

Andrzej DYSZKIEWICZ^{1,2,4}, Paweł KĘPIŃSKI^{1,3}, Paweł POŁEĆ^{1,3}, Damian CHACHULSKI^{1,3}, Jan SZCZEGIELNIAK⁴

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

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

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

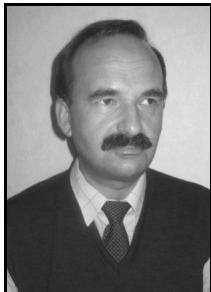
⁴INSTYTUT FIZJOTERAPII POLITECHNIKI OPOLSKIEJ, ul. Prószkowska 76, 45-758 Opole

Komputerowa ocena efektów leczenia bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa

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^o Polskiej Agencji Atomistyki (Katowice 1986), następnie trzy specjalizacje kliniczne: z chorób wewnętrznych (Katowice 1987), reumatologii (Warszawa 1994) i rehabilitacji medycznej (Poznań 1999). Jest autorem i współautorem około 200 publikacji w recenzowanych czasopiśmie oraz 12-tu monografiach.

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



Mgr Paweł KĘPIŃSKI

Absolwent UŚ, pierwszy tytuł zawodowy licencjata na kierunku informatyka o specjalizacji: 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 doktorant na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach UŚ (Sosnowiec, od 2007). Uczestniczył w kilku projektach badawczych i grantach naukowych.

e-mail: kepinski.pawel@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.

e-mail: pawel@polec.com.pl



Mgr Damian CHACHULSKI

Absolwent UŚ, pierwszy tytuł zawodowy licencjata na kierunku informatyka o specjalizacji 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 doktorant na Wydziale Informatyki i Nauki o Materiałach UŚ (Sosnowiec, od 2007).

e-mail: damianch@gmail.com



Dr hab. Jan SZCZEGIELNIAK

Od 1987 roku – kierownik Działu Usprawniania Leczniczego Szpitala Specjalistycznego MSWiA w Głucholazach – ośrodka uprawnionego do prowadzenia specjalizacji w zakresie fizjoterapii oraz kursów specjalizacyjnych, od 2003 roku konsultant województwa opolskiego w zakresie fizjoterapii, członek Komitetu Patofizjologii Oddychania Polskiej Akademii Nauk, członek zespołu ds. metodologii tworzenia Centralnej Bazy Świadczeń Opieki Zdrowotnej przy Ministerstwie Zdrowia.

e-mail: j.szczegielniak@po.opole.pl



Słowa kluczowe: zespół krążkowo-korzeniowy, sacroilitis, test elektrosensoryczny PCP, wskaźnik asymetrii, elektrofonoforeza, chlorochiną, ketoprofen.

Computer-based evaluation of low-back pain treatment

Abstract

Two clinical issues have been presented in the study, i.e. immunological events intensifying the hernia pressure effect in disc-root conflicts and difficulties in providing a reliable, metrological evaluation of pain. The clinical objective of the study was treatment of pain using, apart from a conventional NSAID, an immunomodulatory drug administered percutaneously directly to the foci of pain and a clinical examination of patient groups with diverse pain foci locations, i.e. in areas of L4/L5/S1 or in the sacroiliac joint. The technical aim of the study was presentation of the study author's own concept for the registration of an electrical equivalent of cutaneous sensory phenomena using the PCP 3.0 computer system, which generates repeating diagnostic potentials and registers a patient's sensory reactions. The system provides for diversification of an illness's topography and monitoring of treatment effects. The results of the study revealed: (1) a specific variability in the W(1-3) asymmetry coefficients, depending on the pain foci location; (2) increase of the (W1-3) indicators as the foci centralised and the pain decreased; (3) a more intense and longer-lasting pain relief effect after percutaneous administration of chloroquine, rather than ketoprofen, which manifested itself through longer-lasting high electrosensory parameters (W1-3) and symmetry values in Lasegue's test (WL) and Yeoman's test (WY). Based on the tests conducted it is concluded that the PCP system meets the criteria of a method for the objectification of the dimensions and symmetry of cutaneous sensations.

Keywords: disk-root syndrome, sacroilitis, PCP electrosensory test, asymmetry coefficient, electrophonophoresis, chloroquine, ketoprofen.

