

Zaangażowanie Autorów

A – Przygotowanie projektu badawczego
 B – Zbieranie danych
 C – Analiza statystyczna
 D – Interpretacja danych
 E – Przygotowanie manuskryptu
 F – Opracowanie piśmiennictwa
 G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

A – Study Design
 B – Data Collection
 C – Statistical Analysis
 D – Data Interpretation
 E – Manuscript Preparation
 F – Literature Search
 G – Funds Collection

Piotr Tederko^{1,2(A,B,C,D,E,F)}, Marek Krasuski^{1,2(A,B,D,E)},
Julita Czech^{2(B)}, Agnieszka Dargiel^{3(B)},
Iwona Garwacka-Jodzis^{2(B)}, Anna Wojciechowska^{2(B)}

¹ Klinika Rehabilitacji Akademii Medycznej, Konstancin

² Oddział 2, Centrum Rehabilitacji, Konstancin

³ Oddział 6, Centrum Rehabilitacji, Konstancin

¹ Warsaw Medical University, Department of Rehabilitation, Konstancin

² Department 2, Rehabilitation Centre, Konstancin

³ Department 6, Rehabilitation Centre, Konstancin

Wiarygodność badania objawów klinicznych spastyczności u chorych po urazie rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym

Reliability of clinical spasticity measurements in patients with cervical spinal cord injury

Słowa kluczowe: uszkodzenie rdzenia kręgowego, zmodyfikowana

Skala Ashwortha, objawy przedmiotowe

Key words: spinal cord injury, Modified Ashworth Scale, signs

STRESZCZENIE

Wstęp. Zmodyfikowana Skala Ashwortha (MAS) jest najczęściej stosowanym testem klinicznym w ocenie spastyczności. Wśród objawów klinicznych spastyczności są również wygórowanie odruchów ścięgnistych, odruchy kloniczne i objaw Babińskiego. Ocena wiarygodności MAS i wyniki badania odruchów ścięgnistych, klonicznych oraz objawu Babińskiego (OSKB) u osób po urazie rdzenia kręgowego (URK).

Materiał i metody. 30 pacjentów (16 z całkowitym i 14 niepełnym deficitem neurologicznym), którzy doznali URK 4-66 miesięcy przed badaniem. Średni wiek 33,9 lat (odchylenie standardowe 14,7). Badanie MAS i OSKB przez 6 niezależnych obserwatorów.

Wyniki. Stwierdzono niedostateczną korelację wyników MAS ($ICC=0,56$) i dobrą korelację wyników OSKB ($ICC=0,81$). Korelacja między usrednionymi wynikami badania napięcia mięśniowego była dostateczna lub dobra (współczynnik Pearsona 0,67-0,9). Powtarzalność MAS jest niższa w kończynach dolnych, w kończynach z przykurczami stawowymi. Znamienne ($p<0,01$) lepsza powtarzalność MAS występuje u osób powyżej 30 roku życia. Występuje pozytywna zależność powtarzalności MAS od stanu funkcjonalnego. Nie obserwano zależności powtarzalności wyników MAS od ŚNM, płci, czasu od urazu.

Wnioski. Badanie MAS u pacjentów po urazie rdzenia kręgowego w odniesieniu do poszczególnych grup mięśniowych ma niską wiarygodność, może stanowić podstawę oceny globalnego napięcia mięśniowego. Powtarzalność MAS jest gorsza u młodszych pacjentów. MAS nie nadaje się do oceny pacjentów z przykurczami stawowymi. Test odruchów ścięgnistych, klonicznych i objawu Babińskiego charakteryzuje się dobrą wiarygodnością u osób z URK.

SUMMARY

Background. The Modified Ashworth Scale (MAS) is the most popular clinical measure of spasticity. Other clinical signs of spasticity include hyperactive tendon reflexes, myoclonus and the Babinski sign. The aim of the study was to assess the reliability of the MAS with myoclonic and tendon reflex examination (MTR) and the presence of the Babinski sign in patients with spinal cord injury (SCI).

Material and methods. 30 patients (16 with complete and 14 with incomplete neurological deficit) who sustained cervical SCI 4-66 months prior to the study. Mean age 33.9 years ($SD=14.7$). 6 independent observers rated MAS and MTR in each patient.

Results. Poor interrater reliability of MAS ($ICC=0.56$) and good reliability of MTR ($ICC=0.81$) were demonstrated. There was satisfactory to good correlation between averaged MAS rates (Pearson coefficient 0.67-0.9). MAS reliability was lower in the lower limbs and when joint contractures were present. Significantly ($p<0.01$) lower MAS repeatability was noted in subjects below 30 years of age. There was a positive correlation between patient functional status and MAS repeatability. MAS reliability did not depend on mean muscle tone, sex, or time since injury.

Conclusions. Although MAS does not reliably assess the tone of individual muscle groups in patients with SCI, it may be helpful in assessing overall muscular tone. MAS repeatability is lower in younger patients. MAS is inappropriate for the assessment of patients with joint contractures. An examination of tendon reflexes, myoclonus and the Babinski sign is reliable in SCI patients.

Liczba słów/Word count: 9755

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 42

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Piotr Tederko

05-511 Konstancin, ul. Wierzejewskiego 12
 tel./fax: (0-22) 711-90-16, e-mail: pited@esculap.pl; tederko@mp.pl

Otrzymano / Received
 Zaakceptowano / Accepted

02.01.2007 r.
 12.06.2007 r.

WSTĘP

Objawy spastyczności obecne są u 65-78% osób w odległym okresie po urazie rdzenia kręgowego (URK) [1]. 40% niepełnosprawnych w wyniku URK odczuwa dyskomfort związany ze spastycznością. Spastyczność może być źródłem bólu, męczliwości, zaburzeń snu, zwiększa ryzyko przykurczów i odleżyn, zmniejsza poczucie bezpieczeństwa, zwykle pogarsza lokomocję i wydolność w zakresie codziennych czynności [2]. Nasilenie spastyczności nie jest jednak jednoznacznie skorelowane z ubytkiem funkcjonalnym [3,4]. U pacjentów po udarze mózgu i po URK spastyczność może polepszać funkcję, np. wzrost napięcia prostowników ułatwia utrzymywanie postawy stojącej [5,6].

Według klasycznej definicji Lance'a z 1980 roku spastyczność to wchodzące w skład zespołu uszkodzenia górnego motoneuronu zaburzenie motoryczne polegające na zależnym od szybkości rozciągania mięśnia wygórowaniem odruchów tonicznych (podwyższenie napięciamięśniowego), ścięgnistych, wynikające z nadaktywności odruchu rozciągowego [7]. Niektórzy autorzy zajmujący się klinicznymi i laboratoryjnymi badaniami nad patomechanizmem, obrazem klinicznym i konsekwencjami spastyczności tworzyli własne określenia spastyczności niezależne od definicji Lance'a. Według części badaczy klonusy, wygórowanie odruchów ścięgnistych i mimowolne skurczemięśniowe należą do objawów spastyczności [8,9], podczas gdy inni nie włączają ich do ścisłej definicji zjawiska rozumianego przez nich jako zwiększone napięciemięśniowe [10,11,12]. Autorzy niniejszego doniesienia skłaniają się ku poglądom, że przez spastyczność należy rozumieć wygórowanie odruchów ścięgnistych, mimowolne skurcze i wzmożone napięciemięśniowe.

Według Decq [13] spastyczność tworzą trzy składowe:

1. wewnętrzna toniczna, której istotą jest wzrost napięciamięśni – toniczna nadpobudliwość na rozciąganie, związana z obecnością przedłużonych asynchronicznych wyładowań w neuronach ruchowych. Odnerwienie dolnych motoneuronów częściowo prowadzi do spadku ich aktywności, potem zaś do obniżenia progu pobudliwości i zwiększenia amplitudy odpowiedzi w wyniku nadwrażliwości presynaptycznej na neurotransmitery;
2. wewnętrzna fazalna polegająca na synchronicznych wyładowaniach w motoneuronach manifestuje się wygórowaniem odruchów ścięgnistych i klonusami będącymi objawem krótkotrwałych napięciemieśni. Inna teoria tłumaczy aktywność kloniczną działaniem centralnego rdzeniowego generatora oscylujących skurczów. Dowodami na

BACKGROUND

Signs of spasticity are present in 65-78% of patients who sustained spinal cord injury (SCI) a long time ago [1]. Forty per cent of patients disabled as a result of SCI report discomfort associated with spasticity. Spasticity may cause pain, fatigability, sleep disturbances, increased risk of contractures and decubitus ulcers, decreased sense of security, usually impaired locomotion and ability to perform daily activities [2]. Nevertheless, the severity of spasticity is not unambiguously correlated with functional deficits [3,4]. In stroke and SCI patients, spasticity may improve function: e.g. an increase in extensor tone facilitates the maintenance of a standing position [5,6].

According to the Lance's classic definition from 1980, spasticity is a motor disorder representing a component of the upper motor neuron syndrome and consisting in velocity dependent increase of tonic stretch reflexes and hyperactive tendon jerks, which is caused by hyperactivity of the extension reflex [7]. Some authors involved in clinical and laboratory research on the pathomechanism, clinical picture and sequelae of spasticity have developed their own definitions of spasticity regardless of the one suggested by Lance. Some of them regard clonus, increased tendon reflexes and involuntary muscle contractions as signs of spasticity [8, 9], while others exclude those from the definition of spasticity, which they perceive as an increased muscle tone [10,11,12]. The authors of this article are inclined to understand spasticity as the combination of hyperactive tendon reflexes, involuntary contractions and increased muscle tone.

