

H-REFLEX IN PATIENTS AFTER STROKES

*Agnieszka Szymankiewicz-Szukała,
Joanna Lipiec, Aleksandra Kulczyk, Juliusz Huber
Department of Pathophysiology Locomotor
Organs, University of Medical Science in Poznan,
Poland*

ABSTRACT

Introduction. Ischemic stroke of a specified location within the centers of the motor cortex in the brain results in the isolation of the centers with motor neurons from the influences cells of origin of the corticospinal tract. The result of this is the phenomenon of increased muscle tension in clinical trials, resulting from an increased excitability of the spinal motor neurons. In studies of clinical neurophysiology, the manifestation is hyperreflexia of mono- or polysynaptic connections as well as the increase in the amplitude parameter of the sEMG recordings performed at rest with surface electrodes.

Aim. The aim of this study was to investigate the activity of muscle motor units and transmission of nerve impulses in the motor fibers of the lower extremity nerves in patients after ischemic stroke on more paretic side (stroke-related). An additional aim of the study was to determine the parameters H-reflex recordings.

Material and methods. In all of 5 examined patients, sEMG recordings parameters performed from the lower extremity muscles on more paretic side showed significant deficits in motor units activity. No significant changes of peripheral nerve impulses transmission in motor fibers were found. There were detected the significant changes in the H-reflex parameter of amplitude (increase compared to the standard values), while the latency parameter of this potential remained unchanged.

Conclusion. The increase of the H-reflex amplitude can be explained by isolation the spinal motor centers out of cortical centers control and other supraspinal centers in patients with the ischemic stroke.

Key words: H-reflex, patients after stroke, electromyography, electroneurography

BADANIE ODRUCHU H U CHORYCH
PO UDARACH MÓZGU

*Agnieszka Szymankiewicz-Szukała,
Joanna Lipiec, Aleksandra Kulczyk, Juliusz Huber
Zakład Patofizjologii Narządu Ruchu, Uniwersytet
Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu*

STRESZCZENIE

Wprowadzenie. Udar niedokrwienny o określonej lokalizacji w obrębie ośrodków kory ruchowej mózgu powoduje odizolowanie rdzeniowych ośrodków ruchowych od wpływu neuronów początkowych drogi korowo-rdzeniowej. Rezultatem tego jest zjawisko wzmożonego napięcia mięśniowego obserwowane w badaniach klinicznych, wynikającego z zwiększenia pobudliwości ruchowych neuronów rdzeniowych. W badaniach neurofizjologii klinicznej manifestacją jest wygórowanie odruchów mono- lub polisynaptycznych oraz podwyższenie amplitudy w rejestracjach sEMG odprowadzanych w warunkach spoczynkowych elektrodami powierzchniowymi.

Cel. Celem pracy było zbadanie czynności jednostek ruchowych mięśni oraz przewodnictwa impulsów nerwowych we włóknach ruchowych nerwów kończyny dolnej u chorych po udarze niedokrwiennym mózgu po stronie bardziej niedowładnej (udarowej). Dodatkowym celem pracy było określenie parametrów rejestracji odruchu H.

Materiał i metoda. U wszystkich badanych 5 chorych, parametry badań sEMG odprowadzanych z mięśni kończyn po stronie bardziej niedowładnej, wykazywały znaczące deficyty w czynności jednostek ruchowych. Nie wykazano znaczących zmian w przewodnictwie obwodowym impulsów nerwowych we włóknach ruchowych badanych nerwów. Stwierdzono znaczące zmiany w parametrze amplitudy fali H (podwyższenie w stosunku do wartości normatywnych), natomiast parametr latencji tego potencjału pozostał niezmienny.

Wniosek. Obserwowane wygórowanie odruchu H w postaci zwiększenia jego amplitudy może być tłumaczone odizolowaniem czynności rdzeniowych ośrodków motoneuronalnych spod kontroli korowych ośrodków nadrdzeniowych u chorych po udarach niedokrwiennych.

Słowa kluczowe: odruch H, chorzy po udarach, elektromiografia, electroneurografia

INTRODUCTION

In Poland, 40 000 people suffer because of stroke each year and worldwide incidence approximates at 15 million. The stroke affects around 1.1 million people in Europe every year. The incidence of ischemic stroke in Poland is 175/100 000 among men and 125/100 000 among women (Hacke et al 2004; Ryglewicz 1994). Predicting the treatment and rehabilitation process is more and more based on the results of clinical neurophysiology, which include, among others, electroneurography study (ENG) and electromyography (EMG). Thanks to these research methods it can be determined the functional status of the transmission in nerves and muscles activity in patients after stroke, including the determination of the stroke effects such as paresis or symptoms of spasticity (Kinalski 2008; Zagłoba-Kaszuba et al 2011).

In recent years, the progress has been made in the diagnosis of the stroke consequences, especially in the imaging of disease, allowing the early detection of effects and determining its type and size. Also in stroke rehabilitation there has extended the previously used methods and pharmaceuticals (Czernicki et al 1998).

Among the many symptoms of stroke the spasticity, just after the impairment of motor function causes the biggest health problems in patients. Ischemic stroke of a specified location within the centers of the motor cortex of the brain results in the isolation of the spinal motoneuronal centers from the influences of the corticospinal tract cells of origin. The result of this is the phenomenon of increased muscle tension found in clinical trials, resulting from an increased excitability of the spinal motor neurons.

H-reflex has been described by Hoffman and it is the electrical equivalent of the monosynaptic reflex arc. Its study is one method of recording both motor and sensory functions in the reflex arc (Hultborn and Nielsen 1995). During the H-reflex recording, the electrical stimulation of the nerve allows for not only recordings the short-latency induced motor response (CMAP) and sensory (SCV) response, but also the long-lasting potential or F-wave and H-reflex. By interpretation of H-reflex recording one can be determined whether the transmission of the nerve impulses from muscle receptor level via the sensory Ia afferent fiber and the cell body in dorsal root ganglion to the spinal motor neuron and on the recurrent way to the muscle is proper. It is of great importance in the programming of

WPROWADZENIE

W Polsce, co roku 40 000 osób doznaje udaru mózgu, a na całym świecie około 15 milionów. W Europie, co roku na udar choruje około 1,1 miliona osób. Częstość udaru niedokrwiennego w Polsce wynosi 175/100 000 mężczyzn i 125/100 000 kobiet (Hacke i wsp. 2004; Ryglewicz 1994). Prognozowanie leczenia i ustalanie procesu rehabilitacji jest coraz częściej oparte na wynikach badań neurofizjologii klinicznej, do których należą m.in. badanie elektroneurograficzne (ENG) oraz elektromiograficzne (EMG). Dzięki tym metodom badawczym można określić stan czynnościowy przewodnictwa nerwów i czynności mięśni u chorych po udarze, łącznie z określeniem nasilenia jego skutków takich jak niedowład lub objawy spastyczności (Kinalski 2008, Zagłoba-Kaszuba i wsp. 2011).

W ostatnich latach poczyniono postępy w zakresie diagnostyki następstw udaru mózgu, przede wszystkim w obrazowaniu choroby, co umożliwia wczesne wykrycie jej skutków oraz określenie jej rodzaju i rozmiaru. Również w rehabilitacji poudarowej nastąpiło rozszerzenie wykorzystywanych dotychczas metod i leków (Czernicki i wsp. 1998).