Streszczenie

W opracowaniu zwrócono uwagę na dwa problemy kliniczne, mianowicie zjawiska immunologiczne nasilające efekt ucisku przepukliny w konfliktach krążkowo-korzeniowych oraz trudności związane z wiarygodnym, metrologicznym oszacowaniem zjawiska czucia bólu. Kliniknym celem pracy było zastosowanie w leczeniu bólu, oprócz typowego NLPZ, leku immunomodulacyjnego, podawanego przezskórnie do ogniska bólu oraz wykonanie testów klinicznych w grupach pacjentów posiadających odmienne lokalizacje ognisk, mianowicie w przestrzeni L4/L5, L5/S1 lub w stawie krzyżowo-biodrowym. Technicznym celem pracy było przedstawienie autorskiej koncepcji rejestracji elektrycznego równoważnika skórnym zjawisk czuciowych za pomocą komputerowego systemu PCP 3.0 generującego powtarzalnie potencjały diagnostyczne i rejestrującego reakcje czuciowe pacjenta. System daje możliwość różnicowania topografii choroby i monitorowania efektów leczenia. Po przeprowadzeniu badań stwierdzono: (1) swoistą zmienność wskaźników asymetrii W(1-3), uzależnioną od lokalizacji ogniska bólu; (2) wzrost wartości wskaźników W(1-3) w sposób zbieżny z centralizacją i spadkiem natężenia bólu; (3) większy i bardziej długotrwały efekt zmniejszenia bólu po przezskórnym zastosowaniu chlorochiny w porównaniu z ketoprofenem, co przejawiało się dłuższym okresem utrzymywania się wyższych wartości symetrii zarówno dla testu Lasegue'a (WL), Yeomana (WY), jak i parametrów elektrosensorycznych (W1-3). Wnioskując na podstawie przeprowadzonych testów, system PCP spełnia kryteria metody obiektywizującej określenia wymiaru i symetrii czucia skórno.

1. Wstęp

Poglądy na etiopatogenezę bólu w zespołach krążkowo-korzeniowym kręgosłupa uległy ostatnio zmianom. Oprócz oczywistej przyczyny uciskowej, zwrócono uwagę na obecność nacieków zapalnych zarówno worka przepuklinowego jak i innych tkanek sąsiadujących ze strukturami nerwowymi [27, 28]. Komponenta zapalna powoduje uciążliwe bóle spoczynkowe słabo reagujące na typowe leczenie przeciwbólowe [33]. Procesy zapalno-immuno-logiczne zaostrzają się po rutynowych zabiegach laminectomii [10], stąd w coraz częściej stosuje się procedury prewencyjne, polegające na wprowadzaniu po zabiegu do przestrzeni międzytrzonowej leków immunomodulacyjnych [1, 2, 32]. W takich przypadkach, szczególnie po przebytej laminectomii, istnieje możliwość zastosowania autorskiej metodyki leczenia polegającej na przezskórnym [20] wprowadzeniu do przestrzeni międzytrzonowej [13, 15, 22, 26] lub stawu [11, 14] leków zmieniających przebieg reakcji immunologicznych, stosując metody o dużym zasięgu, takie jak elektrofonoforeza [7, 8, 12].

Kolejnym z istotnych problemów współczesnej medycyny są trudności w parametrycznej ocenie dysfunkcji centralnego i obwodowego układu nerwowego, gdzie w większości schorzeń pojawia się dysfunkcja czuciowo-ruchowa, stanowiąca dla pacjenta powód zgłoszenia się do lekarza, a dla specjalisty punkt odniesienia do zastosowania standardowych testów klinicznych [3, 29, 30]. Podstawową wadą powszechnie stosowanych manualnych technik diagnostyki neurologicznej, w szczególności czucia, jest dwustronna interaktywność procedur, polegająca na wywieraniu przez lekarza na skórę pacjenta nieparametrycznych działań (igła, młotek), których efekty oceniane są wzrokowo, bądź na podstawie opinii pacjenta. Podstawową cechą tych oszacowań jest subiektywizm, zależny od niepowtarzalnego stanu emocjonalnego, zarówno pacjenta jak i lekarza. Omawiany problem dotyczy praktycznie wszystkich tradycyjnych, fizykalnych metod badania neurologicznego (uderzenie młotkiem, uklucie sondą, dotyk) i jest częstym powodem niejednoznaczności w ocenie czucia symetrii, przede wszystkim jednak wymiaru ilościowego dotyku i bólu, zarówno przy badaniu wstępnym, jak i szacowaniu rezultatów leczenia [5, 6, 9].

Porównując rezultaty zastosowania szacunkowych sposobów oceny czucia skórno-bólu z działami diagnostyki, w których wprowadzono przynajmniej częściową obiektywizację daje się zauważyć duży dysonans [23, 24]. Do metod obiektywnych należą techniki parametrycznej rejestracji bodźców elektrofizjologicznych (EKG, EEG, EMG, ENG, EOG), które jednak nie posiadają ścisłego związku ze zjawiskami czucia dotyku i bólu [25].

Ciekawą grupą metod stanowiących ogniwo przejściowe pomiędzy metodami manualnymi i technikami parametrycznymi są systemy jednostronnie interaktywne, takie jak audiometria i palestejzometria, w których jeden z elementów interaktywnych, lekarz, zastąpiony został elektronicznym urządzeniem technicznym emitującym w sposób powtarzalny drgania mechaniczne, których percepcję pacjent ocenia nadal subiektywnie. Wzorując się na tej zasadzie, w latach 1994-5 przeprowadzono testy kliniczne czucia skórno-bólu dla prądu elektrycznego, stosując proste, analogowe stanowiska pomiarowe [16, 31, 34]. W 2001 roku został skonstruowany pierwszy wielokanałowy, komputerowy system do rejestracji progu czucia prądu elektrycznego (PCP) [5]. Oprócz rozwiązań konstrukcyjnych, operaty był na całkowicie nowej idei, umożliwiającej ocenę symetrii czucia impulsów elektrycznych w symetrycznych dermatomach skórnych, związanych anatomicznie z określonym segmentem rdzenia kręgowego. W tym celu, w analizie wyników PCP zrezygnowano ze standardowo stosowanych jednostek metrycznych na rzecz bezwymiarowego, opartego na skali ilorazowej wskaźnika asymetrii, który okazał się bardzo wiarygodny i przydatny, szczególnie w sytuacji jednoczesnego posługiwania się wieloma czujnikami, mierzącymi różne wielkości fizyczne [15]. Okazało się bowiem, że ocena wskaźników asymetrii dla większości popularnie stosowanych parametrycznych testów posturometrycznych, elektrofizjologicznych i psychologicznych, jest uniwersalnym narzędziem eliminującym koniecz-