According to Decq [13], spasticity has three components:

- 1) Intrinsic tonic component, consisting in an increased tone of muscles – tonic hyperexcitability to stretching associated with the presence of prolonged asynchronous discharges in motor neurons. Denervation of lower motor neurons initially decreases their activity and later reduces their excitability threshold and increases response amplitude as a result of presynaptic hypersensitivity to neurotransmitters;
- 2) Intrinsic phasic component, consisting in synchronous discharges in motor neurons, is manifested by increased tendon reflexes and clonus representing a sign of transient elevations of muscle tone. Another theory explains clonus activity in terms of the action of a central spinal generator of oscillating contractions. Evidence of its existence is proposed to include the possibility of eliciting clonus without preliminary muscle stretching,

- jego istnienie miałyby być możliwość powstania klonusu bez wstępного rozciągania mięśni, stała, niezależna od częstotliwości pobudzeń częstość napięć klonicznych oraz brak możliwości wywołania odruchu H w fazie refrakcji klonusu [14]. Natura fazalnej składowej spastyczności nie jest do końca wyjaśniona;
3. zewnętrzna polega na zaburzeniu polisynaptycznych odruchów rdzeniowych. Efektem jest obniżenie progu pobudliwości odruchów wycofania wywołanych drażnieniem skóry. Odruchy te u osób po URK mają wskutek aktywacji intrasegmentalnych polisynaptycznych połączeń charakter uogólnionych skurczów zgięciowych kończyny dolnej [13,15].

Określenie nasilenia spastyczności jest jednym z podstawowych elementów badania klinicznego i funkcjonalnego osoby po URK [6,16]. Ma ono znaczenie zarówno w ocenie wstępnej, jak i monitorowania przebiegu choroby czy też wyników leczenia zmierzającego do normalizacji uogólnionego napięcia mięśni, bądź napięcia wybranych grup mięśniowych. Jednak wobec braku jednoznacznej definicji zjawiska w użyciu pozostaje wiele metod pomiarowych uwzględniających różne aspekty spastyczności – kliniczne, neurofizjologiczne, elektrofizjologiczne (odruch H, odruch T, odruch rozciągowy) [17,18], biomechaniczne (pomiar mechanicznego oporu w ruchu biernym) [1,19]. Wyniki badania z zastosowaniem różnych metod pomiaru spastyczności słabo korelują między sobą [6,17,18, 20,21,22]. Platz identyfikuje 24 kliniczne skale określające nasilenie spastyczności i pokrewnych zjawisk [23]. Skale te w zasadniczy sposób różnią się metodą badania, zatem założyć można, że opisują różne patofizjologiczne reakcje [16,22,24]. Żadna z tych skali stosowana wybiórczo nie spełnia wymogów wysokiej specyficzności i rzetelności [25]. W badaniach laboratoryjnych zaleca się jednocześnie stosowanie pomiarów z różnych grup [17,18].

Najbardziej rozpowszechniona w użyciu klinicznym ze względu na nieskomplikowany protokół wykonania jest obecnie zmodyfikowana skala Ashwortha [1].

Skala Ashwortha (AS – Ashworth Scale) jest używana od 1964 roku [26]. Rozróżnia ona 5 stopni napięcia mięśniowego, stwierdzanego przy ruchu biernym:

- „0” – nie ma zwiększonego napięcia
- „1” – zwiększone napięcie mięśniowe powoduje „przytrzymanie” podczas poruszania kończyną ustawnioną wyściowo w zgięciu lub wyprosie;
- „2” – napięcie jest bardziej zaznaczone, ale kończyna może być poruszana z łatwością;

constant frequency of clonus that is independent of the frequency of stimulation, and the inability to elicit an H reflex during clonus refraction [14]. The nature of the phasic component of spasticity has not been fully elucidated;

- 3) Extrinsic component consists in a disturbance of polysynaptic spinal reflexes resulting in a decreased excitability threshold for withdrawal reflexes induced by irritating the skin. In patients after SCI, these reflexes are manifested as generalised flexion contractions of the lower limb due to activation of intrasegmental polysynaptic connections [13,15].

Determination of the severity of spasticity is a basic element of the clinical and functional examination of an SCI patient [6,16]. It is important not only for baseline assessment but also for monitoring the course of disease or results of treatment aiming to reduce overall muscle tone elevation or to normalize tone in selected muscle groups. However, due to lack of consensus on a definition of this phenomenon, a number of measurement methods are in use, targeting various aspects of spasticity: clinical, neurophysiological, electrophysiological (H reflex, T reflex, stretch reflex) [17,18] and biomechanical (measuring mechanical resistance during passive movements) [1,19]. The results of examinations employing different methods for spasticity measurement are inconsistent [6,17,18, 20,21,22]. Platz identified 24 clinical scales describing the severity of spasticity and associated phenomena [23]. As the scales are essentially different in terms of examination methodology, they can be assumed to describe different pathophysiological responses [16,22,24]. None of the scales meets the criteria of high specificity and reliability when used alone [25]. Laboratory studies should employ measurements from various groups [17,18].

Due to simplicity of use, the Modified Ashworth Scale (MAS) is currently the most popular clinical measure of spasticity [1].

The Ashworth Scale (AS) has been used since 1964 [26]. It distinguishes the following 5 levels of muscle tone during passive movements:

- '0' – no increased tone;
- '1' – increased muscle tone causes a 'catch' when the limb is moved in flexion or extension;
- '2' – the tone is more pronounced but the limb can be moved easily;
- '3' – significantly increased tone impedes passive movements;
- '4' – the limb is rigid in flexion or extension.

In 1987, Bohannon and Smith modified the Ashworth Scale in order to enhance the sensitivity of the test for low values [11]. They introduced a '1+' grade for movement with a slight 'catch'. According to the Modified Ashworth Scale:

- „3” – znaczne zwiększenie napięcia utrudnia wykonanie ruchu biernego;
„4” – napięcie powoduje usztywnienie kończyny w zgięciu lub wyproście.

W 1987 roku Bohannon i Smith zmodyfikowali skalę Ashwortha celem poprawy czułości testu w zakresie pomiarów o niskich wartościach. [11]. Wprowadzając punkt „1+” rozróżnili zakres ruchu, w którym stwierdzało się delikatne „przytrzymywanie”. Według MAS (Modified Ashworth Scale):

„1” oznacza niewielkie zwiększenie napięcia mięśniowego przejawiające się „przytrzymywaniem” i „zwalnianiem” lub minimalnym oporem wyczuwalnym pod koniec zakresu ruchu biernego wykonywanego blisko położenia skrajnego (zgięcia lub wyprostu);

„1+” występuje, gdy owo „przytrzymywanie” lub „zwalnianie” wyczuwa się przez mniej niż połowę zakresu ruchu;

„2” oznacza obecność zwiększonego napięcia przez cały zakres ruchu, ale badaną częścią ciała można poruszać z łatwością.

Punkty „0”, „3” i „4” pozostają jak w oryginalnej AS.

Metodyka badania zakłada wykonanie ruchu biernego między ustawieniami skrajnymi w ciągu 1 sekundy [11]. Jest to jedyna wzmianka dotycząca szybkości wykonywania ruchu. Warto zwrócić uwagę na brak precyzji określeń „przytrzymywanie” i „zwalnianie” [3], a także subiektywny walor określeń „kończyna może być poruszana z łatwością” czy „znaczne zwiększenie napięcia”. Niektórzy badacze podkreślają, że modyfikacja obniża wiarygodność badania, stwarzając trudności interpretacyjne w rozróżnieniu między „1” i „1+”. Napięcie mięśniowe najczęściej badane jest w stawach o jednopłaszczyznowym ruchu tzn. ramienno-łokciowym, kolanowym i skokowo-goleniowym [27].

Według Adamsa i Platza idealna skala oceny spastyczności powinna pozwolić nie tylko na obiektywną ocenę stopnia i natury spastyczności, ale również uwzględniać subiektywne dolegliwości i globalną funkcję i być przydatna w ocenie poprawy po leczeniu ogólnym czy miejscowym [1,23].

Skale AS i MAS spotykają się ze zróżnicowaną oceną wiarygodności [1]. Rzetelność wewnętrzna skal uzyskuje oceny między 0,55-0,83, a zewnętrzna w zakresie 0,45-0,84 [3], przy czym skala MAS ma gorsze notowania wiarygodności niż AS [27, 29]. Pandyan i Burridge zwracają uwagę na brak standaryzacji tych skali [25,27]. Większość prac ocenia przydatność AS i MAS w badaniu osób po udarze bądź urazie mózgu oraz dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym (MPD) [19,20,30,31,32,33,34,35],

‘1’ signifies a slight increase in the muscle tone manifested by a ‘catch’ and ‘release’ or minimal resistance felt close to the end of the range of passive movement carried out close to outermost positions (flexion or extension);

‘1+’ means that the ‘catch’ or ‘release’ is felt within less than half of the movement range;

‘2’ indicates the presence of an increased tone throughout the range of movement but the affected body part can be moved easily.

Grades ‘0’, ‘3’ and ‘4’ remain unchanged.

The examination technique consists in performing passive movements from one outermost position to the other lasting 1 second [11]. This is the only mention of the movement velocity. It should be pointed out that the expressions ‘catch’ and ‘release’ [3] are rather imprecise, while the statements ‘the limb can be moved easily’ or ‘a significant increase in the tone’ tend to be subjective. Some researchers point out that the modification reduces reliability of the examination as it is difficult to interpret the distinction between grade ‘1’ and ‘1+’. Muscle tone is most frequently studied in joints enabling movement in one plane, i.e. the humero-ulnar joint, knee and ankle [27].

According to Adams and Platz, an ideal scale for spasticity assessment should not only enable an objective evaluation of the degree and nature of spasticity, consider the patient's subjective complaints and global function but also be useful for the assessment of improvement after systemic or topical treatment [1,23].

