

Dariusz WITKOWSKI, Jan CIEPŁUCHA, Krzysztof JÓŻWIKPOLITECHNIKA ŁÓDZKA, INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH,
ul. Wólczarska 219/223, 90-024 Łódź**System pomiarowy niekontrolowanego napięcia mięśni nóg****Dr inż. Dariusz WITKOWSKI**

Kierownik Centralnego Laboratorium Badań Maszyn Energetycznych w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej. Zainteresowania naukowe związane są z inżynierią biomedyczną, szczególnie z przepływem krwi przez organy sztuczne, jak również mikroprzepływami. Zajmuje się również badaniem przepływu z użyciem wielozadaniowego optycznego systemu pomiaru anemometrii obrazowej PIV.

e-mail: dariusz.witkowski@p.lodz.pl**Dr hab. inż. Krzysztof JÓŻWIK**

Dyrektor Instytutu Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej, prorektor ds. kształcenia PŁ. Współuczestniczy w realizacji Strategicznego Programu Badawczego „Polskie Sztuczne Serce”. Obszar jego zainteresowań obejmuje ogólnie pojętą inżynierię biomedyczną, a szczególnie zagadnienia przepływu krwi i jej właściwości przepływowych, sztucznych organów i protez, a także biopomiarów. Prowadzi również prace w obszarze odnawialnych źródeł energii i nowoczesnych technologii energetycznych.

e-mail: vrector.education@adm.p.lodz.pl**Dr hab. inż. Jan CIEPŁUCHA**

Kierownik Zakładu Metrologii Przepływów w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej. Główne zainteresowania naukowe to pomiary parametrów strugi płynu, ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów niestacjonarnych wielkości, podstawowe zagadnienia metrologii.

e-mail: jancie@p.lodz.pl

investigation results for a patient with the increased muscle tone is also discussed.

Keywords: spasticity, diagnostic device, dynamometer.

1. Wstęp

Każdy mięsień, nawet najbardziej rozluźniony, w warunkach prawidłowych zachowuje pewien stały stopień napięcia, a zjawisko to nazywa się napięciem mięśniowym. Pod względem fizjologicznym napięcie mięśni i jego zaburzenia są procesem złożonym. Istotne znaczenie odgrywają tutaj zarówno odruchy własne mięśni, jakimi są odruchy rozciągnowe, czyli miotatyczne, w odpowiedzi na rozciąganie mięśnia, jak również stan napięcia innych mięśni oraz pobudzenia powstające w narządzie przedślonkowym, mogące powodować wahania w napięciu i zmiany postawy ciała. Prawidłowy rozkład napięcia zapewnia prawidłową postawę ciała, czyli utrzymuje różne części ciała we właściwym wzajemnym stosunku [1, 2].

W warunkach chorobowych napięcie mięśniowe może być zwiększone (hypertonia) lub obniżone (hypotonia), natomiast brak napięcia mięśniowego określa się jako atonię. Do zwiększenia napięcia mięśniowego dochodzi zarówno w uszkodzeniu dróg piramidowych, jak i układu pozapiramidowego. Wzmoczone napięcie mięśniowe typu piramidowego powstaje we wszystkich schorzeniach połączonych z uszkodzeniem drogi piramidowej, tj. korowo-rdzeniowej (udar mózgu, stwardnienie rozsiane (SM), uszkodzenie rdzenia kręgowego) [3, 4]. Charakteryzuje się ono niejednakowym napięciem mięśni agonistów i antagonistów oraz powolnym ustępowaniem oporu w miarę powtarzania ruchów biernych. W trakcie badania, największy opór występuje na początku ruchu biernego, a następnie szybko się zmniejsza (objaw szczyrkowy). Początkowy opór jest tym większy, im szybciej wykonuje się ruchy bierne. Niedowład ten nazywa się kurczowym albo spastycznym [1, 3].

W uszkodzeniu układu pozapiramidowego (zespół parkinsonowski), podczas wykonywania ruchów biernych, napotyka się opór stały, który jest jednakowy tak na początku, jak i na końcu ruchu. Ten stan mięśni określany jest jako sztywność mięśniowa. Niekiedy, stały opór przerywany jest w sposób skokowy, dając charakterystyczne wrażenie ząbienia się kół zębatych (objaw koła zębatego) [1, 2].

