (acc. to M Staggs' concept): a) power schematic; b) views of a solenoid key; c) schematic: ion clouds around the electrodes, electrolysis with the release of gas and the formation of magnetic induction (B) and an electric field (E)



Rys. 4. Zjawiska dyskretne w trakcie elektrolizy (wydzielenie pojedynczych pęcherzyków gazu); konsekwencja wydzielania pęcherzyka - jednostkowa zmiana natężenia prądu ΔI oraz strumienia indukcji magnetycznej w solenoidach ΔB

Fig. 4. Discrete phenomena during electrolysis (formation of individual gas bubbles); (consequence of bubble formation- change of ΔI current intensity and magnetic induction flux in ΔB solenoids)

Podłączenie stabilizowanego zasilacza prądu stałego (posiadającego sprzężenie z parametrem przewodności elektrolitu) do spiralnych, nie stykających się elektrod (rys. 3a) solenoidu-klucza (rys. 3b), prowadzi do jonizacji podatnych składowych roztworu w wannie i gromadzenia się wokół spolaryzowanych elektrod jednoimiennych obłoków jonowych, które stają się punktem wyjścia dla procesu elektrolizy(rys. 3c). Zjawiska dyskretne elektrolizy (wydzielanie się pojedynczych pęcherzyków gazu) (rys. 4a) powoduje pulsacyjne zmiany natężenia prądu w obwodzie, z częstotliwością zależną od natężenia prądu i elektrochemicznego równoważnika substancji zjonizowanych w roztworze (rys. 4b). Działanie solenoidów-kluczy elektrolitycznych (1-3), powoduje pulsacyjny przepływ prądu w niewielkich uzwojeniach w wannach (1-3) oraz pulsację prądu w głównym solenoidzie z częstotliwością interferencyjną $f(i)=I(1-3)$, w którym znajduje się głowa, szyja i ramiona pacjenta(rys. 1a). Regulacja rezystancji pomiędzy sekcjami zasilania solenoidów-kluczy (1-3) daje możliwość uzyskania elektrycznych gradientów (symetrycznych, wstępujących lub zstępujących) (stopy-ręka lewa = stopy-ręka prawa) lub gradientów asymetrycznych. W testach stosowano symetryczny gradient zstępujący.

W grupie B zastosowano: (a) jonoforezę na C5/6, C6/7 – 100mg ketoprofenu), biostymulację laserową 908nm, 8J/cm2, cyklicznie, poprzez skaner na obszar C2-Th10, prądy TENS 10Hz, pomiędzy wyrostkami barkowymi.

7. Wyniki

W tab. 1 przedstawiono wyniki badań ciśnienia, częstotliwości akcji serca, skali VAS oraz BDI, w tab. 2 wyniki badań goniometrycznych obręczy kręgosłupa szyjnego i piersiowego, w tab. 3 wyniki badań termometrycznych palców rąk, w tab. 4 wyniki badań biochemicznych, a w tab. 5 wyniki badania proteinogramów.

Tab. 1. Średnie wartości parametrów RR, HR, VAS, BDI w grupach K, A, B
Tab. 1. Average parameters of HR, RR, visual analogy scale, Beck's depression inventory of group K, A, B

GRUPA	HR	RR	VAS	BDI
(K)-kontrolna	74,9	137/84	0	4,47
(A)-przed 1-szym	76,3	154,5/89,9	7,12	14,2
(A)-po 1-szym	66,7	147,6/85,3	6,87	13,8
(A)-po 10-tym	71,7	138,1/83,2	4,21	7,5
(B)-przed 1-szym	77,5	151,2/87,4	7,31	14,6
(B)-po 1-szym	75,3	149,3/83,2	7,11	14,2
(B)-po 10-tym	77,2	141,4/84,3	6,05	10,3

Tab. 2. Średnie wartości parametrów goniometrycznych w grupach K, A, B [°]
Tab. 2. Average values of spine parameters of group K, A, B

GRUPA	C wyprost	C zgięcie	C skłon w lewo	C skłon w prawo	Th wyprost	Th zgięcie	Th skłon w lewo	Th skłon w prawo	Średnia ruchomość
(K)-Kontrolna	61,5	55,4	52,3	51,4	21,4	55,6	45,2	46,1	48,6
(A)-przed 1-szym	50,1	47,5	39,5	38,2	16,5	36,2	40,5	39,2	38,5
(A)-po 1-szym	46,2	51,5	43,3	40,1	15,5	37,5	42,5	41,5	39,8
(A)-po 10-tym	58,5	53	47,5	49,5	20,3	53,2	44,5	44,7	46,4
(B)-przed 1-szym	49,1	46,7	40,1	39,1	15,1	36,5	39,8	39,8	38,3
(B)-po 1-szym	48,3	45,5	41,2	39,8	15,7	37,2	40,3	40,4	38,6
(B)-po 10-tym	55,4	50,1	44,6	45,4	18,7	49,8	42,1	43,6	43,7

Tab. 3. Średnie wartości parametrów temperatury palców rąk w grupach K, A, B
Tab. 3. Average values of hand phalanges temperature of group K, A, B