There are different opinions on the reliability of the AS and MAS scales [1]. Assessments of internal reliability of the scales range from 0.55 to 0.83, and external reliability ranges from 0.45 to 0.84 [3], with the MAS being perceived as less reliable than the AS [27,29]. Pandyan and Burridge point out that both scales are not standardised [25,27]. Most papers assess the usefulness of MAS and AS for the examination of stroke or brain injury patients and children with cerebral palsy [19,20,30,31,32,33,34,35], while only a few assess the reliability of the scales for the examination of SCI patients [21,29,36]. The different conclusions found in the above papers suggest that spasticity assessment in SCI patients requires a different methodology than that used for patients with disorders of another aetiology.

The aim of the study was to assess the reliability of the MAS with myoclonic and tendon reflex examination (MTR) and the presence of the Babinski sign in patients with spinal cord injury (SCI).

zaś prac oceniających wiarygodność skali w badaniu osób po URK jest mało [21,29,36]. Różnice we wnioskach ze wspomnianych publikacji sugerują, że badanie spastyczności u osób po URK wymaga odmiennego podejścia metodologicznego niż u pacjentów z inną etiologią zaburzenia.

Ocenę wiarygodność MAS i wyniki badania odruchów ścięgnistych, klonicznych oraz objawu Babińskiego (OSKB) u osób po urazie rdzenia kręgowego (URK).

MATERIAL I METODY

30 osób z deficytem neurologicznym w następstwie URK w odcinku szyjnym hospitalizowanych w Centrum Rehabilitacji w Konstancinie między kwietniem a sierpniem 2006. W skład grupy weszło 23 mężczyzn i 7 kobiet. Wiek badanych: 17-65 (median 29; średnia 33,9) lat. U 16 osób rozpoznano porażenie, u 14 – niedowład czterokończynowy. Czas od urazu kręgosłupa wynosił w badanej grupie 4-66 (średnio 14,1) miesięcy.

Stan funkcjonalny: wśród badanych znalazło się 5 osób leżących, 14 przystosowanych do pozycji siedzącej, 11 osób przystosowanych do pozycji stojącej bądź chodzących. 6 pacjentów przyjmowało w trakcie badania jeden lub więcej spośród niżej wymienionych leków obniżających napięcie mięśniowe:

- baklofen (doustnie; w dawkach podzielonych; średnia dawka dobowa 42 mg) – lek obniżający napięcie mięśniowe poprzez normalizację działania interneuronów. Baklofen według doświadczeń Milanova osłabia objaw Babińskiego, nie redukuje siły skurczu dowolnego, odruchów ścięgnistych i klonicznych. [37] Efekt dokonuje się za pośrednictwem układu GABA-ergicznego.
- tyzanidyna (doustnie; w dawkach podzielonych; średnia dawka dobowa: 8 mg), preparat redukujący napięcie mięśniowe prawdopodobnie poprzez wpływ na alfa-2-receptory i presynaptyczne, hamuje pobudliwość alfa-motoneuronów i pozostaje bez wpływu na pozostałe komponenty spastyczności [38].
- tetrazepam (doustnie; w dawkach podzielonych; średnia dawka dobowa 33 mg) – substancja, która oddziałuje na napięcie mięśni poprzez wzrost inhibicji presynaptycznej za pośrednictwem układu GABA-ergicznego. Tetrazepam ma niewielki wpływ na nasilenie odruchów ścięgnistych, klonicznych i objaw Babińskiego i nie redukuje siły skurczu dowolnego [39]
- mesylat pridinolu (doustnie; w dawkach podzielonych; średnia dawka dobowa 7 mg) lek o ośrodku-

MATERIAL AND METHODS

The study population consisted of 30 patients with neurological deficit following cervical SCI hospitalized in the Rehabilitation Center in Konstancin between April and August 2006. The group included 23 men and 7 women aged 17-65 years (median 29; mean 33.9). Sixteen patients were diagnosed with tetraparesis and fourteen with tetraparesis. The time from spinal injury ranged from 4 to 66 months (mean 14.1).

The functional status of the patients was as follows: 5 patients were unable to sit up, 14 patients were adapted to sitting position and 11 patients were adapted to standing position or were able to walk. Six patients were administered one or more of the following drugs to decrease muscle tone during the study:

- baclofen (administered orally in divided doses, mean daily dose was 42 mg) – decreases muscle tone through normalization of interneuron activity. According to Milanov's experiments, baclofen reduces the Babinski sign, but does not decrease the strength of voluntary contraction, tendon and clonus reflexes [37]. The effect is mediated by the GABA-ergic system.
- tizanidine (administered orally in divided doses, mean daily dose was 8 mg) – reduces muscle tone, probably through exerting an effect on alpha-2 and presynaptic receptors, it inhibits the excitability of alpha motor neurons and does not have any effect on the remaining spasticity components [38].
- tetrazepam (administered orally in divided doses, mean daily dose was 33 mg) – exerts an effect on muscle tone through increasing presynaptic inhibition via the GABA-ergic system. Tetrazepam has little effect on the intensity of tendon reflexes, myoclonus and the Babinski sign, and it does not reduce the strength of voluntary contractions [39].
- pridinol mesylate (administered orally in divided doses, mean daily dose was 7 mg) – has a parasympatholytic effect on the central and peripheral nervous system.

kowym i obwodowym działaniu parasympatyko-litycznym.

W badaniu uczestniczyło 6 niezależnych obserwatorów – 3 specjalistów z rehabilitacji medycznej i 3 rezydentów w trakcie specjalizacji (w 13-15 miesiącu szkolenia). Wszyscy pracują w pełnym wymiarze godzin w oddziałach rehabilitacji, mając na co dzień kontakt z pacjentami po URK.

Badanie objawów spastyczności przeprowadzano w kolejnych dniach zawsze w godzinach rannych, przed śniadaniem, przed opuszczeniem łóżka i rozpoczęciem przez chorego ćwiczeń biernych lub czynnych. Kryteria włączenia wyników do analizy:

- okres między urazem a włączeniem do grupy danej był nie mniejszy niż 4 miesiące;
- temperatura ciała pacjentów zmierzona w kolejnych dniach badania nie wykazywała odchyлеń większych niż 0,5°C;
- u pacjentów przyjmujących leki wpływające na napięcie mięśniowe nie dokonywano w okresie badania zmian w zakresie farmakoterapii.

Badanie objawów spastyczności obejmowało:

- określenie napięcia mięśniowego według MAS oddziennie dla lewej i prawej kończyny górnej w następujących stawach: barkowo-ramienny, łokciowy, nadgarstkowo-promieniowy, śródłaczno-paliczkowy i międzypaliczkowy kciuka, śródłaczno-paliczkowe i międzypaliczkowe II-V oraz oddziennie dla lewej i prawej kończyny dolnej w stawach: biodrowym, kolanowym, skokowo-goleniowym;
- ocenę odruchów ścięgnistych z mięśni dwugłówego, trójdzielnego ramienia, czworogłówego uda, trójdzielnego łydki w 5-ciostopniowej skali: „0” – brak odruchu; „1” – odruch osłabiony; „2” – prawidłowy; „3” – wzmożony; „4” – kloniczny;
- badanie obecności objawu Babińskiego, rzepko-trząsu i stopotrząsu.

W analizie powtarzalności wykorzystano współczynnik korelacji międzyklasowej (ICC-A) pomiędzy 16-elementowymi zbiorami wyników napięcia mięśniowego według MAS. Różnice między wartościami „0-1”, „2-3” oraz „3-4” ustalono na 1 punkt, zaś różnice „1-1+” i „1+2” na 0,5 punktu. Celem oceny powtarzalności badania odruchów, klonusów i objawu Babińskiego obliczano współczynnik korelacji międzyklasowej (ICC-R) dla 16-elementowych zbiorów wyników opisujących nasilenie oduchów.

WYNIKI

Szczegółowe wyniki badania przedstawia tabela 1. Wskaźnik ICC-A uśredniony dla wszystkich pacjentów badanych przez wszystkich obserwatorów

Six independent observers (3 medical rehabilitation specialists and 3 residents during their specialization period: 13-15th month of training) participated in the study. All of them work full-time in rehabilitation departments and have daily contact with SCI patients.

Examination of spasticity signs was performed on consecutive days, always in the morning, before breakfast, before the patient got out of bed and started passive and active exercises. The criteria for inclusion of the results in subsequent analyses were as follows:

- the time between the injury and admission to the study group was at least 4 months;
- body temperature measured on consecutive days of the study did not vary by more than 0.5°C;
- in patients treated with myorelaxant drugs, the pharmacotherapy regimens did not change during the study.

The examination of spasticity signs included:

- determination of muscle tone according to MAS, separately for the left and right upper limb in the following joints: humeral, ulnar, radiocarpal, metacarpophalangeal and interphalangeal joint of thumb, metacarpophalangeal and interphalangeal joints of fingers II-IV, as well as separately for the left and right lower limb in the following joints: coxofemoral, knee and ankle.
- assessment of tendon reflexes for the following muscles: biceps and triceps of arm, quadriceps of thigh and triceps of calf on a 5-grade rating scale, where: '0' – no reflex, '1' – weak reflex, '2' – normal reflex, '3' – increased reflex and '4' – myoclonus.
- tests for the presence of the Babinski sign, patellar clonus and ankle clonus.

Analysis of repeatability used an interclass correlation coefficient (ICC-A) for 16-element sets of MAS muscle tone scores. Differences between the values '0-1', '2-3' and '3-4' were regarded as equivalent to one point, while differences between the values '1-1+' and '1+2' were regarded as equivalent to half a point. An interclass correlation coefficient (ICC-R) was also calculated for 16-element sets of reflex intensity scores to assess the repeatability of the results of examination of reflexes, clonus and the Babinski sign.