Kończynę „sztywną” łatwiej można prostować albo zginać niż kończynę „spastyczną” i, pomimo sztywności, łatwiej udaje się ją ustawić w określonym położeniu. W niedowładzie spastycznym silnie wzmoczone napięcie mięśniowe w istotny sposób utrudnia ruch i zmianę pozycji chorej kończyny, co w konsekwencji prowadzi do trwałego inwalidztwa pacjenta.

Dlatego też, uzyskanie prawidłowego napięcia mięśniowego stanowi poważny problem, szczególnie dla pacjentów ze znacznie nasiloną spastyką. Dotyczy to głównie osób dotkniętych paraparezą spastyczną, spotykaną często w stwardnieniu rozsianym (SM).

Streszczenie

Napięcie mięśniowe jest zjawiskiem odruchowym powstającym w wyniku działania stale przyplływających bodźców do mięśni. Wzmoczone napięcie mięśniowe powstaje zarówno przy uszkodzeniach drogi piramidowej (spastyczność), jak i układu pozapiramidowego (sztywność). Wzmoczone napięcie mięśniowe typu spastycznego stanowi poważny problem tak dla chorego, jak i dla lekarza. Ze względu na to, że spastyczność ujawnia się głównie w kończynach dolnych, chory ma trudności przede wszystkim z chodzeniem. Do tej pory nie opracowano dostatecznie wiarygodnej metody oceniającej wzmoczone napięcie mięśniowe, a ocena subiektywna według skali Ashworth'a jest nieprecyzyjna. Dlatego tak istotnego znaczenia nabiera opracowanie obiektywnej metody pomiaru napięcia mięśniowego, która w sposób wiarygodny pozwoli monitorować m.in. skuteczność stosowanej terapii. Na podstawie założeń przedstawionych przez pracowników Katedry Chorób Układu Nerwowego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej powstało urządzenie do pomiaru napięcia mięśni kończyn dolnych pacjentów ze schorzeniami układu nerwowego. W pracy przedstawiono dokładny opis i zasadę działania urządzenia oraz przykładowe wyniki badań pacjentów z wzmocnionym napięciem mięśniowym.

Słowa kluczowe: napięcie mięśniowe, urządzenie diagnostyczne, siłomierz.

A system for measuring lower limb spasticity**Abstract**

Spasticity is an instinctive phenomenon which is a result of impulses coming continuously to muscles. The increased muscle tone is a result of damage of the pyramidal tract (spasticity) as well as extrapyramidal system (rigidity). Spasticity is a serious problem both for a patient and a doctor. Due to the fact that spasticity is mainly observed in lower limbs, a patient has difficulty walking. Up to now there has been no sufficiently reliable method to assess the increased muscle tone. The subjective assessment using Ashworth scale is not precise. Therefore elaboration of an objective method for measurements of muscle tone is very important. Such a method should enable reliable monitoring of the treatment effectiveness. In cooperation with neurologists from the Department of Neurology and Epileptology of the Medical University of Lodz and engineers from the Institute of Turbomachinery of the Lodz University of Technology, there was invented a device to measure the spasticity of lower limbs of patients with nervous system diseases. In this paper a precise description and the principle of operation of this device are presented. An example of the

Niedowłady kończyn dolnych i towarzyszący im wzrost napięcia mięśniowego są główną przyczyną niesprawności i inwalidztwa u pacjentów z SM. Dlatego w tej grupie chorych potrzebna jest szczególnie prawidłowa i obiektywna kontrola skuteczności terapii lekami p-pastycznymi (muscle relaxants), nawet tych będących w trakcie badań klinicznych lub dopiero wprowadzanych na rynki światowe.