Spośród licznych objawów udaru spastyczność, zaraz po upośledzeniu funkcji ruchowej powoduje największe problemy zdrowotne u chorych. Udar niedokrwienny o określonej lokalizacji w obrębie ośrodków kory ruchowej mózgu powoduje odizolowanie rdzeniowych ośrodków ruchowych od wpływu neuronów początkowych drogi korowo-rdzeniowej. Rezultatem tego jest zjawisko wzmożonego napięcia mięśniowego obserwowane w badaniach klinicznych, wynikającego z zwiększenia pobudliwości ruchowych neuronów rdzeniowych.

Fala (odruch) H została opisana przez Hoffmana i jest ona elektrycznym ekwiwalentem monosynaptycznego łuku odruchowego. Jej badanie jest jedną z metod rejestracji zarówno funkcji ruchowej jak i czuciowej łuku odruchowego (Hultborn i Nielsen 1995). W trakcie przeprowadzania badania fali H, stymulacja elektryczna nerwu pozwala na rejestracje nie tylko wywołanej krótkolatencyjnej odpowiedzi ruchowej (fali M) czy czuciowej (SCV), ale również potencjałów długolatencyjnych, czyli fali F i odruchu H. Poprzez interpretację rejestracji fali H można określić, czy przewodnictwo impulsów nerwowych od poziomu receptora mięśniowego, poprzez włókno czuciowe aferentne Ia i ciało komórki zwojowej, do motoneuronu ośrodka ruchowego rdzeniowego jak i zwrótnie do badanego mięśnia

the effectiveness of PNF exercises (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation), being one of the basic methods of conservative treatment in patients after ischemic stroke. In the clinical neurological examinations, the H-reflex monosynaptic arc concerns only a few options for the upper and lower extremities. With the appropriate methodical experience, recording of H-reflex is possible to perform from most of the muscles (Desmendt 1973; Burke et al 1999).

Up to now, there have been described in electroneurographic researches two basic standards of H-reflex recordings following the electrical nerve stimulation in upper and lower extremities (Bodofsky 1999, Kimura 2001). One of them involves a recording of the complex action potential (representing the correct closing of monosynaptic reflex arc) from the calf muscles after stimulation of the tibial nerve at the popliteal fossa, the second – a recording from the flexor carpi radialis muscle after stimulation of the median nerve (Huber 2012). In our pilot studies we also confirmed, that H-reflex can be also recorded from the abductor pollicis brevis muscle of the thumb. Such a distal location of recording will allow for the precise control of the H reflex parameters, necessary for the calculation of electrotherapy algorithm. Such an approach is a diagnostic novelty in the current project. H-reflex studies for the purpose of clarifying the parameters of electrical stimulation following stimulation of the median nerve individually for each patient will be determined. The analyses will include the threshold for activation of motor fibers necessary to induce M-wave in the ENG study (in mA), the threshold for triggering the H-reflex stimulation (in mA), the minimum and maximum of M wave and H-reflex amplitudes and latencies parameters.

In the neurophysiological diagnosis of lumbosacral radiculopathy, the H-reflex is used to evaluate the S1 nerve root transmission by analysis of H-reflex latency and amplitude parameters. Analysis of H-reflex amplitude in combination with a needle electromyography examination has a high diagnostic sensitivity for detection of damage in the preganglionic S1 root (Braddon and Jonson 1974; Tsao 2007). H-reflex amplitude less than 1 mV in patients under the age of 60 years is considered as improper.

jest prawidłowe. Ma to duże znaczenie w programowaniu skuteczności ćwiczeń PNF (Proprioceptywne Torowanie Nerwowo – Mięśniowe), będących jedną z podstawowych metod w usprawnianiu chorych po udarach niedokrwiennych. W warunkach klinicznych badania neurologiczne odruchu H będącego testem sprawności łuku odruchowego monosynaptycznego, dotyczą tylko kilku wariantów dla kończyny górnej i kończyny dolnej. Przy odpowiednim doświadczeniu metodycznym, rejestracja fali H możliwa jest do wykonania z większości mięśni kończyny górnej i dolnej (Desmendt 1973; Burke i wsp. 1999).

Dotychczas opisano w badaniach elektroneurograficznych neurofizjologii klinicznej dwa podstawowe standardy wywoływania odruchu H po stymulacji elektrycznej nerwów kończyn dolnych i górnych (Bodofsky 1999, Kimura 2001). Jeden z nich zakłada rejestrację tej fali złożonego potencjału czynnościowego (stanowiącego o prawidłowym zamknięciu monosynaptycznego łuku odruchowego) z mięśni grupy tylnej goleni po stymulacji nerwu piszczelowego w dole podkolanowym, drugi rejestrację z mięśnia zginacza promieniowego nadgarstka po stymulacji nerwu pośrodkowego (Huber 2012). Możliwe jest także wywołanie odruchu H z mięśnia odwodziciela krótkiego kciuka. Takie dystalne położenie rejestracji umożliwi precyzyjną kontrolę parametrów rejestrowanej odruchu H, koniecznych do obliczenia algorytmu elektroterapii. Tego rodzaju podejście stanowi novum diagnostyczne w podejmowanym projekcie. W badaniach odruchu H dla potrzeb sprecyzowania parametrów elektrostymulacji nerwu pośrodkowego indywidualnie dla każdego usprawnianego chorego zostaną określone: próg stymulacji dla pobudzenia włókien ruchowych niezbędny do wywołania fali M w badaniu ENG (w mA), próg stymulacji dla wywołania odruchu H (w mA), amplituda i latencja minimalnej i maksymalnej fali M, amplituda i latencja minimalnego i maksymalnego odruchu H.

W diagnostyce neurofizjologicznej radikulopatii łędźwiowo-krzyżowej, odruch H wykorzystuje się do oceny przewodnictwa nerwowego korzeni S1, analizując parametr latencji oraz amplitudy odruchu H. Analiza amplitudy odruchu H w połączeniu z elektromiografią igłową ma wysoką czułość diagnostyczną dla wykrywania przedzwojowego uszkodzenia korzenia S1 (Braddon i Jonson 1974; Tsao 2007). Za nieprawidłową uważa się amplitudę odruchu H mniejszą od 1mV u chorych w wieku po-

High-amplitude H-reflex can be observed in patients with the spinal injuries or in patients with increased spasticity of different etiology (James et al 2007).

AIM

The aim of the study were the pilot recording designed to investigate the activity of motor units of muscles and transmission of nerve impulses in motor nerve fibers of the lower extremities in patients after ischemic stroke on more paretic side (symptomatic for the effects of stroke) and additionally specifying the recordings of H-reflex parameters.

MATERIAL AND METHODS

The study was performed in 5 patients treated because of ischemic stroke about a month after the occurrence of the incident. They were treated at the Department of Rehabilitation in the Wiktor Dega Orthopaedic and Rehabilitation Hospital at University of Medical Sciences in Poznan. There were two women and three men aged from 55 to 65 years among the patients. Neurophysiological tests were performed by a person certified by the Polish Society of Clinical Neurophysiology. All patients were under the care of a neurologist and they have been informed about such tests. They gave informed, written consent for the study.