GRUPA	Palce lewej ręki					Palce prawej ręki					Średnia temperatura
	P 5	P 4	P 3	P 2	P 1	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	
(K)-Kontrolna	31,7	31,9	31,9	32,1	32,3	32,5	32,3	32,1	31,9	31,7	32,04
(A)-przed 1-szym	29,54	29,45	28,9	29,21	28,74	30,96	30,98	30,64	30,78	30,45	29,97
(A)-po 1-szym	27,61	27,56	28,17	27,97	27,99	28,81	28,73	28,71	28,42	28,4	28,24
(A)-po 10-tym	31,2	31,1	30,91	30,97	30,55	32,21	32,31	31,98	31,81	31,6	31,5
(B)-przed 1-szym	29,31	29,42	29,51	29,36	28,94	30,79	30,81	30,57	30,65	30,51	29,99
(B)-po 1-szym	29,11	29,33	29,29	29,09	28,65	30,54	30,11	30,17	30,21	30,08	29,66
(B)-po 10-tym	30,75	30,86	30,11	30,27	30,31	31,14	31,42	31,51	31,19	31,1	30,87

Tab. 4. Średnie wartości parametrów biochemicznych w grupach K, A, B
Tab. 4. Average values of biochemical parameters of group K, A, B

	Hemo-globina 12,0-16,0 g/dl	Erytro-cyty 4,2- 5,4x10 ⁶	Bili-rubina 0,3-1,2 mg/dl	Krea-tynina 0,6-1,3 mg/dl	Mg 0,7-1,03 mmol/l	K 3,5-5,12 mmol/l	Ca 2,2-2,65 mmol/l	Fe 70-180 ug/dl	CL 101-109 mmol/l	Na 135-145 mmol/l
(K)-Kontrolna	14,76	4,72	0,545	0,765	0,862	4,35	2,382	134,6	103,18	140,5
(A)-przed 1-szym	14,18	4,55	0,605	0,918	0,802	3,99	2,395	138,8	103,23	140,2
(A)-po 1-szym	14,34	4,64	0,473	0,869	0,856	4,154	2,394	126,3	103,48	139,2
(A)-po 10-tym	14,09	4,53	0,479	0,802	0,876	4,441	2,356	118,6	103,15	140,7
(B)-przed 1-szym	13,98	4,61	0,615	0,903	0,812	3,91	2,389	132,6	103,09	139,4
(B)-po 1-szym	14,25	4,67	0,602	0,895	0,807	4,07	2,393	129,4	103,31	140,8
(B)-po 10-tym	14,18	4,59	0,595	0,891	0,821	4,161	2,384	131,9	103,18	140,1

Tab. 5. Średnie wartości parametrów elektroforetycznych osocza w grupach K, A, B
Tab. 5. Average values of electrophoresis parameters of group K, A, B

	Albuminy 41,5-54,1 g/l	globuliny α1 2,2-2,6 g/l	globuliny α2 5,0-5,6 g/l	globuliny β 6,9-8,5 g/l	globuliny γ 10,2-13,0 g/l
(K)-Kontrolna	46,42	2,35	5,22	7,65	11,2
(A)-przed 1-szym	46,63	2,25	5,31	6,88	10,67
(A)-po 1-szym	46,99	2,15	5,36	7,1	10,64
(A)-po 10-tym	48,97	2,31	5,43	6,97	10,61
(B)-przed 1-szym	46,09	2,31	5,36	6,97	10,84
(B)-po 1-szym	46,37	2,23	5,45	7,23	10,52
(B)-po 10-tym	46,51	2,29	5,39	7,16	10,71

W grupie A stwierdzono średni spadek tętna o 4,3% (w grupie B bez istotnych zmian), spadek ciśnienia skurczowego o 10,6%, rozkurczowego o 7% (w grupie B skurczowego o 6,5%, rozkurczowego o 3,5%); spadek percepcji bólu według skali VAS o 40,8% (w grupie B o 17%); spadek objawów depresji według BDI o 47% (w grupie B o 29,5%). W badaniach goniometrycznych zarejestrowano średni wzrost zakresu ruchomości kręgosłupa szyjnego i piersiowego o 20,5% w grupie A i o 14% w grupie B. W badaniu termometrycznym zarejestrowano 5% wzrost temperatury palców rąk w grupie A, w grupie B o 3%. W badaniach biochemicznych, w grupie A zarejestrowano 5% wzrost frakcji albumin (p=0,05), 20% spadek stężenia bilirubiny (p=0,05); 12,6% spadek stężenia kreatyniny; 9% wzrost stężenia magnezu; 10,5% wzrost stężenia potasu; 14,5% spadek stężenia żelaza w surowicy, bez istotnych odchyleń w wynikach badań grupy B.

8. Wnioski

1. Zastosowanie leczenia metodami fizykoterapeutycznymi spowodowało w grupie A wzrost zakresu ruchomości kręgosłupa szyjnego i piersiowego o 20,5% (w grupie B 14%), spadek percepcji bólu według skali VAS o 40,8% (w grupie B 29,5%)

oraz spadek objawów depresji według BDI o 47% (w grupie B 29,5%).