ność trudnej, międzyjednostkowej kalibracji. Metodyka ta odzwierciedla naturalną dążność organizmów żywych do zachowania harmonijnej symetrii struktury i funkcji.

Powyższa idea, zgodna z aktualnym trendem EBM w medycynie i naukach biologicznych [18, 21], stała się częścią realizowanego od wielu lat autorskiego projektu: skojarzonego systemu symetrii pomiarowych SSSP [4].

2. Cel pracy

Technicznym celem pracy było: (1) przedstawienie nowej koncepcji rejestracji elektrycznego równoważnika skórnych zjawisk czuciowych za pomocą komputerowego systemu PCP 3.0, generującego powtarzalnie potencjały diagnostyczne i rejestrującego reakcje czuciowe pacjenta; (2) przedstawienie tego równoważnika bez użycia jednostek metrycznych jako zbiór wskaźników asymetrii progu czucia dla bodźców elektrycznych w referencyjnych, symetrycznych markerach topografii unerwienia czuciowego (rys. 2).

Klinicznym celem pracy było wykonanie testów klinicznych w dwóch grupach pacjentów spełniających kryteria różnych jednostkach chorobowych, przed i po przeprowadzeniu przez skórno-go leczenia z zastosowaniem dwóch różnych leków. Celem testu klinicznego było znalezienie odpowiedzi na następujące pytania:

- 1) Czy dzięki utworzeniu map punktów referencyjnych W(1) – dla peryferalizującego zespołu krążkowo-korzeniowego; W(2) – dla lokalnego zespołu bólowego kręgosłupa; W(3) – dla zespołu pseudokorzeniowego (towarzyszącego zapaleniu stawów krzyżowo-biodrowych) możliwe jest czytelne rozróżnienie źródła bólu?
- 2) Czy wskaźniki asymetrii progu (amplitudy) czucia impulsu elektrycznego w definiowanych parami punktach referencyjnych skóry mogą być reprezentatywne dla monitorowania skuteczności leczenia bólu w odcinku lędźwiowym kręgosłupa?
- 3) Czy dzięki zastosowaniu powyższych metod możliwa jest ilościowa ocena różnicy skuteczności klinicznej dla dwóch różnych leków stosowanych miejscowo?
- 4) Czy przezskórne zastosowanie leku modyfikującego procesy immunologiczne spowoduje efekt przeciwbólowy w stawie krzyżowo-biodrowym i krążku międzykręgowym?

3. Badani pacjenci

Do badań zostali wyselekcjonowani pacjenci w wieku 25-50 lat, po wykluczeniu wcześniejszych urazów i operacji miednicy oraz kręgosłupa i kończyn, skrócenia kończyn dolnych, istnienia skolioz, chorób rozrostowych, cukrzycy, RZS, MCTD, SLE, gruźlicy. Wykluczono także pacjentów, którzy w okresie poprzedzających (6 m-cy) stosowali sterydy (nawet wziewne), szczepionki (odczulające i stymulujące) oraz leki bazy reumatologicznej.

Podstawowym kryterium włączenia był jednostronny zespół bólowy w odcinku lędźwiowo – krzyżowym kręgosłupa, który wystąpił nie wcześniej niż przed 2 m-cami lub był zaostrzeniem wcześniejszych dolegliwości z przynajmniej roczną przerwą W grupie (A1,2) kryterium stanowiły bóle spoczynkowe, nasilające się przy ruchach umiejscowione centralnie w przestrzeni L4L5, L5S1, peryferalizujące torem korzeniowym do kończyny dolnej. Kryterium radiologiczne – zwężenie przestrzeni L4L5 i/lub L5S1

W grupie (B1,2) kryterium stanowiły bóle w odcinku lędźwiowo-krzyżowym, zlokalizowane bocznie od kręgosłupa, spoczynkowe, rozlane, okresowo promieniujące do pośladka lub pachwiny Kryteria radiologiczne - zmiany zapalne przynajmniej I/II°, zlokalizowanymi w jednym ze stawów krzyżowo – biodrowych. U wszystkich pacjentów, poza klasycznym badaniem neurologicznym wykonano monitorowany elektronicznie test Lasegue'a i Yeamansa oraz test elektrosensoryczny PCP, oceniając wskaźniki asymetrii W(L), W(Y), W(1), W(2), W(3). (1) Do grupy A1 zakwalifikowano 27 osób, w tym 14 kobiet i 13 mężczyzn w wieku $47,6 \pm 5,3$ lat, leczonych Ketoprofenem, podawanym miejscowo, przez skórnie za pomocą głowicy do elektrofonoforezy; (2) Do grupy A2 zakwalifikowano 30 osób, w tym 18 kobiet i 12 mężczyzn w wieku $44,9 \pm 7,7$ lat, leczonych 1,5% chlorochiną, podawaną miejscowo, przez skórnie za pomocą głowicy