In the electroneurographic tests there were analyzed the transmission in motor fibers peripherally by testing M-waves following the stimulation of tibial nerves and "closing a reflex arc" using the H-reflex after stimulation of the same nerves (Figure 1). There were defined the latency and conduction velocity parameters of nerve impulses based on recording of these potentials. H-reflex is characterized by a latency of about 30 ms and the solid morphology, except for the amplitude which increases with increasing the strength of electrical stimulus, has a lower than the trigger threshold for evoking the M-wave. H-reflex at low intensity of stimulus has the amplitude greater than M-wave, and with the increasing of stimulus intensity its amplitude initially increases and then decreases to 0 (at the maximum of M-wave response).

nizej 60 lat. Wysokoamplitudowa fala H może być obserwowana u chorych z uszkodzeniami rdzenia lub u chorych z wygórowaną spastycznością o różnej etiologii (James i wsp. 2007).

CEL

Celem pracy były badania pilotażowe mające na celu zbadanie czynności jednostek ruchowych mięśni oraz przewodnictwa impulsów nerwowych we włóknach ruchowych nerwów kończyny dolnej u chorych po udarze niedokrwinnym mózgu po stronie bardziej niedowładnej (symptomatycznej dla następstw udaru) oraz dodatkowo określenie parametrów rejestracji odruchu H.

MATERIAŁ I METODA

Badania wykonano u 5 chorych usprawnianych z powodu udaru niedokrwinnego około miesiąc od wystąpienia incydentu. Byli oni leczeni na Oddziale Rehabilitacyjnym w Katedrze i Klinice Rehabilitacji Szpitala Ortopedyczno – Rehabilitacyjnego im. Wiktora Degi Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Wśród chorych były dwie kobiety i trzech mężczyzn w wieku od 55 do 65 lat. Testy neurofizjologiczne były wykonywane przez osobę posiadającą certyfikat Polskiego Towarzystwa Neurofizjologii Klinicznej. Wszyscy pacjenci byli pod opieką neurologa i o takich testach zostali poinformowani. Wyrazili oni na nie świadomą, pisemną zgodę.

W testach electroneurograficznych analizowano przewodnictwo włókien ruchowych obwodowo za pomocą badania fali M w obrębie nerwów piszczelowych oraz „zamknięcie łuku odruchowego”, przy wykorzystaniu badania fali H po stymulacji tych samych nerwów (Rycina 1). W zapisach tych potencjałów określono parametry latencji, a także prędkości przewodzenia impulsów nerwowych. Fala H charakteryzuje się latencją około 30 ms i stałą morfologią, za wyjątkiem amplitudy, która wzrasta wraz z narastającą siłą bodźca elektrycznego, ma niższy próg pobudliwości niż fala M. Odruch H przy słabym natężeniu bodźca przewyższa amplitudę fali M, a przy jej zwiększaniu natężenia bodźca elektrycznego aplikowanego do gałęzi nerwowej, amplituda fali H początkowo rośnie, a następnie spada do zera (przy maksymalnej odpowiedzi M).



Figure 1. A photograph which illustrates the method of H-reflex recording. The test was performed with recording of reflex from the gastrocnemius muscle after electrical stimulation of the tibial nerve in the popliteal fossa. The active recording electrode was placed on the muscle belly, while the reference electrode was placed over the Achilles tendon. Grounding electrode is located between the stimulating electrode and the recording, active electrode. Stimulating electrode is placed over the passage of tibial nerve in the popliteal fossa with the orientation of the electrodes “+” and “-” according to the orthodromic transmission of sensory fibers.



Rycina 1. Fotografia ilustrująca metodę badania odruchu H. Rejestrację przeprowadzono z mięśnia brzuchatego łydki po stymulacji elektrycznej nerwu piszczelowego w dole podkolanowym. Na brzości mięśnia umieszczono rejestrującą elektrodę aktywną, podczas gdy elektrodę odniesienia umieszczono nad ścięgnem Achillesa. Elektroda uziemiająca znajduje się pomiędzy elektrodą stymulującą a elektrodą rejestrującą – aktywną. Elektroda stymulująca naskórnice nerw piszczelowy umieszczona jest w dole podkolanowym z orientacją elektrod „+” i „-” zgodnie z przewodnictwem ortodromowym włókien czuciowych.

Normally, the H-reflex amplitude is from 500 to 5000 μ V. It is assumed that proper H-reflex morphology reflects the afferent transmission mainly in the dorsal root, hence the method is useful in the diagnostics of the root conflicts, as well as neuropathies in the proximal or distal parts of nerves (Kinalski 2008).

In cases of spasticity symptoms being the result of the stroke incident, the amplitude parameter of H-reflex is increased. This applies to both the amplitude of the potential and the excitability threshold to evoke it. For diseases in cases of which the H-reflex parameters change, may include diseases of the central nervous system like multiple sclerosis (Bojakowski 1984).

Electromyography EMG

Electromyography (EMG) assess the activity of muscle motor units in a state of its complete relaxation (at rest) and in various phases of contraction (from minimal to maximal).

The indication to perform the test may be: differentiation of muscle paralysis origin, detection and

W warunkach prawidłowych amplituda fali H wynosi od 500 do 5000 μ V. Przyjmuje się, że prawidłowa postać fali H monitoruje przewodnictwo aferentne głównie w obrębie korzenia grzbietowego, stąd metoda jest użyteczna w diagnostyce zespołów korzeniowych, jak również w przypadkach neuropatii w odcinkach proksymalnych lub dystalnych nerwów (Kinalski 2008).

W przypadku występowania objawów spastyczności będącej następstwem incydentu udarowego, parametr amplitudy fali H jest wygórowany. Dotyczy to zarówno amplitudy potencjału oraz progu pobudliwości dla jej wywołania. Do schorzeń, w których parametry fali H się zmieniają, należą również choroby centralnego układu nerwowego, w tym m.in. stwardnienie rozsiane (Bojakowski 1984).

Badanie elektromiograficzne EMG

Elektromiografia (EMG) ocenia czynność jednostek ruchowych mięśni w stanie całkowitej relaksacji (w warunkach spoczynkowych) oraz w różnych fazach skurczu (od minimalnego do maksymalnego).

Wskazaniem do wykonania badania mogą być: różnicowanie niedowładów pochodzenia mięśni-

differentiation of paralysis induced by the peripheral nerve damage, evaluation of muscle function after injuries, muscle atrophy of unknown cause, assessment the function of the same muscle groups on both sides or acting synergistically or antagonistically (Kinalski 2008; Lisiński et al 2008).

A comparison of amplitude and frequency values of the surface EMG recording from both sides of the gastrocnemius muscle during the maximal contraction in stroke patients and healthy control subjects was performed.

The addition functional test, verifying the proper control of actions at spinal motor centers from the centers of motor cortex and at supraspinal level centers, was the electromyography test of alternate activity of antagonistic muscles (tibialis anterior and gastrocnemius muscle), carried out in patients after stroke. According to the methodological description (Lisiński et al 2008) this test was used to evaluate the alternating activity in the EMG recordings of motor units in both muscle groups while performing the voluntary movement of dorsiflexion and plantar flexion of foot on symptomatic side. The degree of coordination of these muscle groups' activities was determined in the five-point scale 5-1, where 5 represents a proper pattern while 1 lack of alternate pattern.

Electroneurography study (ENG)

Electroneurography is a diagnostic method that allows the assessment of peripheral nerve function (motor and sensory fibers) on the basis of their excitability degree, the capacity and conduction of impulse transmission in the nerve. This study allows for location, evaluation of the range and differentiation of pathological changes (axonal, demyelinating) and determines the dynamics of the disease in the examined nerve.