RESULTS

Table 1 presents detailed results of the study. The averaged ICC-A for all patients examined by all observers was 0.56. The coefficient reflects the repe-

Tab. 1. Wyniki: R – rezydenci, S – specjalisi; ŚNM – średnie napięcie mięśniowe; ICC-A – uśredniony współczynnik korelacji międzyklastowej wyników badania napięcia mięśniowego NOŚ – średnie nasilenie odruchów ścięgnistych; OK – częstość wykrywania stopotrusa i rzepkotrusa; OB – częstość wykrywania pozytywnego objawu Babińskiego, ICC-R – uśredniony współczynnik korelacji międzyklastowej wyników badania odruchów

Tab. 1. Results: R – residents; S – specialists; ŚNM – mean muscular tone; ICC-A – mean interclass correlation coefficient of muscle tone examination results; NOŚ – mean intensity of tendon reflexes; OK – incidence of myoclonus; OB – incidence of Babinski sign; ICC-R – mean interclass correlation coefficient of myoclonus and tendon reflex examination results

Zmienna Parameter	Liczba badanych Number of patients	ŚNM	ICC-A	NOŚ	OK	OB	ICC-R
Wiek Age	do 29 roku życia 29 years or less	13	2.21	0.45	3.10	43.6%	70.1%
	od 30 roku życia 30 years or more	17	1.83	0.67	2.87	15.7%	54.2%
Płeć Sex	kobiety women	7	1.96	0.56	2.67	22.2%	43.0%
	mężczyźni men	23	2.14	0.55	3.02	37.9%	70.5%
Stan neurologiczny Neurological status	porażenie paralysis	16	2.08	0.56	2.70	31.0%	54.8%
	niedowład paresis	14	2.07	0.59	3.25	34.4%	65.6%
Lokalizacja uszkodzenia Site of injury	C5 i wyżej C5 and higher	19	2.22	0.51	3.00	32.9%	62.7%
	C6 i niżej C6 and lower	11	1.83	0.64	2.84	32.1%	57.5%
Stan funkcjonalny Functional status	leżący unable to sit up	5	1.70	0.21	2.25	7.0%	24.0%
	siedzący sitting	14	1.87	0.60	2.87	27.2%	64.7%
	chodzący walking	11	2.42	0.69	3.35	43.5%	73.1%
Farmakoterapia Spastyczności pharmacotherapy for spasticity	tak yes	6	2.17	0.55	2.95	34.9%	59.1%
	nie no	24	1.89	0.56	2.93	27.6%	64.3%
Ocena specjalistów Rating by specialists	30	2.04	0.56	3.11	33.0%	60.6%	0.83
Ocena rezydentów Rating by residents	30	2.12	0.55	2.78	32.7%	61.2%	0.78
Ogółem Overall	30	2.08	0.56	2.94	32.5%	60.9%	0.81

wynosił 0,56. Wskaźnik ten odzwierciedla powtarzalność wyników badania napięcia poszczególnych grup mięśniowych.

Dla każdego z wyników MAS wyliczono średnią określana dalej jako „średnia wartość napięcia mięśni – ŚNM”. Metodą regresji prostej porównano serie ŚNM uzyskane przez poszczególnych badaczy. Współczynnik korelacji Pearsona między seriami ŚNM znajdował się w przedziale dość wysokich wartości od 0,668 do 0,892 (medianą 0,793). Istnieje znamienista korelacja wartości ŚNM uzyskanych przez rezydentów i specjalistów (współczynnik korelacji Pearsona 0,82; p<0,001).

Uśredniony dla wszystkich badań wskaźnik ICC-R (powtarzalność wyników badania odruchów) wynosił 0,81.

ability of muscle tone scores for individual muscle groups. For each MAS score, the researchers calculated its mean value, referred to as 'the mean value of muscle tone (SNM)'. Simple regression was used to compare series of SNMs obtained by different observers. Pearson's coefficient of correlation between SNM series was quite high, ranging from 0.668 to 0.892 (median 0.793). There was a significant correlation between SNM values obtained by residents and specialists (Pearson coefficient 0.82; p<0.001).

The averaged ICC-R for all examinations (repeatability of reflex scores) was 0.81.

Tab. 2. Powtarzalność badania napięcia mięśniowego według MAS (ICC-A) i odruchów spastycznych (ICC-R) w zależności od czasu upływającego od urazu

Tab. 2. Repeatability of muscular tone examination results according to MAS (ICC-A), repeatability of myoclonus and tendon reflex examination (ICC-R) vs. time since injury

Czas od urazu Time since injury	Średnia wartość ICC-A Mean ICC-A	Średnia wartość ICC-R Mean ICC-R
4–6 miesięcy 4-6 months	0.49	0.78
7–12 miesięcy 7-12 months	0.68	0.83
13–66 miesięcy 13-66 months	0.51	0.83

ANALIZA I OMÓWIENIE

Według kryteriów ustanowionych przez Hopkinsa ICC o wartościach poniżej 0,7 świadczy o słabej korelacji wyników [40]. Currier [41] podaje, że ICC poniżej 0,6 wskazuje na brak użytecznej korelacji. Szczegółowy wynik badania napięcia w poszczególnych 16 grupach mięśniowych nie spełnia kryteriów użytecznej klinicznie powtarzalności. Istotną przyczyną może być zależność nasilenia objawów spastyczności od licznych i często trudnych do obiektywizacji czynników zewnętrznych i wewnętrznych takich jak: uprzednia aktywność, pozycja ciała, przyjmowane leki, obecność ognisk zapalnych, stan emocjonalny czy nawet warunki atmosferyczne [1,5,31]. Skold stwierdził znaczne fluktuacje poziomu spastyczności u pacjentów po URK w ciągu dnia [36]. Autorzy zdają sobie sprawę, że protokół niniejszego badania, mimo iż jest bardziej restrykcyjny niż warunki panujące w sytuacji rutynowego badania klinicznego, nie eliminuje wszystkich czynników wpływających na nasilenie objawów spastyczności będących źródłem błędów pomiarowych.

Zarzutem podważającym trafność skali MAS i AS w odniesieniu do spastyczności jest niska specyficzność badanych objawów [16, 20]. Główny parametr oceny – opór w czasie ruchu biernego – może mieć wiele składowych:

1. bezwładność kończyny
2. mechaniczno-elastyczny opór tkanek. W wyniku niedowładu spastycznego kończyna może przez długi czas pozostawać w nawykowym, często niekorzystnym ustawnieniu. Niedostatek ruchu biernego prowadzi do zmian struktury kolagenu, w wyniku czego sztywność tkanek może wzrastać o 95–200% [3]. Także zmiany w składzie włókien mięśniowych – wzrost ilości włókien typu I kosztem włókien typu IIa i IIb mogą obniżać podatność mięśni na rozciąganie
3. dowolny skurcz mięśnia
4. odruchowy toniczny skurcz mięśnia.

ANALYSIS AND DISCUSSION

According to the criteria established by Hopkins, an ICC below 0.7 demonstrates a poor correlation of results [40]. Currier [41] argues that an ICC below 0.6 indicates the absence of useful correlation. The detailed results of tone examination in 16 different muscle groups did not meet the requirements for clinically useful repeatability. To a significant degree, this fact may be attributed to the severity of spasticity signs being dependent on numerous and external and internal factors that are frequently difficult to rate objectively, such as: prior activity, position of the body, concomitant medications, presence of inflammatory focuses, the patient's emotional status or even weather conditions [1,5,31]. Skold found considerable diurnal fluctuations in spasticity level in SCI patients [36]. The authors recognise that the protocol of this study, although more restrictive than the conditions of a routine clinical examination, did not eliminate all factors influencing the intensity of spasticity signs that can give rise to measurement error.

The low specificity of the investigated signs questions the reliability of the MAS and AS scales for the assessment of spasticity [16,20]. The main parameter of the assessment, i.e. resistance during passive movements, can have many components:

1. inertia of the limb;
2. mechanical and elastic resistance of tissues. In spastic paresis, the limb may remain in a habitual, frequently unfavourable position for a long time. A lack of passive movements causes structural changes in collagen resulting in stiffness of tissues increasing by 95%-200% [3]. Changes in the composition of muscle fibres, an increase in the number of fibres I and decrease in fibres IIa and IIb, may also reduce muscle susceptibility to stretching;
3. voluntary contraction of the muscle;
4. involuntary tonic contraction of the muscle.

Badanie według wytycznych AS i MAS nie rozróżnia tych przyczyn [3]. Konsekwentne trzymanie się definicji Lance'a sugeruje potrzebę powtarzania badania oporu mięśni przy wykonywaniu ruchu biernego z różną szybkością. Wymóg ten spełnia między innymi skala Tardieu, jednak metoda ta jest obecnie słabo rozpowszechniona [3,5,16,30].

Mehrholz ocenia wiarygodność MAS jako nieadekwatną lub co najwyżej umiarkowaną w odniesieniu do nieprzytomnych pacjentów po uszkodzeniu mózgu [30]. W pracy Fosang [35] znaleziono dowody na znamiennie niższą wiarygodność MAS w porównaniu do skali Tardieu i wyników badania biernego zakresu ruchów u dzieci z MPD. Wartość tych dwóch ostatnich testów pomiarowych została oceniona na dostateczną. Doniesienie Gregsona z 1999 roku [32] jest jedną z nielicznych publikacji przemawiających za wysoką rzetelnością wewnętrzną badania MAS (współczynnik kappa 0,83). Próbę przeprowadziło 2 obserwatorów na grupie 32 osób we wcześniejszym okresie po udarze mózgu. Benz badając 32 pacjentów 2-12 tygodni po udarze mózgu zauważa lepszą powtarzalność oceny napięcia mięśniowego według MAS w strefie niskich wartości (0-1) [24]. Cooper obserwuje dobrą korelację wyników badania według MAS z prowadzonym jednocześnie globalnym pomiarem elektromiograficznym [19].