do elektrofonoforezy; (3) Do grupy B1 zakwalifikowano 26 osób, w tym 14 kobiet i 12 mężczyzn w wieku $45,3 \pm 6,2$ lata, leczonych Ketoprofenem, podawanym miejscowo, przez skórnie za pomocą głowicy do elektrofonoforezy; (4) Do grupy B2 zakwalifikowano 27 osób, w tym 18 kobiet i 11 mężczyzn w wieku $45,1 \pm 5,4$ lata, leczonych 1,5% chlorochiną, podawaną miejscowo, przezskórnie za pomocą głowicy do elektrofonoforezy.

4. Metody diagnostyki i leczenia

Test Lasegue'a i Yeomansa - każdy z pacjentów został zbadany neurologicznie przed rozpoczęciem leczenia (0), w dniu jego zakończenia (15) oraz po 30 dniach od jego zakończenia (30). Kwantyfikatorem stanu klinicznego były wskaźniki asymetrii testu Lasegu'a W(L) oraz testu Yeomansa W(Y), dla których dane zbierano goniometrycznie, za pomocą akcelerometrycznego inklinometru „Protractor”. Wskaźniki testu W(L), W(Y) były ilorazami wartości kątowych zarejestrowanych podczas maksymalnego zgięcia (L) i wyprostu (Y) lewej i prawej kończyny dolnej [9].

Test elektrosensoryczny - pomiar symetrii skórnoego progu czucia dla impulsów elektrycznych wykonano za pomocą prototypowego systemu PCP 3.0 (certyfikat ZETOM 15/2011), który daje możliwość nieswoistej, lecz ściśle sparametryzowanej procedury spolaryzowania kolejnych 16 elektrod czynnych (względem elektrody biernej) impulsem testującym o skokowo rosnącym napięciu oraz zarejestrowania reakcji pacjenta na bodziec prądowy w symetrycznych punktach referencyjnych dermatomów skórnych, związanych anatomicznie z określonymi, kolejnymi segmentami kręgosłupa. Próg czucia impulsów elektrycznych jest nieswoistym ekwiwalentem funkcji receptorów czucia dotyku, bólu i temperatury. Podstawowym parametrem diagnostycznym jest wskaźnik asymetrii dla progu percepcji pomiędzy lewym i prawym markerem należącym do tego samego segmentu kręgosłupa. Wartości bliskie jedności świadczą o prawidłowej funkcji obu nerwów danego segmentu, natomiast wartości niższe od pierwszego odchylenia standardowego o uszkodzeniu.

System PCP jest sterowanym komputerowo generatorem impulsów elektrycznych, multipleksującym potencjały na kolejnych, zlokalizowanych na skórze, 16 elektrodach czynnych. Urządzenie posiada moduł sterowania, zarządzający generatorem napięć i multipleksacją parametrów prądowych na wyjścia oraz system przetwarzania informacji wewnątrz układu i komunikowania się z jednostką zarządzającą (komputerem klasy PC).

Funkcje sterujące modułami układu realizuje nisko napięciowy, 8 bitowy mikrokontroler Atmega64, który dzięki ulepszonej architekturze RISC, programowalnej pamięci EPROM, SRAM, FLASH, układom UART oraz interfejsowi I2C ma możliwość wykonywania złożonych instrukcji w jednym cyklu zegarowym.

Mikrokontroler posiada 53 linie oraz szereg portów wejścia/wyjścia, którym zostały przyporządkowane funkcje sterowania 8 bitowym buforem linii wejścia/wyjścia CMOS 74XX. Mikrokontroler steruje między innymi przetwornikiem cyfrowo-analogowym DAC7571, przetwarzającym cyfrowe definicje napięcia na ekwiwalentne sygnały analogowe, pod postacią impulsów prostokątnych o czasie trwania 0,2ms, 10-krotnie wzmacnianych przez wzmacniacz operacyjny OPA547 do wartości 0-50V, z dokładnością 0,1V. Impulsy te poprzez układ przełączanych transoptoów CNY17-4 zasilają wybrane w danej fazie badania gniazdo elektrodowe. Komunikacja z przetwornikiem odbywa się za pomocą szeregowego interfejsu I2C, przy wykorzystaniu linii zegara SCL oraz linii przesyłu danych SDA. Oprogramowanie procesora wykonano w języku BASCOM, natomiast program użytkownika w Object Pascalu przy wykorzystaniu kompilatora Delphi firmy Borland.

W przebiegu testu standardowe badanie polega na aplikacji na skórze pacjenta 2, 3 lub 4 par elektrod w symetrycznych punktach markerowych dla kolejnych segmentów kręgosłupa, według schematu W1, W2, W3, a następnie uruchomieniu testera. Urządzenie zaczyna podawać skonfigurowane impulsy prądowe w porządku rosnącym, zaczynając od elektrody P1(I). W momen-

cie, kiedy u pacjenta pojawia się próg świadomej percepcji prądu elektrycznego uruchamia on sygnalizator, co powoduje zapisanie wartości progowej w pamięci komputera i aktywację następnej elektrody. Po wykonaniu badania system generuje wykresy dla wybranych schematów czuciowych (W1, W2, W3), wyznaczając symetrie progowe dla kolejnych segmentów kręgosłupa (W1-2) oraz stawów krzyżowo-biodrowych (W3) [17].