Evaluation of motor nerve function is essentially based on the determination of nerve impulses conduction velocity and amplitude of the evoked muscle potential (M-wave), after percutaneous electrical stimulation of the nerve trunk with supramaximal rectangular pulse with a duration of 0.2 ms, 0-100 mA intensity and a frequency of 2 Hz. It was applied the electrical excitation of the tibial nerve with stimulating electrode, which was placed on the course of the nerve in the popliteal

wego, wykrywanie i różnicowanie niedowładów wywołanych uszkodzeniem nerwu obwodowego, ocena funkcji mięśni po urazach, zanik mięśni o nieznannej przyczynie, ocena czynności tych samych grup mięśniowych obu stron lub działających synergistycznie bądź antagonistycznie w stosunku do siebie (Kinalski 2008; Lisiński i wsp. 2008).

W tej pracy dokonano porównania wartości parametrów amplitudy oraz częstotliwości zapisu EMG powierzchniowego odprowadzanych z mięśnia brzuchatego łydki obustronnie w warunkach maksymalnego skurczu u chorych po udarach oraz u zdrowych ochotników grupy kontrolnej.

Osobnym testem funkcjonalnym, weryfikującym prawidłową kontrolę czynności ośrodków ruchowych rdzenia kręgowego z ośrodków kory ruchowej na poziomie nadrženiowym, był elektromiograficzny test czynności naprzemiennej mięśni antagonistycznych (rejestrowany z mięśnia piszczelowego przedniego oraz mięśnia brzuchatego łydki) przeprowadzany u chorych po udarach. Zgodnie z opisem metodycznym (Lisiński i wsp. 2008), zastosowano ocenę występowania aktywności naprzemiennej w zapisie EMG jednostek ruchowych obu rozpatrywanych grup mięśniowych, podczas wykonywania czynności dowolnej ruchu zgięcia grzbietowego i podszwowej stopy po stronie objawowej. Stopień koordynacji czynności tych grup mięśniowych określano w pięciostopniowej skali 5-1, przy czym 5 oznaczał wzorzec prawidłowy, a 1 brak wzorca czynności naprzemiennej.

Badanie elektroneurograficzne (ENG)

Elektroneurografia jest metodą diagnostyczną umożliwiającą ocenę czynności nerwów obwodowych (włókien ruchowych i czuciowych) na podstawie ich stopnia pobudliwości, zdolności i prędkości przewodzenia impulsów nerwowych. Badanie pozwala na zlokalizowanie, wyznaczenie zakresu oraz różnicowanie charakteru zmian patologicznych (aksonalne, demielinizacyjne) jak i określenie dynamiki procesu chorobowego w badanym nerwie.

Ocena funkcji ruchowej nerwu zasadniczo opiera się na wyznaczeniu prędkości przewodzenia impulsu nerwowego oraz amplitudy wywołanego potencjału mięśniowego (fala M), po przeskórnej stymulacji pnia nerwu prostokątnym bodźcem ponadmaksymalnym o czasie trwania 0,2 ms, natężeniu 0-100 mA i częstotliwości 2 Hz. Zastosowano pobudzenie elektryczne nerwu piszczelowego elektrodą stymulującą, która umieszczana była na przebiegu nerwu w dole podkolanowym, podczas gdy

fossa, while the recording electrodes were placed on gastrocnemius muscle belly and its tendon distally. A ground electrode was placed between the mentioned above electrodes (Kinalski 2008; Lisiński et al 2008). During the stimulation, there were also evaluated the interlatency parameters and the frequency of F-wave excitation evoked on the antidromic way and recorded in the gastrocnemius muscle. During the test, 20 stimulations applied to the nerve branch should evoke the F-waves recorded with frequency not less than 14, while recording 20 constant M-waves. During the study of H-reflex induced after electrical stimulation of the tibial nerve in the popliteal fossa and recorded from the gastrocnemius muscle, there were analyzed H-reflex amplitude parameter and its latency.

All results of electromyographic and electro-neurographic examinations were compared to the standards of similar tests performed in the control group of healthy people (standards of Department of Pathophysiology of Locomotor Organs in University of Medical Sciences).

RESULTS

The test results of EMG and ENG are shown in Tables I-VI. In all patients, the parameters of EMG recorded from the anterior tibial muscle on the paretic side showed significant deficits in motor units activity during maximal contraction lasting 5 seconds. Parameters recorded on the less paretic side were characterized by values below the lower limit of normal (Table I). Abnormalities recorded from the anterior tibial muscle on the paretic side were expressed as the significant decrease in amplitude (434 μ V on average) and the frequency (1.8 on average), suggesting the characteristic exponents for advanced neurogenic changes. The amplitude parameters (mean of 620 μ V) and frequency (2.4 on average) recorded from the muscles on the less paretic side indicated the average severity of a neurogenic pathology. Analyzing the amplitude value of the resting potential recorded from the anterior tibial muscle during maximal relaxation of muscle, there could be established characteristics of increased muscle tension only on the more paretic side in comparison to the less paretic (approximately 86 μ V compared to 29 μ V).

elektrody odbiorcze rozlokowane były na brzuchu mięśnia brzuchatego łydki i jego ścięgno dystalnie. Elektrode uziemiającą opaskową umieszczono pomiędzy w/w elektrodami (Kinalski 2008; Lisiński i wsp. 2008). W trakcie stymulacji wyznaczono również parametry interlatencji oraz częstości wzbudzenia fali F wywołanej na drodze antidromowej i rejestrowanej zwrotnie w mięśniu brzuchatym łydki. W trakcie testu 20 zastosowanych stymulacji aplikowanych do gałęzi nerwowej, częstość rejestrowanych fal F powinna być niższa aniżeli 14, przy jednoczesnej rejestracji 20 wywołanych fal M. W badaniu odruchu H wywołanego po stymulacji nerwu piszczelowego w dole podkolanowym i rejestrowanego z mięśnia brzuchatego łydki, analizowano parametr amplitudy fali H oraz jego latencji.

Wszystkie wyniki badań elektromiograficznych i elektroneurograficznych, porównywane były do norm analogicznych testów wykonywanych u zdrowych ludzi grupy kontrolnej (normy Zakładu Patofizjologii Narządu Ruchu UM w Poznaniu).

WYNIKI

Wyniki badań EMG i ENG przedstawiono w tabelach I-VI. U wszystkich badanych chorych, parametry badań EMG odprowadzanych z mięśni piszczelowych przednich po stronie bardziej niedowładnej wykazywały znaczące deficyty w czynności jednostek ruchowych w trakcie testu maksymalnego skurczu trwającego 5 sekund. Parametry rejestrowane po stronie mniej niedowładnej charakteryzowały się wartościami poniżej dolnej granicy normy (Tabela I). Nieprawidłowości rejestrowane z mięśni piszczelowych przednich po stronie bardziej niedowładnej wyrażały się wyraźnym spadkiem amplitudy (średnio 434 μ V) oraz wartości częstotliwości (wskaźnik średnio 1,8) sugerujących wykładniki charakterystyczne dla zaawansowanego uszkodzenia neurogennego. Parametry amplitud (średnio 620 μ V) oraz częstotliwości (wskaźnik średnio 2,4) rejestrowane z mięśni po stronie mniej niedowładnej wskazywały na średni stopień zaawansowania patologii o charakterze neurogennym. Analizując wartość amplitudy potencjału spoczynkowego rejestrowanej z mięśni piszczelowych przednich podczas maksymalnej relaksacji mięśnia, można stwierdzić wykładniki wzmożonego napięcia mięśniowego tylko po stronie bardziej niedowładnej w stosunku do mniej niedowładnej (średnio 86 μ V w porównaniu do 29 μ V).