Konsekwencją tych zjawisk jest wzrost napięcia mięśniowego w momencie rozciągania mięśnia [5, 6, 7]. W przypadku nasilonej spastyczności wykonywanie ruchów biernych jest utrudnione lub staje się wręcz niemożliwe. Wzrost napięcia mięśniowego prowadzi do spowolnienia funkcji ruchowych, upośledza utrzymanie równowagi i chodu oraz może przyczyniać się do występowania bolesnych skurczów zginaczy i prostowników. Pod wpływem długo trwającego wzrostu napięcia mięśniowego dochodzi z czasem do powstania zmian w mechanicznych właściwościach samych mięśni, co w konsekwencji prowadzi do powstania utrwalonych przykurczów nie poddających się leczeniu farmakologicznemu [8]. Mięśnie i ścięgna stają się mniej podatne na rozciąganie, sztywne i ulegają zwłóknieniu. Zatem, wzmożenie odruchu na rozciąganie jest głównym mechanizmem spastycznego wzmożenia napięcia mięśniowego w pierwszym roku choroby, natomiast zmiany reologiczne w obrębie mięśni dotyczą spastyczności długotrwałej [9]. Bez wątplenia spastyczność jest powodem znacznej niesprawności. Niestety często nie jest ona dobrze leczona, co prowadzi do wielu powikłań, które powodują narastanie dalszych problemów. Jednakże nim wybierze się odpowiedni rodzaj terapii, powinno się ustalić metody oceny pacjenta, aby stwierdzić czy zamierzone cele zostały osiągnięte [10, 11].

2. Opis urządzenia

Obecnie stosowana Zmodyfikowana Skala Ashworth'a jest najczęściej używaną skalą do oceny spastyczności i wykorzystywana jest powszechnie w badaniach klinicznych [12]. Jednakże, opiera się ona głównie na subiektywnej ocenie badacza. Dlatego konieczne stało się stworzenie metody, która w sposób obiektywizowany oceniałaby stopień nasilenia wzmożonego napięcia mięśniowego. Na podstawie założeń przedstawionych przez pracowników Katedry Chorób Układu Nerwowego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, w Instytucie Maszyn Przepływowych Politechniki Łódzkiej powstało urządzenie do pomiaru napięcia mięśni kończyn dolnych pacjentów ze schorzeniami układu nerwowego.

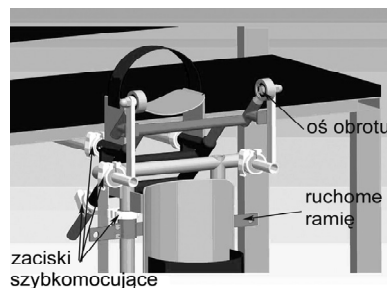
Widok proponowanego rozwiązania konstrukcyjnego przedstawia rys. 1. Projekt koncepcyjny zakłada, że urządzenie diagnostyczne swoją konstrukcją zbliżone będzie do krzesła. Badana kończyna dolna, a właściwie fragment uda od strony stawu kolannowego, umieszczona zostanie w specjalnym łożu. Podudzie oparte zostanie również w wyprofilowanym pionowym łożu, związany z ruchomym ramieniem przyrządu. Stopa opierać się będzie o podstawkę. Długość ramienia na odcinku od osi obrotu do podstawki jest regulowana i można dopasować ją do indywidualnych wymiarów pacjenta. Czynność ta powinna być dokonana dopiero po ustaleniu osi obrotu. W tym celu zarówno udo, jak i podudzie należy przymocować do przyrządu specjalnymi pasami skórzanymi, aby zapewnić ich względne stałe położenie. Wtedy należy dopasować położenie osi obrotu układu do osi obrotu stawu kolannowego pacjenta poprzez wysunięcie lub wsunięcie elementów podtrzymujących łożyska, które umieszczone są skośnie w stosunku do płaszczyzn poziomej i pionowej. Ustalone położenie należy zabezpieczyć odpowiednimi elementami mocującymi i wtedy dopasować długość ramienia tak, aby stopa pacjenta opierała się na dolnej podpórce. Tak wykonane czynności umożliwiają przystąpienie do mocowania przetwornika siły, który zawsze montowany jest w tym samym miejscu układu. Mocowanie przetwornika siły jest ostatnią czynnością, którą należy wykonać przed przystąpieniem do pomiaru [13, 14]. Powiększenie fragmentu pokazującego oś obrotu ramienia przyrządu i dźwigni dopasowujących wymiary urządzenia do indywidualnych cech pacjenta przedstawiono na rys. 2. Widoczne są zaciski szybko-

mojące, które umożliwiają łatwy sposób zabezpieczenia położenia elementów względem siebie i jednocześnie łatwy sposób zmiany długości poszczególnych elementów. Siłomierz połączony jest z ruchomym ramieniem, do którego przymocowana jest badana kończyna pacjenta.