Wynik MAS słabo koreluje z subiektywnym odczuwaniem napięcia mięśni u osób po URK. Zdaniem Lechnera MAS nie przynosi istotnej informacji o spastyczności i jej wpływie na funkcjonowanie i samopoczucie osoby po URK [21].

Słaba powtarzalność jest rezultatem niskiej specyficzności testu, braku możliwości wyeliminowania czynników generujących błąd i nieuwzględnienia w protokole testu indywidualnych wahań napięcia mięśniowego. Wobec braku powszechnej zgodności w sprawie definicji spastyczności powstaje wątpliwość czy parametr mierzony przez MAS można określić jako spastyczność.

Pomimo, że MAS nie pozwala na powtarzalny pomiar napięcia w poszczególnych grupach mięśniowych, uśredniony wynik (SNM) dostatecznie lub dobrze oddaje ogólne napięcie mięśniowe stwierdzane u pacjenta [40]. SNM uznano za parametr wiarygodnie ilustrujący ogólne napięcie mięśniowe i w tej formie posługiwano się nim w dalszych rozważaniach.

Wyliczenie SNM na podstawie cząstkowych wyników uśrednionej wartości napięcia mięśniowego może zamaskować błąd pomiaru. Na przykład, jeśli mniej doświadczony badacz częściej daje punkty „0” i „3” niż bardziej doświadczony, który używa stopni „1” i „2”, po zsumowaniu SNM może być zbliżone, chociaż istnieją widoczne różnice w punktacji indywidualnej [3].

An AS- and MAS-based examination does not differentiate between these causes [3]. If Lance's definition is to be consistently adhered to, it is necessary to repeat the muscle resistance examination for passive movements performed with varying velocity. This requirement is satisfied for instance by the Tardieu scale, but currently this method is not very popular [3,5,16,30].

Mehrholz assesses MAS reliability for unconscious patients after brain injury as inadequate or at most moderate [30]. Fosang's paper contains evidence that MAS reliability is significantly lower compared to the Tardieu scale and the results of examination of passive ranges of movement in CP children, both of which were evaluated as satisfactory. Gregson's 1999 report [32] is one of the few papers asserting a high intraobserver reliability of MAS, with a kappa coefficient of 0.83. In his study, two observers examined 32 patients early on following a stroke. Benz examined 32 patients 2-12 weeks after stroke and noted a better repeatability of MAS muscle tone assessment for the low values (0-1) [24]. Cooper obtained a good correlation between MAS scores and global electromyographic measurements conducted simultaneously [19].

MAS scores show a poor correlation with subjective sensation of muscle tone in SCI patients. According to Lechner, MAS does not provide any significant information on spasticity and its effect on function and well-being in SCI patients [21].

Poor repeatability is caused by low specificity of the test, the impossibility of eliminating error-generating factors and the failure of the test protocol to account for individual fluctuations in muscle tone. In view of the lack of agreement on a definition of spasticity, doubts arise whether what MAS measures can be described as spasticity.

Although MAS does not make possible repeatable measurements of tone in individual muscle groups, the mean score (SNM) is a satisfactory or good reflection of overall muscle tone in the patient [40]. The authors considered SNM to be a parameter reliably reflecting general muscle tone and used it in this 'capacity' further on in this paper.

The calculation of SNM on the basis of an incomplete set of mean muscle tone scores may mask a measurement error. For instance, if an inexperienced observer frequently uses grades '0' and '3', while a more experienced researcher more frequently uses grades '1' and '2', the respective SNMs obtained after adding up the rates may be similar, even though there are significant differences in individual scores [3].

An ICC-R of 0.81 means a good correlation between examinations of tendon reflexes and clonus in

Wartość ICCR wynosząca 0,81 świadczy o dobrej korelacji wyników badania odruchów ścięgnistych i objawów klonicznych u osób po URK [40]. Priebe dowodzi, że u osób po URK napięcie mięśniowe mierzone skalą AS wykazuje słabą korelację z odruchami ścięgnistymi oraz obecnością klonusów [22]. Badanie odruchów ma znacznie lepszą powtarzalność niż badanie napięcia mięśni, co wskazywać by mogło na większą specyficzność tych objawów, łatwość wykonania badania i mniejsze fluktuacje nasilenia odruchów.

Znaczenie doświadczenia obserwatora

Średnia wartość ICC-A dla badań przeprowadzonych przez rezydentów wynosiła 0,55, zaś przez specjalistów 0,56. ŚNM rejestrowane przez rezydentów (2,12) nie różniło się znamiennie od ŚNM notowanego przez specjalistów (2,04). Celem określenia powtarzalności pomiaru ogólnej wartości ŚNM w badaniach rezydentów i specjalistów wyznaczono współczynniki Pearsona ilustrujące powtarzalność ŚNM w każdej z tych grup. Wynosiły one 0,75 dla specjalistów i 0,66 dla rezydentów, co dowodzi lepszej powtarzalności badania ŚNM wykonywanego przez specjalistów.

Haas zwraca uwagę na znaczenie stopnia wytrenowania obserwatorów w wiarygodności wyników badania przy użyciu AS i MAS [29]. Mniej doświadczonym badaczom może sprawić trudność zwłaszcza rozróżnienie napięcia mięśni odpowiadającego punktom „1”, „1+” i „2” [20, 27].

Średnie wartości ICC-R wynosiły odpowiednio 0,78 dla rezydentów i 0,83 dla specjalistów. Częstość wykrywania pozytywnego objawu Babińskiego i obecności odruchów klonicznych były zbliżone w grupach rezydentów i specjalistów (Tab. 1).

Wpływ wieku i płci na powtarzalność badania

Średnia wartość ICC-A dla kobiet wynosiła 0,56, zaś dla mężczyzn 0,55. Wartości ICC-R wynosiły odpowiednio 0,8 dla kobiet i 0,82 dla mężczyzn. Płeć badanych nie ma istotnego wpływu na wiarygodność MAS i badania odruchów spastycznych.

Na zaskakujące zależności natrafiono analizując powiązania powtarzalności badania i wieku chorych. Grupę podzielono na pacjentów do 29 roku życia i mających 30 lub więcej lat. Średnia wartość ICC-A dla młodszych pacjentów wynosiła 0,45, zaś dla starszych 0,67.

Wykorzystując regresję prostą zaobserwowano statystycznie znamienną odwrotną korelację wieku i współczynnika ICC-A ($p<0,01$; współczynnik dopasowania: -0,62) (Ryc. 1). Średnie wartości ICC-R dla młodszych i starszych pacjentów były zbliżone i wynosiły 0,81.

SCI patients [40]. Priebe argues that AS-measured muscle tone is poorly correlated with intensity of tendon reflexes and the presence of clonus in SCI patients [22]. The results of assessment of reflexes are characterised by a much better repeatability than muscle tone assessment, which could indicate a better specificity of these signs, simplicity of the examination and smaller fluctuations of reflex intensity.

Importance of observer experience

The average ICC-A for examinations performed by residents was 0.55 compared to 0.56 for specialists. SNM recorded by residents (2.12) did not significantly differ from that determined by specialists (2.04). In order to determine the repeatability of overall SNM values in residents' and specialists' ratings, we determined Pearson coefficients to illustrate the repeatability of SNM in the two groups. These figures were 0.75 for specialists and 0.66 for residents, which demonstrates better repeatability of SNM ratings performed by specialists.

Haas pointed to the importance of the observer's experience for reliability of AS and MAS ratings [29]. Less experienced raters may have difficulty differentiating muscle tones corresponding to the grades '1', '1+' and '2' [20, 27].

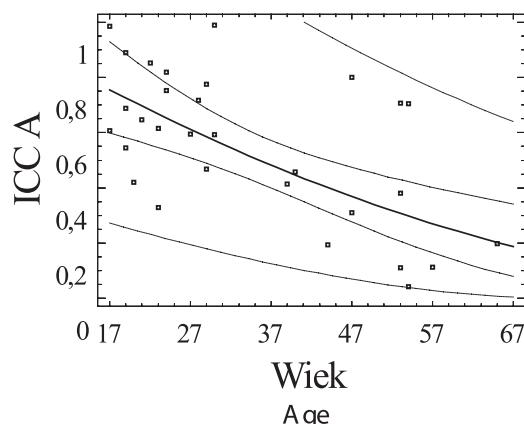
Average ICC-R values were 0.78 for residents and 0.83 for specialists. The rates of detection of a positive Babinski sign and the presence of myoclonus were similar in both groups (Table 1).

The effect of patient age and sex on repeatability of examination results

The average ICC-A was 0.56 for women and 0.55 for men, while ICC-R was 0.8 for women and 0.82 for men. The sex of patients did not have a significant effect on the reliability of MAS and spastic reflex assessment.