Table I. Summary of the EMG test parameters for the tibialis anterior muscles recorded in 5 patients after stroke.

EMG PARAMETERS OF THE TIBIALIS ANTERIOR MUSCLE						
CONSECUTIVE PATIENT	MORE PARETIC SIDE			LESS PARETIC SIDE		
	AT REST		MAXIMAL CONTRACTION	AT REST		MAXIMAL CONTRACTION
	A	A	CH	A	A	CH
1	25	100	1	20	300	2
2	10	70	1	20	300	2
3	50	1200	3	50	1100	3
4	300	200	2	25	800	3
5	45	600	2	30	600	2
Min.	10	70	1	20	300	2
Max.	300	1200	3	50	1100	3
Mean	86	434	1,8	29	620	2,4

Explanation: A - amplitude, CH - index of the recording (depending on frequency): 3 - interference pattern (normal), 2 - incomplete interference (slightly pathological), 1 - simple (extremely pathological) Explanation:

Analyzing the data in Table II, where parameters of recorded EMG from the lower extremity muscle groups are presented, it can be concluded that they showed similar signs of motor units dysfunction as recorded in the anterior tibial muscle, both on the more and less paretic sides, but to a lesser advancement. In general, however, they showed changes of neurogenic origin.

Table II. List of EMG parameters recorded from the gastrocnemius muscle in 5 patients after stroke.

EMG TEST PARAMETERS FOR THE GASTROCNEMIUS MUSCLE						
CONSECUTIVE PATIENT	MORE PARETIC SIDE			LESS PARETIC SIDE		
	AT REST		MAXIMAL CONTRACTION	AT REST		MINIMAL CONTRACTION
	A	A	CH	A	A	CH
1	15	10	1	10	400	3
2	15	80	1	25	400	3
3	80	600	3	70	700	3
4	50	800	3	25	700	3
5	45	400	2	30	700	3
MIN.	15	10	1	10	400	3
MAX.	80	800	3	70	700	3
MEAN	41	378	2	32	580	3

Explanation: A - amplitude, CH - index of the recording (depending on frequency): 3 - interference pattern (normal), 2 - incomplete interference (slightly pathological), 1 - simple (extremely pathological)

Tabela I. Zestawienie parametrów badania EMG dla mięśnia piszczelowego przedniego (m. tibialis anterior) u 5 chorych po przebytych udarze mózgu.

PARAMETRY BADANIA EMG Z MIĘŚNIA PISZCZELOWEGO PRZEDNIEGO (M. TIBIALIS ANTERIOR)						
KOLEJNY BADANY CHORY	STRONA BARDZIEJ NIEDOWŁADNA			STRONA MNIEJ NIEDOWŁADNA		
	W SPOCZYNKU		MAKSYMALNY SKURCZ	W SPOCZYNKU		MAKSYMALNY SKURCZ
	A	A	CH	A	A	CH
1	25	100	1	20	300	2
2	10	70	1	20	300	2
3	50	1200	3	50	1100	3
4	300	200	2	25	800	3
5	45	600	2	30	600	2
Min.	10	70	1	20	300	2
Max.	300	1200	3	50	1100	3
Mean	86	434	1,8	29	620	2,4

Objaśnienia: A – amplituda, CH – charakter zapisu (w zależności od jego częstotliwości): 3 – zapis interferencyjny (prawidłowy), 2 – niepełna interferencja (nieznacznie patologiczny), 1 – zapis prosty (skrajnie patologiczny)

Analizując dane zawarte w tabeli II, gdzie zaprezentowano parametry rejestracji EMG rejestrowanych z grupy mięśni tylnej podudzia, można stwierdzić, że wykazywały one podobne objawy dysfunkcji jednostek ruchowych jak rejestrowane w mięśniach piszczelowych przednich, zarówno po stronie bardziej jak i mniej niedowładnej, ale o mniejszym stopniu zaawansowania. Ogólnie jednak wykazywały one neurogenne podłoże obserwowanych zmian.

Tabela II. Zestawienie parametrów badania EMG dla mięśnia brzuchatego (m. gastrocnemius) u 5 chorych po przebytych udarze mózgu.

PARAMETRY BADANIA EMG DLA MIĘŚNIA BRZUCHATEGO (M. GASTROCNEMIUS)						
KOLEJNY BADANY CHORY	STRONA BARDZIEJ NIEDOWŁADNA			STRONA MNIEJ NIEDOWŁADNA		
	W SPOCZYNKU		MAKSYMALNY SKURCZ	W SPOCZYNKU		MAKSYMALNY SKURCZ
	A	A	CH	A	A	CH
1	15	10	1	10	400	3
2	15	80	1	25	400	3
3	80	600	3	70	700	3
4	50	800	3	25	700	3
5	45	400	2	30	700	3
MIN.	15	10	1	10	400	3
MAX.	80	800	3	70	700	3
ŚREDNIA	41	378	2	32	580	3

Objaśnienia: A – amplituda, CH – charakter zapisu (w zależności od jego częstotliwości): 3 – zapis interferencyjny (prawidłowy), 2 – niepełna interferencja (nieznacznie patologiczny), 1 – zapis prosty (skrajnie patologiczny)

Table III shows the results of EMG recording referring to alternate activities of ankle antagonist muscles on the more and less paretic sides. The average value of the index on the paretic side (1.2) was two times less than on the less paretic side (2.6). Nevertheless, both the average values of the indexes suggest the significant functional changes in relation to the maximal value (5). Such changes are the results of the motoneuronal centers isolation from the control of supraspinal centers (mainly cortical) in patients after ischemic stroke.

Table III. List of parameters of alternate EMG activity recorded from the tibialis anterior and gastrocnemius muscles in 5 patients after stroke.

PARAMETERS OF ALTERNATE EMG ACTIVITY OF THE TIBIALIS AND GASTROCNEMIUS MUSCLES		
CONSECUTIVE PATIENT	MORE PARETIC SIDE	LESS PARETIC SIDE
1	1	2
2	0	1
3	2	2
4	1	5
5	2	3
MIN.	0	1
MAX.	2	5
MEAN	1,2	2,6

Results of conduction studies referring to the tibial nerve motor fibers peripherally (M-wave) during electroneurographic tests in examined patients after stroke are presented in Table IV. Analysis of evoked potential amplitude parameter and the conduction velocity of impulses in motor fibers peripherally following applied tests carried out on the more or less paretic sides showed no significant differences from normative values recorded in healthy people. This means no changes of axonal or demyelinating type in motor fibers of studied nerves. However, the analyzed parameters of amplitude and conduction velocity had lower values on the more paretic side than the less paretic side (3240 μ V, 40,9m/s, compared to 3640 μ V, 43,1m/s).