Rys. 1. Urządzenie do pomiaru napięcia mięśni kończyn dolnych pacjentów ze schorzeniami układu nerwowego [13, 16]

Fig. 1. Device for measurement of lower limb spasticity of patients with nervous system diseases



Rys. 2. Fragment urządzenia w obszarze osi obrotu i układu przesuwanych elementów dopasowujących wymiary przyrządu do indywidualnych cech pacjenta [16]

Fig. 2. Device part in the area of the rotation axis and layout of sliding elements matching to the patient individual

Przez siłomierz lekarz lub osoba powołana do realizacji badania działa na nogę pacjenta i próbuje ją ruszyć. Należy pamiętać, aby kierunek działania siły był prostopadły do ruchomego ramienia przyrządu, w którym umocowane zostanie podudzie pacjenta (równoległe do podłogi). Wartość zmiennej siły działającej na kończynę pacjenta rejestrowana jest w pamięci komputera. Rejestracja umożliwia pomiar maksymalnej siły potrzebnej do uruchomienia kończyny, a właściwie wywołanie obrotu podudzia w stawie kolannowym. Przyrząd pozwala na regulację miejsca mocowania przetwornika siły, co odzwierciedlane jest na skali umieszczonej z boku ruchomego ramienia układu.

Pomiar siły realizowany jest siłomierzem CL162z produkcji Zakładu Elektroniki Pomiarowej Wielkości Nielektrycznych w Markach. Siłomierz elektroniczny typu CL162z przeznaczony jest do pomiaru siły rozciągającej i ścisłomocującej w zakresie (0 ÷ 500) N z możliwością 50% przeciążenia.

Pracą miernika steruje program, którego parametry mogą być modyfikowane przez użytkownika. Parametry te są zapisywane w nieulotnej pamięci typu EEPROM – wyłączenie napięcia zasilania nie powoduje utraty tych danych. Programowe procedury analizujące wielkości zmierzone pozwalają na poszukiwanie

i prezentację wartości ekstremalnych oraz sygnalizację przekroczenia dwóch progów komparacji. Siłomierz wyposażony jest opcjonalnie w szeregowe łącze komunikacyjne typu RS485 (lub RS232), pozwalające na przesyłanie wyników pomiarów do urządzeń i systemów komputerowych komunikujących się w tym standardzie. W zastosowanym zestawie wykorzystuje się właśnie taką opcję rejestracji wyników pomiarów.

Współpraca siłomierza z komputerem możliwa jest przy wykorzystaniu programu „Noga.exe”. Program jest przeznaczony do pomiaru i rejestracji siły potrzebnej do przemieszczenia kończyny dolnej pacjenta. Pomiar jest dokonywany siłomierzem elektronicznym CL 162z połączonym przez port USB z komputerem. Program komputerowy „Noga.exe” opracowano z wykorzystaniem interfejsu graficznego programu Matlab ver. 7.6.0.324 (R2008a) firmy The MathWorks Inc [15]. Ekran monitora jest podzielony na cztery panele funkcjonalne:

- **Pacjent** – panel zawiera dane identyfikacyjne badanego pacjenta,
- **Historia choroby** – panel zawiera krótkie notatki lekarza zapisane przy kolejnych pomiarach,
- **Wyniki** – panel zawiera tabelaryczną i graficzną prezentację maksymalnej siły przy poprzednich pomiarach,
- **Pomiar** – panel zawiera wyniki aktualnego pomiaru zredukowanej siły F_{zred} w funkcji czasu oraz pole edycyjne „Notka lekarza” i przyciski sterujące.

Po umieszczeniu pacjenta na stanowisku pomiarowym należy zainstalować dynamometr i ze skali odczytać ramię mierzonej siły. Wartość tego ramienia należy wpisać w oknie panelu „Pomiar”. Po naciśnięciu lewym przyciskiem myszy przycisk „Pomiar” uruchamiany jest fabryczny program miernika CL 162z. W oknie „CL 162z” należy nacisnąć przycisk „Konfiguracja” i ustawić odstęp czasu między pomiarami 0,22 s. Po naciśnięciu przycisku „Start zapisu” uruchamiany jest pomiar siły, a wyniki kolejnych pomiarów wyświetlane są na mierniku i w oknie „Wskazanie z siłomierza CL 162z”. Koniec serii pomiarowej następuje po naciśnięciu lewym klawiszem myszy przycisku „Koniec pracy”.