5. Terapia lekowa

Pacjenci zostali włączeni do programu diagnostycznego na podstawie decyzji Komisji Bioetycznej AWF w Katowicach (Ust. 1/2009), w którym zostały sformowane grupy spełniające kryteria zespołu krążkowo-korzeniowego LS(A1-2) oraz zapalenia stawu krzyżowo-biodrowego (B1-2).

Ogniska bólu były leczone u pacjentów wyłącznie w sposób przez skórny, z zastosowaniem elektrofonoforezy i żelowej postaci Ketoprofen (A1, B1) oraz 1% roztwór chlorochiny (A2, B2)(Ust. SUM 290/99). Leki podawano w grupach A(1-2) standardowo do przestrzeni L4L5 lub L5S1 (symetrycznie z dwóch stron kręgosłupa – 2 x 15 min) oraz w grupach B(1-2) do górnego i dolnego bieguna szczeliny stawu krzyżowo-biodrowego (2x 15 min) w ilości 6cm³ na zabieg elektrofonoforezy, stosując natężenie prądu 1,5mA, moc emitowaną z głowicy dla UD 3W, wypełnienie impulsu 20%, modulację 16Hz, polaryzacja głowicy (+). Przy doborze pacjenta i leku zastosowano zasady podwójnie ślepej próby.

6. Wyniki

Wyniki badań wykonanych urządzeniem APC 3.0 ze standardowym układem 16 elektrod czynnych, zlokalizowanych na kończynach dolnych w grupach pacjentów A(1-2) i B(1-2) (I) przed rozpoczęciem leczenia, (II) w ostatnim dniu leczenia, (III) 30 dni po leczeniu, zostały przeanalizowane dla trzech torów bólowych W(1), W(2), W(3) i przedstawione w (Tab.1). Wartości wskaźników testów Lasegue'a W(L) i Yeomansa W(Y) obliczono na podstawie danych pomiarowych uzyskanych po zastosowaniu inklinometru „Protractor”.

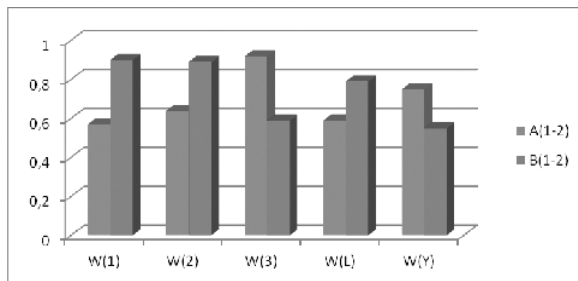
Tab. 1. Współczynniki asymetrii czucia skórnoego W(1-3) w badaniach wstępnych (I), w dniu zakończenia leczenia (II), 30 dni po leczeniu (III)

Tab. 1. Cutaneous sensation symmetry coefficients W(1-3) in preliminary tests (I), on final day of treatment (II), 30 days after the treatment (III)

		W(1)	W(2)	W(3)	W(L)	W(Y)
A1	I	0,56	0,67	0,91	0,59	0,75
	II	0,84	0,77	0,92	0,85	0,82
	III	0,73	0,74	0,9	0,65	0,76
A2	I	0,54	0,6	0,9	0,61	0,78
	II	0,91	0,88	0,92	0,82	0,81
	III	0,89	0,85	0,89	0,804	0,79
B1	I	0,91	0,89	0,61	0,79	0,56
	II	0,93	0,94	0,77	0,83	0,81
	III	0,89	0,92	0,74	0,81	0,68
B2	I	0,92	0,9	0,57	0,82	0,54
	II	0,9	0,93	0,91	0,84	0,82
	III	0,88	0,9	0,87	0,81	0,79

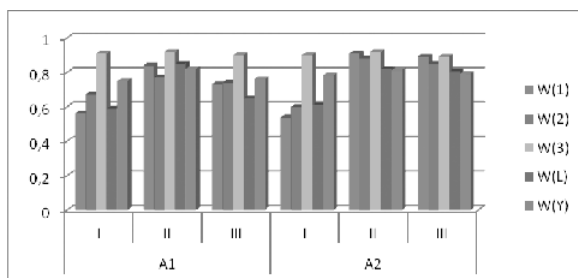
Dla pierwszego pomiaru parametrów elektrosensorycznych PCP (rys.1) w podgrupach A(1-2) uzyskano najniższe wartości (najwyższą asymetrię) wyznacznika toru W(1), nieco wyższe W(2) i wartości bliskie jedności (symetria) dla wyznacznika toru stawów k-b W(3). Po zakończeniu leczenia, w czasie II pomiaru (rys. 2) widoczne są wzrosty wartości wyznacznika W(1-2), od-