W tabeli III pokazano wyniki badań rejestracji EMG w zakresie czynności naprzemiennej mięśni antagonistycznych stawu skokowego po stronie bardziej i mniej niedowładnej. Wartość średnia wskaźnika po stronie bardziej niedowładnej (1,2) była dwa razy mniejsza aniżeli po stronie mniej niedowładnej (2,6). Tym niemniej obie średnie wartości wskaźników sugerują znaczące zmiany funkcjonalne w odniesieniu do wartości maksymalnej (5). Tego rodzaju zmiany, wynikają z odizolowania czynności ośrodków motoneuronalnych (rdzeniowych) spod kontroli ośrodków nadrdzeniowych (korowych) u chorych po udarach niedokrwiennych mózgu.

Tabela III. Zestawienie parametrów badania EMG czynności naprzemiennej mięśni piszczelowego przedniego i brzuchatego u 5 chorych po przebytych udarze mózgu.

PARAMETRY BADANIA EMG CZYNNOŚCI NAPRZEMIENNEJ MIĘŚNI PISZCZELOWEGO I BRZUCHATEGO		
KOLEJNY BADANY CHORY	STRONA BARDZIEJ NIEDOWŁADNA	STRONA MNIEJ NIEDOWŁADNA
1	1	2
2	0	1
3	2	2
4	1	5
5	2	3
MIN.	0	1
MAX.	2	5
ŚREDNIA	1,2	2,6

Wyniki badań przewodnictwa włókien ruchowych nerwu piszczelowego obwodowo (fala M) w badaniu electroneurograficznym u badanych chorych po przebytych udarze mózgu zamieszczono w tabeli IV. Analiza parametru amplitudy potencjału wywołanego oraz prędkości przewodzenia impulsów nerwowych w włóknach ruchowych obwodowo, w następstwie testów wykonanych po stronie bardziej i mniej niedowładnej, nie wykazały znaczących różnic z wartościami normatywnymi rejestrowanymi u zdrowych ludzi. Oznacza to brak wykładników zmian o charakterze aksonalnym lub demielinizacyjnym w włóknach ruchowych badanych nerwów. Tym niemniej analizowane parametry amplitudy oraz prędkości przewodzenia miały niższe wartości po stronie bardziej niedowładnej aniżeli mniej niedowładnej (3240 μ V, 40,9m/s w porównaniu do 3640 μ V, 43,1m/s).

Table IV. Summary of ENG test parameters of M-waves recorded from the tibial nerve in 5 patients after stroke.

M-WAVE PARAMETERS AFTER STIMULATION OF THE TIBIAL NERVE						
CONSECUTIVE PATIENT	MORE PARETIC SIDE			LESS PARETIC SIDE		
	A	L	CV	A	L	CV
1	8000	5,3	36,0	8000	4,7	34,0
2	2000	5,0	36,0	2000	4,7	42,6
3	1200	4,0	47,2	1200	4,3	48,1
4	2500	5,8	34,3	4000	5,3	38,2
5	2500	4,2	51,3	3000	4,1	52,5
MIN.	1200	4,0	34,3	1200	4,1	34,0
MAX.	8000	5,8	51,3	8000	5,3	52,5
MEAN	3240	4,75	40,96	3640	4,62	43,08

Explanation: A - amplitude, L - latency, CV - conduction velocity

Comparing the data presented in Tables V and VI from the recorded the H-reflex studies in the examined patients and in healthy subjects showed an increase in the average amplitude in patients on the more paretic side (1740 μ V compared to 1200 μ V). Comparison of the analyzed parameter of M-wave latency in evoked potentials showed no significant changes in mean values.

Table V. Summary of ENG parameters in H-reflex studies for tibial nerve in 5 patients after stroke.

PARAMETERS OF H-REFLEX AFTER STIMULATION OF THE TIBIAL NERVE						
CONSECUTIVE PATIENT	MORE PARETIC SIDE			LESS PARETIC SIDE		
	A	L	CV	A	L	CV
1	200	21,8	52,3	200	32,3	60,1
2	1800	32,0	59,8	400	36,4	61,5
3	5000	28,2	63,8	2000	32,8	60,1
4	700	32,8	56,2	400	21,7	51,4
5	1000	33,2	53,4	1000	33,3	50,1
MIN.	200	21,8	52,3	200	21,7	50,1
MAX.	5000	33,2	63,8	2000	36,4	61,5
MEAN	1740	29,6	57,1	800	31,3	56,6

Explanation: A - amplitude, L - latency, CV - conduction velocity

Tabela IV. Zestawienie parametrów badania ENG fali M dla nerwu piszczelowego u 5 chorych po przebytym udarze mózgu.

PARAMETRY FALI M PO STYMULACJI NERWU PISZCZELOWEGO (N. TIBIALIS)						
KOLEJNY BADANY CHORY	STRONA BARDZIEJ NIEDOWŁADNA			STRONA MNIEJ NIEDOWŁADNA		
	A	L	CV	A	L	CV
1	8000	5,3	36,0	8000	4,7	34,0
2	2000	5,0	36,0	2000	4,7	42,6
3	1200	4,0	47,2	1200	4,3	48,1
4	2500	5,8	34,3	4000	5,3	38,2
5	2500	4,2	51,3	3000	4,1	52,5
MIN.	1200	4,0	34,3	1200	4,1	34,0
MAX.	8000	5,8	51,3	8000	5,3	52,5
ŚREDNIA	3240	4,75	40,96	3640	4,62	43,08

Objaśnienia: A – amplituda, L – latencja, CV – prędkość przewodzenia

Porównując dane przedstawione w tabelach V i VI dotyczące parametrów odruchu H rejestrowanego u badanych chorych oraz u zdrowych ludzi zaobserwowano wzrost wartości średniej amplitudy u chorych po stronie bardziej niedowładnej (1740 μ V w porównaniu do 1200 μ V). Porównanie parametru latencji analizowanej fali potencjału wywołanego nie wykazało znaczących zmian wartości średnich.

Tabela V. Zestawienie parametrów badania ENG fali H dla nerwu piszczelowego (n. tibialis) u 5 chorych po przebytym udarze mózgu.

PARAMETRY FALI H PO STYMULACJI NERWU PISZCZELOWEGO (N. TIBIALIS)						
KOLEJNY BADANY CHORY	STRONA BARDZIEJ NIEDOWŁADNA			STRONA MNIEJ NIEDOWŁADNA		
	A	L	CV	A	L	CV
1	200	21,8	52,3	200	32,3	60,1
2	1800	32,0	59,8	400	36,4	61,5
3	5000	28,2	63,8	2000	32,8	60,1
4	700	32,8	56,2	400	21,7	51,4
5	1000	33,2	53,4	1000	33,3	50,1
MIN.	200	21,8	52,3	200	21,7	50,1
MAX.	5000	33,2	63,8	2000	36,4	61,5
ŚREDNIA	1740	29,6	57,1	800	31,3	56,6

Objaśnienia: A – amplituda, L – latencja, CV – prędkość przewodzenia

Table VI. Proper values for H-reflex parameters after tibial nerve stimulation

PARAMETERS	H-REFLEX PROPER PARAMETERS AFTER STIMULATION OF THE TIBIAL NERVE
AMPLITUDE [MV]	500 – 1600 (1200)
LATENCY [MS]	38,5 – 47,0 (43,2)
CONDUCTION VELOCITY [M/S]	31,4 – 47,3 (41,4)

DISCUSSION

According to Kinalski (2008), to assess the degree of excitability of the spinal motoneuron centers in post-stroke patients there can be used the H-reflex electroneurography. Opinions of other authors on the value of this study are divided. According to Bojakowski (1984) and Desmendt (1973) it is believed, that the H-reflex evoked potential has always increased amplitude value in patients with a symptom of spasticity, which is an important part of diagnosis for the programming of treatment and prognosis. Research of Schindler-Vens and colleagues (2008) showed (after Seniów et al 2007), that in patients after stroke the myotatic reflexes are increased, hence H-reflex amplitude should have a value also increased in comparison to the normative. These authors also assume that this is related to the formation of the increased impulsation within the monosynaptic neural pathway taking the origin from Ia afferent fibers with receptors in annulo-spiral muscle endings which directly excite alpha-motoneurons at the spinal level. These spinal centers are released from the control of polysynaptic excitatory and inhibitory effects of the corticospinal tract which cells of origin are located in the area of cerebral ischemia. However, these authors did not test the patients with electrical stimulation, but during locomotion. Another explanation for this phenomenon (increased in relation to the normal value the H-reflex amplitude) is releasing the primary afferent depolarization (PAD) from the control of excitatory and inhibitory influences of fibers in lateral corticospinal tract (Hultborn and Nielsen 1995; Kinalski 2008).