Po zakończeniu serii pomiarów zmierzona siła F_{zm} jest przeliczana na siłę zredukowaną F_{zred} (działająca na ramieniu 25 cm) wg zależności:

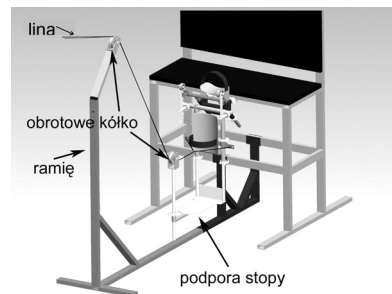
$$F_{zred} = F_{zm} \frac{r}{25} \quad (1)$$

gdzie r , wyrażone w centymetrach – ramię działania siły odczytane ze skali zamontowanej na urządzeniu i wprowadzone do programu.

Przeliczanie siły pozwala na porównywanie poszczególnych wartości zmierzonych dla różnych pacjentów, jako sił przyłożonych w tej samej odległości od osi stawu kolanowego. Przebieg zredukowanej siły F_{zred} w funkcji czasu t przedstawiony jest na wykresie komputera systemu pomiarowego. W okienku edycji „Notka lekarza” możliwe jest wprowadzenie dowolnego zapisu wyświetlanego przy następnym pomiarze w panelu „Historia choroby”. Zapis przeprowadzonego pomiaru następuje po naciśnięciu lewym klawiszem myszy przycisku „Zapis wyników”. Wyniki pomiarów zapisywane są w plikach tekstowych w podkatalogu „Pacjenci”. Dla każdego pacjenta tworzony jest katalog oznaczony jego nazwiskiem (w przypadku kilku pacjentów o tym samym nazwisku, dla kolejnych pacjentów tworzone są katalogi *Nazwisko1*, *Nazwisko2*, itd.).

W wyniku prób przeprowadzonych po skonstruowaniu urządzenia stwierdzono zbyt duży wpływ kąta, pod jakim osoba przeprowadzająca pomiar trzyma siłomierz a częścią ruchomą (pionową) urządzenia, na wynik pomiaru. Zakładano, że będzie to kąt prosty, ale zostało stwierdzone że jest to trudne do uzyskania. Zmiana kąta wpływa na uzyskiwanie różnych wartości siły, brak powtarzalności pomiaru. Dlatego dokonano modyfikacji mającej na celu wyeliminowanie tego błędu. Rysunek 3 przedstawia zmianę, która została wykonana. Do podpory stopy została zamocowana rurka z obrotowym kółkiem na końcu, która umieszczona jest na tym samym poziomie co miejsce przyłożenia siły. Na długim

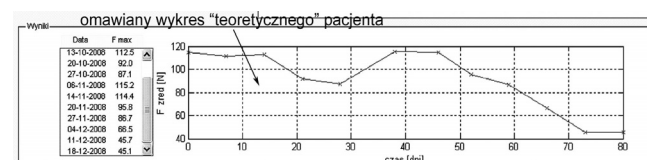
ramieniu zostało przymocowane drugie obrotowe kółko. Dzięki temu linka, która przymocowana jest do części ruchomej urządzenia, usytuowana jest niezmiennie pod kątem prostym w stosunku do ruchomego ramienia przyrządu.



Rys. 3. Urządzenie do pomiaru napięcia mięśni kończyn dolnych po modyfikacji
Fig. 3. Device for measurements of lower limb spasticity after modification

3. Wyniki badań

Ze względu na niedawne rozpoczęcie fazy klinicznej badań nad oceną wzmożonego napięcia z użyciem prezentowanej aparatury, nie zgromadzono jeszcze dostatecznej ilości wyników umożliwiających pełną jej prezentację. Dlatego przedstawione zostały wyniki „teoretycznego” pacjenta (rys. 4).