powiadające zmniejszeniu bólu i wzrostowi symetrii wyników, szczególnie duże w podgrupie A(1) leczonej ketoprofenem. Po miesiącu od zakończenia leczenia, w czasie III pomiaru wyniki grupy A(1) wykazały ponowne, znaczne pogorszenie, natomiast w podgrupie A(2), leczonej 1% żelem z chlorochiną odzyskana symetria utrzymywała się z niewielkim spadkiem wartości. Wyniki te korelowały wprost ze wskaźnikiem testu Lasegue'a $W(L)$ i wykazywały korelację istotnie niższą w stosunku do wartości wskaźników $W(Y)$. W grupie B(1-2) (rys. 3) najniższe wartości (największą asymetrię) wykazywał wyznacznik $W(3)$, natomiast $W(1-2)$ utrzymywały się w strefie bliskiej jedności. Na wykresie (rys. 3) widoczne są wzrosty wartości wyznacznika $W(3)$ szczególnie duże w czasie II pomiaru. Wyniki dość szybko ulegały ponownemu pogorszeniu w podgrupie B(1) leczonej ketoprofenem, natomiast utrzymywały się w przedziale zbliżonym do jedności w podgrupie B(2), leczonej 1% żelem zawierającym chlorochinę. Wyniki te dobrze korelowały ze wskaźnikiem testu Yeomansa $W(Y)$ i wykazywały korelację istotnie niższą w stosunku do wartości wskaźników $W(L)$.

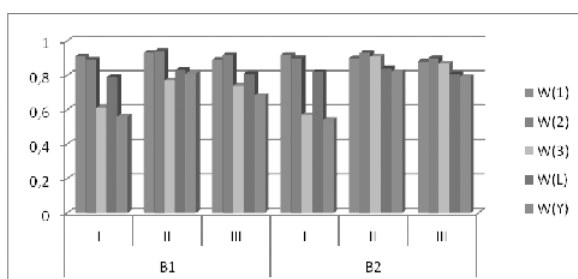


Rys. 1. Badania elektrosensoryczne [W(1-3)], test Lasegue'a [W(L)], test Yomansa [W(Y)] w podgrupach A(1-2), B(1-2) rządziem prototypowe: a) analizator progu czucia PCP 3.0; b) okno dialogowe programu pomiarowego, współpracującego z PCP 3.0 (fot. Labiot 2009)

Fig. 1. Electrosensory tests [W(1-3)], Lasegue's test [W(L)], Yeoman's test [W(Y)] in subgroups A(1-2), B(1-2) Prototype device: a) PCP 3.0 pain threshold analyser; b) dialogue box of the measuring software communicating with PCP 3.0 (photo Labiot 2009)



Rys. 2. Parametry elektrosensoryczne w podgrupach A(1-2) przed i po leczeniu
Fig. 2. Electrosensory parameters in subgroups A(1-2) before and after treatment



Rys. 3. Parametry elektrosensoryczne w podgrupach B(1-2) przed i po leczeniu
Fig. 3. Electrosensory parameters in subgroups B(1-2) before and after treatment

Przeprowadzono ocenę poziomu istotności różnic pomiędzy wartościami współczynników $W(1-3)$, $W(L)$, $W(y)$, które wystąpiły w grupach A(1-2) i B(1-2) podczas pierwszego badania przed leczeniem. Zwraca uwagę bardzo czytelny i naprzemiennie występujący rozkład obniżonych wartości wyznaczników toru bólowego $W(1-2)$ i $W(l)$ w podgrupach A(1-2), przy zbliżonych do prawidłowych wyznacznikach toru $W(3)$ i $W(y)$. W podgrupach B(1-2) występowały obniżone wartości toru $W(3)$ i $W(y)$, przy zbliżonych do prawidłowych wartościach toru $W(1-2)$ oraz $W(l)$.

Przeprowadzono ocenę poziomu istotności różnic pomiędzy wartościami jednoimiennych współczynników $W(1-3)$, $W(L)$, $W(Y)$, które uzyskano w grupach A(1-2) i B(1-2) porównując stan przed (I), po 10-tym zabiegu (II), po 30 dniach od zakończenia leczenia (III).

Obliczenia poziomu istotności wyników - do wglądu u autorów.

7. Wnioski

(1) w podgrupach A(1-2) zaobserwowano najwyższą zmienność wskaźników asymetrii $W(1-2)$, a w podgrupach B(1-2) wskaźników $W(3)$. (2) spadek wartości wskaźników $W(1-3)$ był zbliżony z peryferializacją i wzrostem napięcia bólu, natomiast wzrost do wartości zbliżonych do jedności jest zbliżony z centralizacją i spadkiem napięcia bólu. (3) leczenie żelowym preparatem chlorochiny powodowało większy i bardziej długotrwały efekt zmniejszenia bólu zarówno w stawie krzyżowo-biodrowym jak i krążku międzykręgowym, co przejawiało się bliższą jedności wartością wskaźników asymetrii w podgrupach A(2), B(2) niż w grupach A(1), B(1)