The test results obtained in this study confirm the presence of bilateral paresis symptom as it was concluded from electromyographic recordings in lower extremity muscles, with exponents of unilateral lateralization and variation of the amplitude and frequency parameters in EMG during the maximal contraction. About similar possibilities of

Tabela VI. Prawidłowe wartości parametrów odruchu H po stymulacji nerwu piszczelowego (n.tibialis).

PARAMETRY	PARAMETRY PRAWIDŁOWE ODRUCHU H PO STYMULACJI NERWU PISZCZELOWEGO (N.TIBIALIS)
AMPLITUDA [MV]	500 – 1600 (1200)
LATENCJA [MS]	38,5 – 47,0 (43,2)
PRĘDKOŚĆ PRZEWODZENIA [M/S]	31,4 – 47,3 (41,4)

DYSKUSJA

Według Kinalskiego (2008), do oceny stopnia pobudliwości motoneuronu ośrodka rdzeniowego u chorych po udarach wykorzystuje się falę H w badaniu electroneurograficznym. Zdania innych autorów odnośnie wartości badania tego potencjału są podzielone. Zgodnie z Bojakowskim (1984) oraz Desmendt (1973) uważa się, że fala H ma zawsze wygórowaną wartość amplitudy u chorych z objawem spastyczności, co jest ważnym elementem diagnostycznym przydatnym do programowania i prognozowania leczenia zachowawczego. Badania Schindler – Vens i współpracowników (2008) wykazały (za Seniów i wsp. 2007), że u chorych po udarach odruchy miototyczne są wygórowane, stąd amplituda fali H powinna mieć wartość również zwiększoną w stosunku do normatywnej. Autorzy ci zakładają również, że związane jest to z powstawaniem wzmożonej impulsacji nerwowej w monosynaptycznym szlaku z włókien aferentnych Ia, biorących początek z receptorów mięśniowych pierścieniowo-spiralnych do alfa-motoneuronów ośrodka ruchowego na poziomie rdzeniowym, który jest uwolniony spod kontroli polisynaptycznych wpływów pobudzających i hamujących wywieranych z komórek początkowych drogi korowo-rdzeniowej zlokalizowanych w obszarze niedokrwienia mózgu. Jednakże autorzy ci nie badali chorych w trakcie testów z stymulacją elektryczną, ale w trakcie lokomocji. Innym wyjaśnieniem tego zjawiska (zwiększonej w stosunku do wartości prawidłowej amplitudy fali H) jest uwolnienie spod kontroli pobudzającej i hamującej włókien drogi korowo-rdzeniowej bocznej zjawiska pierwotnej depolaryzacji aferentnej (PAD, „primary afferent depolarisation”) (Hultborn i Nielsen 1995; Kinalski 2008).

Wyniki badań elektromiograficznych potwierdzają występowanie obustronnego objawu niedowładu badanych mięśni kończyn dolnych, z wykładnikami jednostronnej lateralizacji, jak należy wnioskować z zmienności rejestrowanych parametrów amplitudy i częstotliwości w odprowadzeniach czynności w warunkach maksymal-

finding this phenomenon was reported by Brola and Czernicki (1999) and Kowalska et al (2001) as well as by Opara (2004) using available clinical and clinimetric tests. On the other hand, the amplitude of surface electromyography recordings from calf muscle at rest (above 25-30 μ V), indicating the phenomenon of increased muscle tension, are consistent with previous observations of Zagłoba-Kaszuba et al (2011), with similar diagnostic capabilities of clinical neurophysiology tests in patients with spinal cord injuries.

In previous studies in patients after ischemic stroke using electromyographic and electroneurographic recordings, Lisiński et al (2008) found no clear abnormalities in transmission of nerve impulses in motor nerve fibers of the lower extremities, which is consistent with the results obtained in the present study. The observed asymmetry in nerve impulses transmission, ranged, however, within the limits of the standards recorded in healthy people. It could be explained more as the result of an unilateral reduction of the centers control in the spinal motor circuits from the supraspinal level rather than a result of permanent changes in the axons of motoneurons. The electromyographic test of the antagonistic muscles alternate activity acting at the ankle recorded in patients under this study on the more paretic side was characterized by a lower index compared to a similar phenomenon occurring on the less paretic side. The final result of the comparison is similar to the observations made by Lisinski et al (2008).

In conclusion, the diagnostic H-reflex test in patients after ischemic stroke allows quantification, by evaluating the parameter of the evoked potential amplitude, the severity of spasticity phenomenon having its origin in the spinal center. Surface electromyography test results recorded at the muscle's relaxation, which define the phenomenon of increased muscle tension, are consistent with the results of H-reflex studies in the same patients.

nego skurczu obserwowanych w prezentowanej pracy. O podobnych możliwościach stwierdzenia tego zjawiska donosili Brola i Czernicki (1999) oraz Kowalska i wsp. (2001) jak i Opara (2004) z wykorzystaniem dostępnych testów klinicznych i klinimetrycznych. Z kolei wartości amplitud elektromiografii powierzchniowej w trakcie rejestracji z badanych mięśni podudzia podczas ich relaksacji (powyżej 25-30 μ V), wskazujące w przeprowadzonych badaniach na zjawisko zwiększonego napięcia mięśniowego, są zgodne z poprzednimi obserwacjami Zagłoby-Kaszuby i wsp. (2011), o podobnych możliwościach diagnostycznych tego testu neurofizjologii klinicznej u chorych po uszkodzeniach rdzenia kręgowego.

W poprzednich badaniach u chorych po udarach niedokrwiennych z wykorzystaniem badań elektromiograficznych i electroneurograficznych, Lisiński i wsp. (2008) stwierdzili brak wyraźnych nieprawidłowości w przewodnictwie impulsów nerwowych we włóknach ruchowych nerwów kończyny dolnej, co jest zgodne z rezultatami otrzymanymi w prezentowanej pracy. Stwierdzone wykładniki asymetrii przewodnictwa nerwowego, zawierające się jednak w granicach norm rejestrowanych u zdrowych ludzi, należy tłumaczyć bardziej skutkiem jednostronnego obniżenia kontroli ośrodków rdzeniowych z układów ruchowych na poziomie nadrdzeniowym o charakterze funkcjonalnym, aniżeli następczymi, trwałymi zmianami w aksonach motoneuronów. Test elektromiograficzny czynności naprzemiennej mięśni antagonistycznych działających na stawie skokowym rejestrowany po stronie bardziej niedowładnej wśród badanych w prezentowanej pracy chorych, charakteryzował się niższym wskaźnikiem w stosunku do podobnego zjawiska występującego po stronie mniej niedowładnej. Końcowy wynik porównania jest zbliżony do obserwacji przeprowadzonych przez Lisińskiego i wsp. (2008).