Rys. 4. Widok części ekranu komputera po wykonaniu pomiaru wraz z omawianym wykresem „teoretycznego” pacjenta

Fig. 4. View of the computer screen part after measurement showing a diagram of the “theoretical” patient

Pacjent J.K. lat 45 chorujący na postać wtórnie postępującą stwardnienia rozsianego od 10 lat. U badanego w objawach klinicznych dominuje niedowład spastyczny kończyn dolnych z przewagą strony lewej. Pierwsze badanie spastyczności, przy pomocy aparatu, przed rozpoczęciem farmakoterapii, oceniło nasilenie spastyki wyrażonej zmierzoną siłą o wartości 114,6 N. Leczenie rozpoczęto od podania niskich dawek Baclofenu (baklofen, 15 mg na dobę). Po 7 dniach oceniono wpływ leczenia na zmniejszenie spastyki. Niestety wynik badania nie wykazał jakiegokolwiek poprawy (111,7 N). Zwiększono dawkę leku do wartości 30 mg na dobę. Kolejny pomiar wykonano po tygodniu, również nie zauważono wpływu leczenia na spastykę. Dopiero dawka 45 mg na dobę (pomiar wykonany po 7 dniach od zwiększenia dawki leku) spowodowała widoczne w badaniu zmniejszenie spastyki do wartości zmierzonej siły równej 92 N. Niestety klinicznie wzmożone napięcie mięśniowe było na tyle duże, że nadal w dużym stopniu ograniczało samodzielność pacjenta. Dawkę leku zwiększono do 60 mg na dobę. Pomiar dokonany po tygodniu leczenia nie ujawnił, aby wyższa dawka miała wpływ na dalsze ustąpienie objawów spastyki (87,1 N). Postanowiono zmienić dotychczasowe leczenie Baclofenem na Sirdalud (tizanidyna). Odstawiając baclofen na 10 dni uzyskano powrót spastyki (115,2 N). Farmakoterapię Sirdaludem rozpoczęto od dawki 4 mg na dobę. Pomiar dokonany po 7 dniach nie wykazał istotnego wpływu leczenia na objawy – 114,4 N. Jednakże zwiększenie dawki do 6 mg na dobę dało już po 7 dniach zauważalną poprawę – 95,8 N. Dalsze zwiększanie dawek Sirdaludu powodowało stały spadek spastyczności. Przy dawce 8 mg – 86,7 N, 12 mg - 66,5 N, 18 mg – 45,7 N. Zwiększenie dawki do 20 mg na dobę nie spowodowało dalszego obniżenia spastyczności, co sugeruje, że optymalną

dawkę leczenia, do której powinno się powrócić jest 18 mg na dobę. Wartość napięcia mięśni wyrażonej siłą o wartości około 46 N pozwala już na samodzielność pacjenta.

4. Wnioski

Zaprojektowane i wykonane urządzenie diagnostyczne spełnia wszystkie założenia funkcjonalne postawione przez lekarzy. Pełna ocena przydatności konstrukcji może nastąpić tylko i wyłącznie po przeprowadzeniu prób w Klinice Chorób Układu Nerwowego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Urządzenie pozwala na miarodajną ocenę wzmożonego napięcia mięśniowego pacjenta, daje również możliwość porównania wyników badań zarówno danego, jak i różnych pacjentów. Uniwersalność urządzenia sprawia, że może być dostosowane do każdego indywidualnych cech pacjenta. Wbudowana w programie baza danych pozwala na szybkie odtworzenie i przesłanie historii pomiarów i ich wyników, zastosowanych leków i ich oddziaływania na przebieg leczenia, a także porównania wyników danego pacjenta z innymi posiadającymi podobne objawy chorobowe. Absolutnie nowatorski charakter urządzenia pozwala na zgłoszenie zastrzeżenia praw autorskich konstruktorów.