8. Dyskusja

Zaobserwowana w podgrupach A(1-2) najwyższą zmienność wskaźników asymetrii $W(1-2)$, $W(L)$, a w podgrupach B(1-2) wskaźników $W(3)$, $W(Y)$ (tab. 1; rys. 1) oraz wysoka korelacja pomiędzy $W(1-2)$ - $W(L)$ i $W(3)$ - $W(Y)$, dobitnie świadczy o możliwości wykorzystania metody do lokalizacji źródła bólu, co ma szczególnie duże znaczenie w diagnostyce w obrębie obręczy biodrowej, gdzie ze względu na bliskie sąsiedztwo wielu narządów występują zjawiska wzajemnego przesłaniania i koniunkcji objawów, przez co zastosowanie sztywnych reguł oceny manualnej często bywa mylące. Dużym sukcesem było zarejestrowanie znacznie wyraźniejszego spadku wartości (poniżej jedności) wskaźników $W(1-2)$, $W(L)$ w podgrupach A(1-2) i $W(3)$, $W(Y)$ w B(1-2) oraz uzyskanie dowodów, że proces ten jest zbliżony z peryferializacją i wzrostem napięcia bólu, natomiast ich wzrost do wartości bliskich jedności jest zbliżony z centralizacją i spadkiem napięcia bólu (tab. 1, rys. 2-3). Do sukcesów metody należy zaliczyć również fakt uzyskania danych liczbowych, będących ekwiwalentem zjawisk czuciowych, które do tej pory były oceniane w sposób szacunkowy, niekryterialny i stąd trudno porównywalny międzyosobniczo. Tradycyjne oszacowania uzyskuje się bowiem w wyniku przeprowadzenia dwustronnie interaktywnego badania lekarskiego, bądź w sposób jednostronnie interaktywny, stosując analogową skalę bólu VAS, skalę depresji Becka lub skalę jakości życia, dające możliwość szacunkowej oceny w monitorowaniu przebiegu leczenia. Dane liczbowe dały możliwość porównania skuteczności klinicznej różnych leków. Ceną informacją było uzyskanie dowodów klinicznych, które potwierdziły istnienie w wyselekcjonowanych przypadkach konfliktu krążkowo-korzeniowego powikłanego procesami immunologicznymi [11, 13, 14, 15].

9. Literatura

- [1] Alkalay R., et al.: Prevention of postlaminectomy epidural fibrosis using bioelastic materials. *Spine* 2003, 28, 1659-61.
- [2] Borg P., Krijnen H.: Hyaluronidase in the management of the pain due to post-laminectomy scar tissue. *Pain* 1995, 62, 387-90.