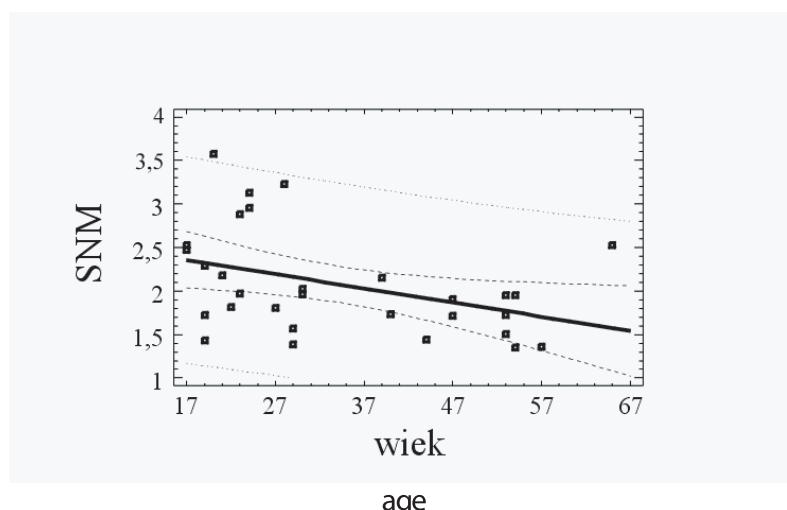
Unexpected relationships were revealed when examination repeatability was analysed against patient age. All patients were divided into those aged 29 or younger and those aged 30 or older. The average ICC-A was 0.45 for the younger patients and 0.67 for the older patients. Simple regression demonstrated a statistically significant negative correlation between age and ICC-A ($p<0.01$; correlation coefficient -0.62) (Fig.1). Average ICC-Rs for younger and older patients were similar at 0.81.

The authors did not find an explanation of the correlation between patients' age and repeatability of



Ryc. 1. Odwrotna zależność powtarzalności badania napięcia mięśniowego (ICC-A) według skali MAS od wieku badanych ($p<0,01$; współczynnik dopasowania -0,62).

Fig. 1. Negative correlation between repeatability of muscle tone examination according to MAS (ICC-A) and patients' age ($p<0.01$; correlation coefficient -0.62)



Ryc. 2. Odwrotna zależność wieku i ŚNM w badanej grupie. ($p<0,05$; współczynnik dopasowania -0,4)

Fig. 2. Negative correlation between patients' age and mean muscular tone (SNM) ($p<0.05$; correlation coefficient -0.4)

W dostępnej literaturze nie natrafiono na wytylmaczenie zależności powtarzalności wyników badania napięcia mięśniowego od wieku pacjentów. Być może z upływem lat maleje podatność na czynniki destabilizujące nasilenie napięcia mięśni albo mechanizmy regulujące napięcie spastyczne efektywnej funkcjonują w wieku starszym, przez co fluktuacje napięcia mają łagodniejszy przebieg. Na uwagę zasługuje nieznaczne, choć znamienne statystycznie obniżenie ŚNM u starszych badanych ($p<0,05$) (Ryc. 2). Również pozostałe kliniczne objawy spastyczności; takie jak wygórowanie odruchów ścięgnistych, obecność stopotrzasu, rzepkotrzasu, objawu Babińskiego notowane były rzadziej w grupie osób powyżej 29 roku życia (Tab. 1). Zaobserwowane zależności wymagają przebadania na większej grupie pacjentów

muscle tone examinations in the available literature. Possibly, the susceptibility to factors destabilizing muscle tone elevation decreases with age or mechanisms regulating spastic tone are more effective in older patients so that tone fluctuations are milder. A slight, though statistically significant, decrease in SNM in older patients ($p<0.05$) (Fig.2) is worth noting. The other clinical signs of spasticity, such as hyperactive tendon reflexes, ankle clonus, patellar clonus and the Babinski sign were also less frequent in the patients above 29 years of age (Table 1). These correlations need to be studied in a larger group of patients and require a separate analysis from a pathomechanic viewpoint, which exceeds the scope of the present paper.

i osobnej analizy patomechanicznej wykraczającej poza tematykę prezentowanej pracy.

ŚNM a powtarzalność wyników

Nasuwa się pytanie czy powtarzalność badania poszczególnych grup mięśniowych zależy od ogólnego nasilenia napięcia mięśniowego. Nie obserwano statystycznie istotnych związków między ŚNM i wartościami ICC-A oraz ICC-R. Oznacza to, że błąd badania nie zależy od nasilenia średniego napięcia mięśniowego.

Stan neurologiczny a powtarzalność badania

Stosując test Manna-Wilcoxona stwierdzono, że średnie wartości ICC-A, ŚNM zbliżone są w grupach z pełnym i niepełnym deficytem neurologicznym. Powtarzalność badania MAS i nasilenie średniego napięcia mięśni nie zależą od stanu neurologicznego osób po URK.

Zaobserwowano natomiast statystycznie istotną różnicę w zakresie średnich wartości ICC-R, która u osób z niedowładem wynosiła 0,87, podczas gdy u osób z porażeniem 0,77 ($p<0,05$). Sugeruje ona gorszą powtarzalność badania odruchów spastycznych występujących u osób z porażeniem czterokończynowym w porównaniu do pacjentów z niepełnym deficytem neurologicznym.

W badanej grupie było 19 osób z uszkodzeniem rdzenia na poziomie C5 lub wyżej (11 porażień i 8 niedowładów) i 11 pacjentów z uszkodzeniem neurologicznym z poziomu C6 lub C7 (5 porażień i 6 niedowładów). Wskaźnik ICC-A w grupie uszkodzeń wyższych wynosił 0,51, zaś u pacjentów z niżej zlokalizowanym poziomem urazu 0,64 (brak znaczącej różnicy w teście Manna-Wilcoxona). Nie obserwowało również istotnej różnicy między średnimi wartościami ICC-R wynoszącymi 0,81 dla osób z uszkodzeniem C5 i wyżej i 0,82 dla pacjentów z niższym poziomem deficytu neurologicznego. Powtarzalność badania napięcia mięśniowego i odruchów spastycznych w badanej grupie nie zależała od poziomu zaburzeń neurologicznych.

Przystosowanie do pozycji pionowej a powtarzalność badania

Zaobserwowano znaczącą zależność powtarzalności badania napięcia poszczególnych grup mięśniowych od stopnia przystosowania do pozycji pionowej. Przy użyciu testu Kruskalla-Walisa udowodniono istotne różnice między średnimi wartościami ICC-A w grupie osób leżących (0,21), przystosowanych do pozycji siedzącej w wózku (0,6) i przystosowanych do pozycji stojącej lub chodzących (0,69) ($p<0,05$) (Ryc. 3).

SNM vs. repeatability of results

A question arises whether the repeatability of examinations of individual muscle groups depends on the overall elevation of muscle tone. Statistically significant relationships between ŚNM and values of ICC-A and ICC-R were not found, which means that assessment error does not depend on the degree of elevation of average muscle tone.

Neurological status vs. assessment repeatability

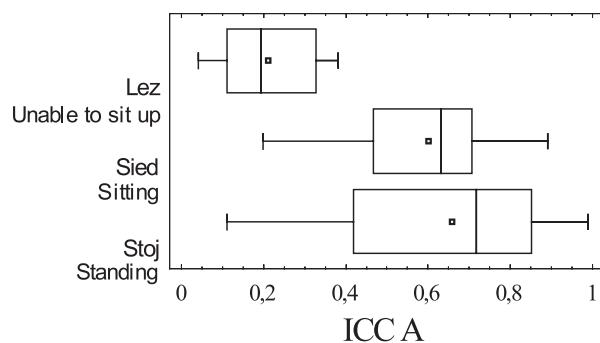
The Mann-Wilcoxon test showed that average values of ICC-A and ŚNM were similar for groups with complete and partial neurological deficit. MAS repeatability and the degree of elevation of mean muscle tone do not depend on the neurological status of SCI patients.

However, there was a statistically significant difference in mean ICC-R, which was 0.87 in patients with paresis and 0.77 in patients with paralysis ($p<0.05$). This suggests poorer repeatability of spastic reflex examination in patients with tetraplegia compared to those with partial neurological deficit.

The study group included 19 patients with spinal cord injury at the level of C5 or higher (11 patients with paralysis and 8 patients with paresis) and 11 patients with neurological injury at C6 or C7 level (5 patients with paralysis and 6 patients with paresis). ICC-A was 0.51 in patients with injury to the higher segment of the spinal cord and 0.64 in patients with injury in the lower segment (no significant differences in the Mann-Wilcoxon test). Similarly, no significant difference was found between average ICC-R values, amounting to 0.81 in patients with spinal cord injury at the level of C5 or higher and 0.82 in patients with neurological deficit at a lower level. The repeatability of assessments of muscle tone and spasticity signs in the study group was not dependent on the level of neurological deficit.

Adaptation to the erect position vs. assessment repeatability

There was a significant correlation between assessment repeatability for individual muscle groups and degree of adaptation to the erect position. The Kruskall-Wallis test demonstrated significant differences between average ICC-A in patients unable to sit up (0.21) those adapted to a sitting position in a wheelchair (0.6) and patients adapted to the standing position or able to walk (0.69) ($p<0.05$) (Fig. 3).



Ryc. 3. Różnice powtarzalności badania napięcia mięśniowego według MAS określany współczynnikiem ICC-A między pacjentami leżącymi (lez), przystosowanymi do pozycji siedzącej (siedz) i przystosowanymi do pozycji stojącej (stoj). Test Kruskall-Wallisa, $p<0,05$

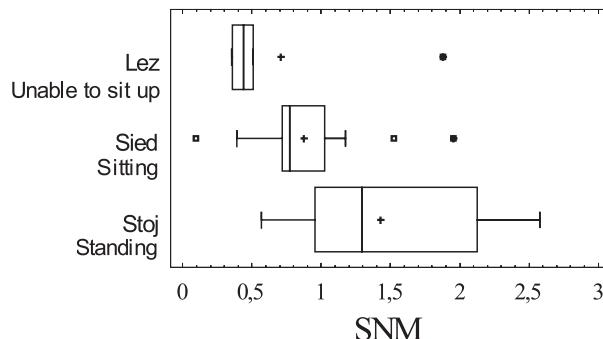
Fig. 3. Differences in repeatability of muscle tone examination according to MAS (ICC-A) between patients unable to sit up (lez), adapted to sitting position (siedz) and adapted to standing position (stoj). Kruskall-Wallis Test, $p<0.05$

Wynika z tego, że przy zachowaniu jednolitego protokołu badania wiarygodność MAS jest niska u osób nie przystosowanych do pozycji siedzącej oraz jest umiarkowana u osób przystosowanych do pozycji siedzącej lub stojącej, przy czym znacznie wyższa w tej ostatniej grupie.