2. Działanie urządzeń rehabilitacyjnych spowodowało w grupie A silniejsze efekty ogólnoustrojowe niż w grupie B, w postaci spadku tętna, ciśnienia skurczowego i rozkurczowego oraz wzrostu temperatury palców rąk
3. Działanie urządzeń rehabilitacyjnych spowodowało wyłącznie w grupie A istotne statystycznie biochemiczne efekty ogólnoustrojowe w postaci wzrostu stężenia albumin, jonów magnezu i potasu oraz spadku stężenia bilirubiny, kreatyniny i żelaza

9. Literatura

- [1] Amendt L., Aulsebrook K., Eybers J.: Validity and reliability testing of the scoliometer. *Phys Ther* 1990, 70, 108.
- [2] Andreassen M., Nedergaard S.: Dendritic electrogenesis in rat hippocampal CA1 pyramidal neurons: functional aspects of Na⁺ and Ca²⁺ currents in apical dendrites. *Hippocampus* 1996, 6(1), 79-84.
- [3] Blauth M., Knop C., Bastian L.: Reduction and positioning of cervical spine. *Zentralbl Chir* 1998, 123(8), 894-9.
- [4] Blank M.: Biological effects of environmental electromagnetic fields: molecular mechanisms. *Biosystems* 1995, 35, 175-81.
- [5] Coulton L., Barker A.: Magnetic fields and intracellular calcium: effects on lymphocytes exposed to conditions for 'cyclotron resonance' *Phys-Med-Biol* 1993, 38(3), 347.
- [6] Dyszkiewicz A.: Urządzenie do skojarzonej fizjoterapii schorzeń miejscowych i ogólnoustrojowych oraz jego zastosowanie. *UPRP* 2009, zgłoszenie P386992.
- [7] Dyszkiewicz A.: Standaryzacja diagnostyki narządu ruchu. W: Klukowski Krzysztof *Medycyna Sportowa, Med Trib* 2012, 51-55.
- [8] Dyszkiewicz A.: Perspektywy wykorzystania skojarzonego systemu symetrii pomiarowych SSSP w rehabilitacji. W: Klukowski Krzysztof *Medycyna Sportowa, Med Trib* 2012, 56-61.
- [9] Dyszkiewicz A., Opara J.: Znaczenie posturometrii i stabilografii w rehabilitacji i zapobieganiu upadkom u osób po udarze mózgu. *Zeszyty metodyczno-naukowe: „Nowoczesna rehabilitacja po udarze mózgu” AWF Ka-towice* 2006, 127-140.
- [10] Dyszkiewicz A.: Wpływ elektroforezy lewamisolu na wyznaczniki symetrii ciała i stężenie kompleksów immunologicznych w wybranych zespołach bólowych okolicy lędźwiowo-krzyżowej kręgosłupa. *Monograficzna praca naukowa nr. 2353, wydana przez Uniwersytet Śląski, Katowice* 2005, 11-32, 45-65.
- [11] Doroszewski J.: Komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej. W: Należek M. *Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej. WKŁ Warszawa* 1990, 94-118.
- [12] El-Messiry MA.: Magnetic field interaction with streaming potentials in cancellous bone. *Biomaterials* 1992, 13(3), 168-75.
- [13] Messiry M.: Magnetic field interaction with streaming potentials in cancellous bone. *Biomaterials* 1992, 13(3), 168-75.
- [14] Itegin M., Gunay I., Logoglu G., Isbir T.: Effects of static magnetic field on specific adenosine-5'-triphosphatase activities and bioelectrical and bio-mechanical properties in the rat diaphragm muscle. *Bioelectromagnetics* 1995, 16(3), 147-52.
- [15] Lobzin V., Poliakova L., Shiman A.: Treatment of autonomic vascular dystonia by combined physiotherapy methods. *Vrach Delo* 1989, 3, 22-8.
- [16] Lino M.: Effects of a homogeneous magnetic field on erythrocyte sedimentation and aggregation. *Bioelectr* 1997, 18(3), 215-19.
- [17] McDonald F.: Effect of static magnetic fields on osteoblasts and fibroblasts in vitro. *Bioelectr* 1993, 14(3), 187-92.
- [18] Novikov V., Karnaukhov A.: Mechanism of action of weak electromagnetic field on ionic currents in aqueous solutions of amino acids. *Bioelectr* 1997, 18(1), 25-31.
- [19] Novikov V., Karnaukhov A.: Mechanism of action of weak electromagnetic field on ionic currents in aqueous solutions of amino acids. *Bioelectromagnetics* 1997, 18, 25-9.
- [20] Roth B., Maccabee P., Eberle L., Amassian V., Hallett M., Cadwell J., Anselmi G., Tatarian G.: In vitro evaluation of a 4-leaf coil design for magnetic stimulation of peripheral nerve. *Electr Clin Neurophys* 1994, 93(1), 68-73.
- [21] Wolke S., Neibig U., Elsnre R., Gollnick F.: Calcium homeostasis of isolated heart muscle cells exposed to pulsed high-frequency electromagnetic fields. *Bioelectr* 1996; 17(2), 144-51.