- [3] Cibulka M., Sinacore D., Cromer D.: Unilateral hip rotation range of motion asymmetry in patients with sacroiliac joint regional pain. *Spine* 1998, 23, 1009-15.
- [4] Dyszkiewicz A.: Skojarzony system symetrii pomiarowych narzędziem EBM w standaryzacji diagnostyki i nadzoru terapii narządu ruchu. VII Międzynarodowy Kongres Polskiego Towarzystwa Rehabilitacji, Łódź 23-25.09.2010, *Post Reh* 2010, Supl. 8, 105.
- [5] Dyszkiewicz A.: Urządzenie do pozaustrojowej elektrodiagnostyki, stymulacji i obrazowania schorzeń głowy, tułowia i kończyn. P 388652.
- [6] Dyszkiewicz A.: Sposób pozaustrojowego diagnozowania bólu i anomalii ciała oraz urządzenie do jego realizacji. UP RP P 376788.
- [7] Dyszkiewicz A., Gaździk T.: Ocena stopnia penetracji leków we fragmentach tkanki mięśniowej po zastosowaniu fonoforezy, jonoforezy i elektrofonoforezy. *Post Reh* 1999, 4, 93-7.
- [8] Dyszkiewicz A., Imielski K.: Kliniczne a laboratoryjne hodnoceni penetrace leku v procesu elektrofonoforezy. *Reh Fizik Lek* 2000, 7, 158-61.
- [9] Dyszkiewicz A., Imielski K.: Perspektivy aplikace v rehabilitaci interaktivního systému měření úhlu flexe a extenze kyčelního kloubu. *Rehab fizik lek. Praha*, 2001, 8, 121-26.
- [10] Dyszkiewicz A., Gaździk T.: Rola immunomodulatorów w kooperacyjnej sanacji przestrzeni międzytrzonowej. VI Śląskie Sympozjum Chorób Kości i Stawów, Ustroń 2004.
- [11] Dyszkiewicz A., Kucharz E.J.: Zastosowanie elektrofonoforezy w leczeniu okołostawowych zapaleń stawu barkowego. *Fizjoterapia* 2004, 3, 67-72.
- [12] Dyszkiewicz A.: Modyfikacja struktury błękitu metylenowego i chlorowodoru levamisolu w sterowanym polu ultradźwiękowym i elektrycznym głowicy do EF. *Pomiary Automatyka Kontrola* 2006, 5, 103-109.
- [13] Dyszkiewicz A., Gaździk T.: Zastosowanie leków immunomodulacyjnych w leczeniu lędźwiowych konfliktów krążkowo-korzeniowych o dwutorowej symptomatologii. *Reh Ortop Traumatol* 2004, 2, 190-5.
- [14] Dyszkiewicz A., Gaździk T.: Monitorowanie zapaleń stawów krzyżowo-biodrowych oraz ich leczenie metodą EF z zastosowaniem butapirazonu i levamisolu. *Acad Medic Siles* 2002, 47, 226-9.
- [15] Dyszkiewicz A.: Local use of electrophonophoresis in the treatment of patients with immunologically based neuro-vertebral conflicts. In: Mary Laurdes Montenegro, *Pelvic pain: causes, symptoms and treatments*, Nova Science Publ Inc 2011, Chapter (2), 45-76.
- [16] Emeryk-Szajewska B., Rowińska K.: Zmiany progów pobudliwości nerwów obwodowych. *Neur Neurochir* 1993, 27, 357-65.
- [17] Fortin J., Dwyer A., West S.: Sacroiliac joint; pain referral maps. *Spine* 1994, 13, 1475-82.
- [18] Gajewski P., Jaeschke R., Brożek J.: Podstawy EBM, czyli medycyny opartej na danych naukowych dla lekarzy i studentów medycyny. *Medycyna Praktyczna*, Kraków 2008.
- [19] Harvey A., Britton J.: A gas filled cyst associated with disc degeneration. *Spinal Cord* 2000, 38, 708-12.
- [20] Hirvonen J., Guy R.: Iontophoretic delivery across the skin; electroosmosis and its modulation by drug. *Pharm Res* 1997, 14, 1258-61.
- [21] Jaeschke R., Cook D., Guyatt G.: Evidence-based medicine (EBM) czyli praktyka medyczna oparta na wiarygodnych i aktualnych faktach. *Med. Prakt.* 1999; suppl. 1. ISSN 0867-499X.
- [22] Jaffray D., O'Brien J.: Isolated intervertebral disc resorption. A source of mechanical and inflammatory back pain. *Spine* 1986, 4, 397-99.
- [23] Janiszewski M., Tajchman W.: Analiza zależności wskaźników psychologicznych i biomechanicznych w zespołach bólowych kręgosłupa szyjnego. *Med. Man* 1998, 27-29.
- [24] Lindsay P., Norman D.: Mierzenie zmiennych psychologicznych; W: *Procesy przetwarzania informacji u człowieka*. PWN, Warszawa 1984, 627-642.
- [25] Oehlert M., Hass S., Freeman M.: The neurobehavioral Cognitive Status examination, accuracy of the screen metric approach in a clinical sample; *J Clin Psychol* 1997 Nov, 53(7), 733-735.
- [26] Pedder V., Grigorev V., Rot G.: Rationale of noninvasive method of drug. *Med Tekh* 1998, 2, 18-22.
- [27] Rotherl R., Woertgen C., Holzschub M., Brehme K., Ruschoff J.: Macrophage tissue infiltration, clinical symptoms, and signs in patients with lumbar disc herniation. *Acta Neurochir* 1998, 140, 1245-49.
- [28] Rotherl R., Woertgen C., Brawanski A.: Pain resolution after lumbar disc surgery is influenced by macrophage tissue infiltration. A prospective study on 177 patients. *J Clin Neurosci* 2002, 6, 633-37.
- [29] Slipman C., Patel R., Shin C.: Pain management: studies probe complexities of sacroiliac joint syndrome. *Bio Mechanics* 2000, 3, 1-15.
- [30] Slipman C., Plastaras C., Palmitier R.: Symptom provocation of fluoroscopically guided cervical nerve root stimulation. Are dynamal maps identical to dermatomal maps? *Spine* 1998, 20, 2235-39.
- [31] Wochnik-Dyjas D., et al.: Somatosensoryczne potencjały wywołane w naczyniopochodnych uszkodzeniach ośrodkowych dróg czuciowych. *Neur Neurochir* 1994, 28, 125-43.
- [32] Wang W., Li P., Zhang Y.L., Yang Y., Wang F.L., Zhang Y.: The clinical effects of percutaneous lumbar discectomy combined with sodium hyaluronate in the treatment of lumbar intervertebral disc herniation. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 2002, 16, 23-25.
- [33] Woertgen C., Rotherl R., Brawanski A.: Influence of macrophage infiltration of herniated lumbar disc tissue on outcome after lumbar disc surgery. *Spine* 2000, 25, 871-76.
- [34] Zamysłowska-Szmytko E.: Badanie progów czucia prądu elektrycznego na opuszkach palców osób zdrowych. *Med. Prac* 1995, 1, 47-54.

otrzymano / received: 16.01.2012

przyjęto do druku / accepted: 02.03.2012

artykuł recenzowany / revised paper

INFORMACJE

Informacja redakcji dotycząca artykułów współautorskich

W miesięczniku PAK od numeru 06/2010 w nagłówkach artykułów współautorskich wskazywany jest autor korespondujący (Corresponding Author), tj. ten z którym redakcja prowadzi wszelkie uzgodnienia na etapie przygotowania artykułu do publikacji. Jego nazwisko jest wyróżnione drukiem pogrubionym. Takie oznaczenie nie odnosi się do faktycznego udziału współautora w opracowaniu artykułu. Ponadto w nagłówku artykułu podawane są adresy korespondencyjne wszystkich współautorów.

Wprowadzona procedura wynika z międzynarodowych standardów wydawniczych.