Globalne napięcie mięśni również wykazywało znaczną zależność od stanu funkcjonalnego badanych osób. Wartości SNM były najniższe w grupie osób leżących, nie przystosowanych do siedzenia (średnio 1,7), wyższe u osób zdolnych siedzieć (średnio 1,87), zaś najwyższe u osób przystosowanych do pozycji stojącej lub chodzących (średnio 2,42 punktu) – test Kruskalla Wallisa, $p<0,01$ (Ryc. 4). Zaobserwowało również wyższe (na granicy znaczenia statystycznej) wartości określające nasilenie innych wy-

It may be concluded that, if a uniform examination protocol is used, MAS reliability is low in patients not adapted to the sitting position and moderate in those adapted to the sitting or standing position, being significantly higher in the latter group.

Global muscle tone also showed significant correlation with the functional status of patients. SNM was lowest in patients unable to sit up and not adapted to the sitting position (mean 1.7), higher in those able to sit (mean 1.87) and highest in patients adapted to the standing position or able to walk (mean 2.42) – Kruskall-Wallis test, $p<0.01$ (Fig. 4). Moreover, patients displaying a more advanced stage of adaptation to the standing position were also characterised by higher (borderline statistical significance) values describing the severity of other spasticity



Ryc. 4. Porównanie średniego napięcia mięśniowego (SNM) u osób leżących (lez), przystosowanych do pozycji siedzącej (siedz) i przystosowanymi do pozycji stojącej (stoj). Test Kruskall-Wallisa, $p<0,01$

Fig. 4. Differences in mean muscle tone (SNM) between patients unable to sit up (lez), adapted to sitting position (siedz) and adapted to standing position (stoj). Kruskall-Wallis Test, $p<0.05$

różników spastyczności, takich jak średnie nasilenie odruchów ścięgnistych, częstość wykrywania objawu Babińskiego i odruchów klonicznych u osób lepiej zaawansowanych w adaptacji do pozycji wertykalnej (Tab. 1).

Powstaje pytanie: czy zaobserwowane zależności nie są w istocie zależnościami między napięciem mięśni i powtarzalnością badania a czasem od urazu. Jest bowiem oczywiste, że w przebiegu rehabilitacji powinno dochodzić do poprawy stanu funkcjonalnego polegającej między innymi na spadku podatności na hipotonię ortostatyczną [39]. Badaną grupę podzielono na osoby, które uległy urazowi kręgosłupa przed upływem 6 miesięcy, między 6 a 12 miesiące i ponad 12 miesięcy przed włączeniem do próby. Średnie wartości ICC-A i ICC-R przedstawiono w Tabeli 1. Nie zaobserwowano znamiennych zależności od czasu po urazie. Chociaż Skold i Adams podkreślają, że nie odkryto ścisłych zależności między czasem ustępowania szoku rdzenia a ustalaniem się średniego poziomu spastyczności [1,35], to jednak wydaje się, że zastosowane w niniejszej próbie kryterium 4 miesiące od urazu jest wystarczające by wyeliminować błąd pomiaru wynikający ze zbyt wcześniego przeprowadzenia badania.

Większość badań dotyczących korelacji spastyczności i stanu funkcjonalnego skupiała się na zależności wydolności funkcjonalnej od nasilenia objawów, nie zaś nasilenia objawów od wykonywanych czynności [2,3]. Kiwerski zwraca uwagę na rolę biernej pionizacji jako źródła stymulacji proprioceptywnej rdzenia kręgowego w normalizacji napięcia mięśniowego u osób po URK [42]. Prawdopodobnie zaobserwowane zależności odzwierciedlają zjawisko zmniejszania fluktuacji napięcia mięśniowego pod wpływem biernej i czynnej pionizacji.

Nie stwierdzono znamiennych różnic w powtarzalności badania odruchów spastycznych w grupach pacjentów o różnej wydolności funkcjonalnej. Średnia wartość współczynnika ICC-R wynosiła 0,8 dla osób leżących, 0,77 dla zaadoptowanych do pozycji siedzącej i 0,87 dla stojących lub chodzących. Fakt ten przemawia za mniejszą zależnością dodatkowych objawów spastyczności, takich jak nasilenie odruchów ścięgnistych i klonicznych od czynników zewnętrznych.

Zależność nasilenia objawów spastyczności od stanu funkcjonalnego wymaga poszerzenia o dokładniejszą analizę, jednak studium takie wymagałoby odrębnej metodologii niż niniejsze opracowanie.

Znaczenie farmakoterapii spastyczności

Porównano wartości ICC-A i ICC-R obserwowane u osób przyjmujących leki normalizujące napięcie mięśniowe i nie otrzymujących takiego leczenia.

signs, such as mean intensity of tendon reflexes, more frequent presence of the Babinski sign and myoclonus (Table 1).

A question arises if those correlations do not actually reflect correlations between muscle tone and assessment repeatability on the one hand and time from injury on the other. It is obvious that rehabilitation should result in gradual improvement of functional status, including, among others, decreased susceptibility to orthostatic hypotonia [39]. The study group was divided into patients who sustained spiny injury less than 6 months, between 6 and 12 months and over 12 months before enrolment in the study. Table 1 presents mean values of ICC-A and ICC-R. There were no significant correlations with time from injury. Although Skold and Adams emphasise that no strict correlations were found between the time necessary for the resolution of the spinal shock and the establishment of mean spasticity level [1,35], it seems that the criterion of 4 months from injury, as used in this study, is sufficient to eliminate the error of early assessment.

Most studies on correlations between spasticity and functional status have focused on how functional performance depends on the severity of signs rather than on the effect that activities have on the severity of signs [2,3]. Kiwerski points to the role of passive vertical position as a source of proprioceptive stimulation for the spinal cord in the restoration of normal muscle tone in SCI patients [42]. Presumably, these correlations reflect the phenomenon of decrease in muscle tone fluctuations as a result of passive and active vertical position.

There were no significant differences in the repeatability of spastic reflex assessments in patients at various levels of functional performance. The average ICC-R was 0.8 for patients unable to sit up, 0.77 for those adapted to the sitting position and 0.87 for patients able to stand or walk. This suggests that additional spasticity signs, such as the intensity of tendon reflexes and myoclonus, are less dependent on external factors.

The effect of functional status on the severity of spasticity signs needs to be analysed in greater detail but such a study requires a different methodology than the one employed in our paper.

Importance of pharmacotherapy for spasticity

A comparison was made between ICC-A and ICC-R values in patients treated with drugs normalizing muscle tone and those not receiving such treat-

Współczynnik ICC-A u osób przyjmujących leki wynosił średnio 0,55, podczas gdy u nieprzyjmujących 0,56. Analogiczne wartości ICC-R wynosiły 0,8 w grupie przyjmujących leki i 0,84 u pozostałych. Modyfikacja napięcia mięśniowego przez leki nie wywiera wpływu na wiarygodność badania napięcia mięśniowego oraz odruchów spastycznych.

Obecność przykurczów

W przebadanej grupie u 5 osób stwierdzono obecność przykurczów w obrębie barków, łokci i stawów nadgarstkowo-promieniowych. Zaobserwowano istotną różnicę wartości współczynnika ICC-A w obrębie kończyn górnych w grupie osób bez przykurczów (średnie ICC-A 0,3) w porównaniu do osób bez przykurczy (średnie ICC-A 0,61). Obecność przykurczy istotnie obniża wiarygodność badania MAS. Do podobnych wniosków doszedł Mehrholz badając 50 osób po udarze mózgu z zaburzeniami świadomości [33].

Współczynniki ICC-R w badanych grupach nie różniły się znamiennie wynosząc 0,82 dla pacjentów bez przykurczy i 0,78 dla osób z przykurczami.

Napięcie mięśniowe w kończynach dolnych i górnych

Obliczono współczynniki Pearsona między seriami wyników badania ŚNM kończyn dolnych (średnia wartość 0,76) i kończyn górnych (średnia wartość 0,6). Różnica między tymi wartościami ilustruje wyższą powtarzalność badania średniego napięcia mięśniowego w kończynie dolnej niż w kończynie górnej. Doniesienie Haasa poddaje wątpliwość użyteczność skali AS i MAS w ocenie napięcia mięśniowego w kończynach dolnych u osób po URK [29]. Przeciwnie obserwacje znalezione u Pandyanego [27], jednak w sporządzonym przez niego przeglądzie piśmiennictwa nie przeprowadzono wybiórczej analizy wartości badania napięcia mięśniowego między kończynami dolnymi i górnymi osób z uszkodzeniami rdzenia kręgowego.

WNIOSKI

1. Badanie napięcia mięśniowego według zmodyfikowanej skali Ashworth u badanych pacjentów po urazie rdzenia kręgowego w odniesieniu do poszczególnych grup mięśniowych miało niską wiarygodność ($ICC=0,56$), może jednak stanowić podstawę do określenia globalnego napięcia mięśniowego.
2. Powtarzalność badania napięcia mięśniowego była gorsza w przypadku młodszych pacjentów.
3. Obecność przykurczy stawowych obniżała wiarygodność oceny spastyczności.

Współczynnik ICC-A u osób przyjmujących leki wynosił średnio 0,55, podczas gdy u nieprzyjmujących 0,56. Analogiczne wartości ICC-R wynosiły 0,8 w grupie przyjmujących leki i 0,84 u pozostałych. Modyfikacja napięcia mięśniowego przez leki nie wywiera wpływu na wiarygodność badania napięcia mięśniowego oraz odruchów spastycznych.