5. Literatura

- [1] Mumentaler M, Mattle H.: Neurologia. pod red. Podemskiego R. i Wendera M., Wydawnictwo Medyczne URBAN & PARTNER, Wrocław, 2003.
- [2] Prusiński A.: Podstawy neurologii klinicznej. PZWL, Warszawa, 1989.
- [3] Sinkjaer T.: Spastic movement disorder: impaired reflex function and altered muscle mechanics. *Dietz Lancet Neurol.* 2007; 6: 725-733.
- [4] Nielsen J.B., Crone C., Hultborn H.: The spinal pathophysiology of spasticity - from a basic science point of view. *Acta Physiol (Oxf).* 2007; 189: 171-180.
- [5] Bradley W.G., Daroff R.G., Fenichel G.M., Jankovic J.: Neurologia w praktyce Klinicznej. Zaburzenia Neurlogiczne. Wydawnictwo Czelej, Lublin 2006.
- [6] Petropoulou K.B., Panourias I.G., Rapidi C.A., Sakas D.E.: The phenomenon of spasticity: a pathophysiological and clinical introduction to neuromodulation therapies. *Acta Neurochir Suppl.* 2007; 97: 137-144.
- [7] Mayer N.H.: Clinicophysiological concepts of spasticity and motor dysfunction in adults with an upper motoneuron lesion. *Muscle & Nerve* 1997; (suppl 6): S1-S13.
- [8] Hufschmidt A, Mauritz K.H.: Chronic transformation of muscle in spasticity: a peripheral contribution to increased tone. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1985; 48: 676-685.
- [9] Thilmann A.F., Fellows S.J.: Garms E. The mechanism of spastic muscle hypertonus. *Brain* 1991; 114: 233-244.
- [10] Petropoulou K.B., Panourias I.G., Rapidi C.A., Sakas D.E.: The importance of neurorehabilitation to the outcome of neuromodulation in spasticity. *Acta Neurochir Suppl.* 2007; 97: 243-250.
- [11] Barnes M.P.: Postępowanie w spastyczności. *Farmakoterapia w psychiatrii i neurologii.* 2005; 3: 241-248.
- [12] Pandyan A.D., Johnson G.R., Price C.I., Curless R.H., Barnes M.P., Rodgers H.: A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clin. Rehabil.* 1999; 13: 373-383.
- [13] Józwick K., Ciepłucha J., Witkowski D.: Prototypowy przyrząd do pomiaru napięcia mięśni nóg pacjentów z chorobami układu nerwowego, sprawozdanie z wykonania pracy naukowo-badawczej, 2008, Łódź.
- [14] Zgłoszenie patentowe numer P386783, Urządzenie diagnostyczne, data zgłoszenia 11.12.2008.
- [15] Hesel R.: *Visual Programming with HP VEE*, Third edition, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1998.
- [16] Witkowski D., Pawełczyk M., Józwick K., Klimek A., Ciepłucha J.: System diagnostyczny napięcia mięśni kończyn dolnych u pacjentów z chorobami układu nerwowego. IX Sympozjum Modelowanie i Pomiary w Medycynie MPM' 2009, Maj 10-14, Krynica, 2009.

otrzymano / received: 02.07.2010

przyjęto do druku / accepted: 01.11.2010

artykuł recenzowany

INFORMACJE

Komisja Metrologii Oddziału PAN w Katowicach

Komisja Metrologii Oddziału PAN w Katowicach istnieje od roku 1975, tj od czasu utworzenia pierwszych komisji naukowych przy Oddziale PAN w Katowicach. Skupia ona członków z województw śląskiego, opolskiego i łódzkiego. Komisja liczy 64 członków, mających dorobek naukowy w dziedzinie metrologii, w tym 27 samodzielnych pracowników naukowych. Siedzibą Komisji Metrologii jest Instytut Automatyki Politechniki Śląskiej.

Dnia 26. listopada 2010 r. na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Pol. Śląskiej odbyło się doroczne Zebranie Ogólne Komisji, na które złożyło się seminarium naukowe, na którym wygłoszonych zostało 5 referatów naukowych, oraz zebranie sprawozdawczo-wyborcze. Sprawozdanie za ostatnią kadencję przedstawił Przewodniczący Komisji prof. dr hab. inż. Jerzy Frączek, który pełnił funkcję przewodniczącego od 1993 r. i nie podjął się kandydowania na następną kadencję. W wyniku wyborów władz Komisji na kadencję 2011 – 2014 na przewodniczącego został wybrany dr hab. inż. Stanisław Waluś prof. nzw. w Politechnice Śląskiej, na wiceprzewodniczących: dr hab. inż. Lech Borowik prof. nzw. w Politechnice Częstochowskiej i dr hab. Jerzy Duda prof. nzw. w Politechnice Opolskiej, a na sekretarza dr inż. Witold Ilewicz z Politechniki Śląskiej.

J. FRĄCZEK, S. WALUŚ