Presence of contractures

Contractury w ramionach, łokciach i stawach nadgarstkowo-promieniowych stwierdzono u 5 pacjentów z grupy badanej. Istotna różnica wartości współczynnika ICC-A dla kończyn górnych w grupie pacjentów bez contractur (średnie ICC-A 0,3) w porównaniu do pacjentów z contracturami (średnie ICC-A 0,61). Przeciwko obecności contractur znacznie zmniejsza wiarygodność badania MAS. Mehrholz do podobnych wniosków doszedł badając 50 pacjentów po udarze mózgu z zaburzeniami świadomości [33].

Współczynniki ICC-R nie różniły się znamiennie między grupami badanymi, wynosząc 0,82 dla pacjentów bez contractur i 0,78 dla pacjentów z contracturami.

Muscle tone in the upper and lower limbs

Pearson coefficients were calculated between series of SNM results for the lower (mean 0.76) and upper limbs (mean 0.6). The difference between these values reflects better repeatability of the SNM examination for the lower limbs. Haas's report questions the usefulness of AS and MAS for assessment of muscle tone in the lower limbs of SCI patients [29]. Pandyan presents observations suggesting otherwise [27] but his review of literature did not include a selective analysis of the utility of muscle tone examination of the lower and upper limbs in SCI patients.

CONCLUSIONS

1. MAS examination of muscle tone in SCI patients had low reliability for individual muscle groups ($ICC=0,56$) but it may serve to determine the global muscle tone in this study.
2. The repeatability of muscle tone examination is lower in younger patients.
3. The presence of joint contractures decreases the reliability of spasticity assessment.
4. The intensity of tendon reflexes, myoclonus and the Babinski sign in SCI patients shows less fluc-

4. U badanych osób po urazie rdzenia kręgowego nasielenie odruchów ścięgnistych, klonicznych i objawu Babińskiego wykazywało mniejsze fluktuacje niż spastyczne podwyższenie napięcia mięśniowego.
5. Test odruchów ścięgnistych, klonicznych i objawu Babińskiego charakteryzował się dobrą wiarygodnością (ICC=0,81).

suation than the spastic increase in muscle tone.
5. The test for tendon reflexes, myoclonus and the Babinski sign had high reliability (ICC=0.81).

PIŚMIENIĘTWO / REFERENCES

1. Adams MM, Hicks AL. Spasticity after spinal cord injury. *Spinal Cord* 2005; 43: 577-86.
2. Levi R, Hultling C, Sieger A The Stockholm Spinal Cord Injury Study: 2. Association between clinical patient characteristics and post-acute medical problems. *Paraplegia* 1995; 33: 585-94
3. Morris S. Ashworth and Tardieu scales: their clinical relevance for measuring spasticity in adult and paediatric neurological populations. *Phys Ther Rev* 2002; 7: 53-62.
4. Krawczyk M, Lizak A, Chwała W. Wybrane problemy badania i fizjoterapii chorych ze spastycznością. *Post Psych Neurol* 2004,13 (supl. 2): 23-8.
5. Bakheit AM. Management of muscle spasticity. *Crit Rev Phys Rehab Med* 1996; 8 (3): 235-52.
6. Kwolek A, Drużbicki M. Metody klinicznej oceny spastyczności. w: Sławek J. (red.) *Spastyczność – od patofizjologii do leczenia*. Via Medica, Gdańsk 2007: 21-37.
7. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology* 1980; 30: 1303-13.
8. NINDS Spinal Cord Injury Information Page 2001. available on the following URL address: http://www.ninds.nih.gov/health_and_medical/disorders/sci.htm
9. Dietz V. Spastic movement disorder. *Spinal Cord* 2000; 38: 389-93.
10. Sheean G. The pathophysiology of spasticity. *Eur J Neur* 2002; 9 (suppl. 1): 3-9.
11. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67 (2): 206-7.
12. Kita M, Goodkin DE. Drugs used to treat spasticity. *Drugs* 2000; 59: 487-95.
13. Decq P. Pathophysiology of spasticity. *Neurochirurgie* 2003; 49: 163-84.
14. Beres-Jones JA, Johnson TD, Harkema SJ. Clonus after spinal cord injury cannot be attributed solely to recurrent muscle-tendon stretch. *Exp Brain Res* 2003; 149: 222-36.
15. Schmit BD, McKenna-Cole A, Rymer WZ. Flexor reflexes in chronic spinal cord injury triggered by imposed ankle rotation. *Adv Exp Med Biol* 2002; 508: 315-23.
16. Opara J, Drozdowski W. Metody instrumentalnej oceny spastyczności. in: Sławek J. (ed.) *Spastyczność – od patofizjologii do leczenia*. Via Medica, Gdańsk 2007: 38-46.
17. Voerman GE, Gregoric M, Hermens HJ. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disabil Rehabil* 2005; 27 (1-2): 33-68.
18. Kinalska R. The contribution to spasticity qualification in neurological rehabilitation of patients with upper motor neuron syndrome. *Neurol Neurochir Pol*. 1996; 30, suppl. 3: 111-20.
19. Cooper A, Musa IM, van Deursen R, Wiles CM. Electromyography characterization of stretch responses in hemiparetic stroke patients and their relationship with the Modified Ashworth scale. *Clin Rehabil* 2005; 19 (7): 760-66.
20. Pandyan AD, Price CI, Barnes MP, Johnson GR. A biomechanical investigation into the validity of the modified Ashworth Scale as a measure of elbow spasticity. *Clin Rehabil* 2003; 17 (3): 290-3.
21. Lechner HE, Frotzler A, Eser P. Relationship between self- and clinically rated spasticity in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87 (1): 15-9.
22. Priebe MM, Sherwood AM, Thornby JI, Kharas NF, Markowski J. Clinical assessment of spasticity in spinal cord injury: a multidimensional problem. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77 (7): 713-6.
23. Platz T, Eickhof C, Nuyens G, Vuadens P. Clinical scales for the assessment of spasticity, associated phenomena, and function: a systematic review of the literature. *Disabil Rehabil* 2005; 27 (1-2): 7-18.
24. Benz EN, Hornby TG, Bode RK, Scheidt RA, Schmit BD. A physiologically based clinical measure for spastic reflexes in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86 (1): 52-9.
25. Burridge JH, Wood DE, Hermens HJ, Voerman GE, Johnson GR, van Wijck F, Platz T, Gregoric M, Hitchcock R, Pandyan AD. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil* 2005; 27 (1-2): 69-80.
26. Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner* 1964; 192: 540-2.
27. Pandyan AD, Johnson GR, Price CI, Curless RH, Barnes MP, Rodgers H. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clin Rehabil* 1999; 13 (5): 373-83.
28. Wood DE, Burridge JH, van Wijck FM, McFadden C, Hitchcock RA, Pandyan AD, Haugh A, Salazar-Torres JJ, Swain ID. Biomechanical approaches applied to the lower and upper limb for the measurement of spasticity: a systematic review of the literature. *Disabil Rehabil* 2005; 27 (1-2): 19-32.
29. Haas BM, Bergstrom E, Jamous A, Bennie A. The inter rater reliability of the original and of the modified Ashworth scale for the assessment of spasticity in patients with spinal cord injury. *Spinal Cord* 1996; 34 (9): 560-4.

30. Mehrholz J, Wagner K, Meissner D, Grundmann K, Zange C, Koch R, Pohl M. Reliability of the Modified Tardieu Scale and the Modified Ashworth Scale in adult patients with severe brain injury: a comparison study. *Clin Rehabil* 2005; 19 (7): 751-9.
31. Starsky AJ, Sangani SG, McGuire JR, Logan B, Schmit BD. Reliability of biomechanical spasticity measurements at the elbow of people poststroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86 (8): 1648-54.
32. Gregson JM, Leathley M, Moore AP, Sharma AK, Smith TL, Watkins CL. Reliability of the Tone Assessment Scale and the modified Ashworth scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80 (9): 1013-6.
33. Mehrholz J, Major Y, Meissner D, Sandi-Gahun S, Koch R, Pohl M. The influence of contractures and variation in measurement stretching velocity on the reliability of the Modified Ashworth Scale in patients with severe brain injury. *Clin Rehabil* 2005; 19 (1): 63-72.
34. Brashear A, Zafonte R, Corcoran M, Galvez-Jimenez N, Gracies JM, Gordon MF, et al. Inter- and intrarater reliability of the Ashworth Scale and the Disability Assessment Scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83 (10): 1349-54.
35. Fosang AL, Galea MP, McCoy AT, Reddihough DS, Story I. Measures of muscle and joint performance in the lower limb of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003; 45 (10): 664-70.
36. Skold C. Spasticity in spinal cord injury: self- and clinically rated intrinsic fluctuations and intervention-induced changes. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81 (2): 144-9.
37. Milanov IG. Mechanisms of baclofen action on spasticity. *Acta Neurol Scand* 1992; 85 (5): 305-10.
38. Milanov I, Georgiev D. Mechanisms of tizanidine action on spasticity. *Acta Neurol Scand* 1994; 89 (4): 274-9.
39. Milanov I. Mechanisms of tetrazepam action on spasticity. *Acta Neurol Belg* 1992; 92 (1): 5-15.
40. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med* 2000; 30: 1-15.
41. Currier DP. Elements of research in physical therapy. Williams & Wilkins, Baltimore, 1990
42. Kiwerski JE. Następstwa unieruchomienia dla funkcji organizmu. w: Kwolek A.(ed.). *Rehabilitacja medyczna tom 2*. Urban & Partner, Wrocław, 2003: 1-9.