Podsumowując, badanie diagnostyczne odruchu H u chorych po udarach niedokrwiennych pozwala na skwantyfikowanie, poprzez ocenę parametru amplitudy tego potencjału wywołanego, stopnia zaawansowania zjawiska spastyczności mającego swoje źródło na poziomie ośrodka rdzeniowego. Wyniki badań elektromiografii powierzchniowej rejestrowanej w warunkach relaksacji mięśni, definiujące zjawisko wzmożonego napięcia mięśniowego, są zgodne z wynikami badania odruchu H u tych samych chorych.

REFERENCES

- Bodofsky E.B.**, Contraction-induced upper extremity H reflexes: normative values, *Arch Phys Med Rehabil*, 1999; 80,5:562-565.
- Bojakowski J.**, Przydatność badania odruchu H i fali F w diagnostyce uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego, *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 1984;18:5.
- Braddom R.L.**, Johnson E.W., Standardization of H reflex and diagnostic use in S1 radiculopathy, *Arch Phys Med Rehabil*, 1974;55:161-166.
- Brola W.**, Czernicki J., Porównanie skal uszkodzenia stosowanych w ocenie pacjentów po udarze mózgu, *Postępy Rehabilitacji*, 1999;13:37-43.
- Burke D.**, Hallett M., Fuhr P., et al, H-reflexes from the tibial and median nerves. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1999;52:259-62.
- Czernicki J.**, Dałek B., Krukowska J., Klinimetria w rehabilitacji chorych po udarze mózgu, *Folia Medica Lodziensia*, 1998;25:33-44.
- Desmendt J.E.**, *New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology*, Karger, Basel, 1973.
- Hacke W.**, Donnan G., Fieschi C., et al, Association of outcome with early stroke treatment: pooled of ATLANTIS, ECASS and NIND rt-PA stroke trials, *Lancet*, 2004;363:768-774.
- Huber J.**, Badania neurofizjologiczne. In; *Interna Szczeklika. Handbook of Internal Medicine 2012*, Piotr Gajewski (Ed.) et al. Kraków: Med. Prakt. 2012:1782-1785.
- Hultborn H.**, Nielsen J.B., H-reflexes and F-responses are not equally sensitive to changes in motoneuronal excitability, *Muscle & Nerve*, 1995;18:1471-1474.
- James B.**, Caress M.D., Gregory J., et al, *Neurophysiology of Nerve Conduction Studies, The Clinical Neurophysiology Primer*, 2007: 207-216.
- Kimura J.**, *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle*, Oxford University Press, 2001.
- Kinalski R.**, *Neurofizjologia kliniczna dla neurorehabilitacji*, Med Pharm, Polska, 2008.
- Kowalska J.**, Wolińska A., Moskal J., et al., Ocena stanu klinicznego pacjentów po przebyłym udarze mózgu według skal NIHSS i skandynawskiej z wykorzystaniem technik video, *Nowiny Lekarskie*, 2001;70:160 – 167.
- Lisiński P.**, Huber J., Samborski W., et al, Neurophysiological assessment of the electrostimulation procedures used in stroke patients during rehabilitation, *Int. J. Artif. Organs*, 2008;31,1:76-86.

PIŚMIENNICTWO

- Bodofsky E.B.**, Contraction-induced upper extremity H reflexes: normative values, *Arch Phys Med Rehabil*, 1999; 80,5:562-565.
- Bojakowski J.**, Przydatność badania odruchu H i fali F w diagnostyce uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego, *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 1984;18:5.
- Braddom R.L.**, Johnson E.W., Standardization of H reflex and diagnostic use in S1 radiculopathy, *Arch Phys Med Rehabil*, 1974;55:161-166.
- Brola W.**, Czernicki J., Porównanie skal uszkodzenia stosowanych w ocenie pacjentów po udarze mózgu, *Postępy Rehabilitacji*, 1999;13:37-43.
- Burke D.**, Hallett M., Fuhr P., et al, H-reflexes from the tibial and median nerves. The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 1999;52:259-62.
- Czernicki J.**, Dałek B., Krukowska J., Klinimetria w rehabilitacji chorych po udarze mózgu, *Folia Medica Lodziensia*, 1998;25:33-44.
- Desmendt J.E.**, *New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology*, Karger, Basel, 1973.
- Hacke W.**, Donnan G., Fieschi C., et al, Association of outcome with early stroke treatment: pooled of ATLANTIS, ECASS and NIND rt-PA stroke trials, *Lancet*, 2004;363:768-774.
- Huber J.**, Badania neurofizjologiczne. In; *Interna Szczeklika. Handbook of Internal Medicine 2012*, Piotr Gajewski (Ed.) et al. Kraków: Med. Prakt. 2012:1782-1785.
- Hultborn H.**, Nielsen J.B., H-reflexes and F-responses are not equally sensitive to changes in motoneuronal excitability, *Muscle & Nerve*, 1995;18:1471-1474.
- James B.**, Caress M.D., Gregory J., et al, *Neurophysiology of Nerve Conduction Studies, The Clinical Neurophysiology Primer*, 2007: 207-216.
- Kimura J.**, *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle*, Oxford University Press, 2001.
- Kinalski R.**, *Neurofizjologia kliniczna dla neurorehabilitacji*, Med Pharm, Polska, 2008.
- Kowalska J.**, Wolińska A., Moskal J., et al., Ocena stanu klinicznego pacjentów po przebyłym udarze mózgu według skal NIHSS i skandynawskiej z wykorzystaniem technik video, *Nowiny Lekarskie*, 2001;70:160 – 167.
- Lisiński P.**, Huber J., Samborski W., et al, Neurophysiological assessment of the electrostimulation procedures used in stroke patients during rehabilitation, *Int. J. Artif. Organs*, 2008;31,1:76-86.

Opara J., Klinimetria w spastyczności, Postępy Psychiatrii i Neurologii, 2004;13,2:13-16.

Ryglewicz D., Epidemiologia udarów mózgu w prospektywnych badaniach populacyjnych, Neurologia i Neurochirurgia Polska, 1994;28:35-49.

Seniów J., Krawczyk M., Członkowska A., Rehabilitacja chorych po udarze, Udar mózgu, 2007;3:278-279.

Tsao B., The electrodiagnosis of cervical and lumbosacral radiculopathy, Neurologic Clinics, 2007;25,2:473-494.

Zagłoba-Kaszuba A., Huber J., Stryła W., et al, Możliwość precyzyjnego pomiaru zwiększonego napięcia mięśniowego jako następstwa urazów rdzenia kręgowego w badaniach elektromiografii powierzchniowej. Possibilities for precise measurement of increased muscle tone secondary to spinal cord injury with surface electromyography, Fizjoterapia Polska, 2011;1,4,11:9-19.

Author responsible for correspondence: Agnieszka Szymankiewicz-Szukała; Department of Pathophysiology Locomotor Organs, University of Medical Science in Poznan, Poland, 28 Czerwca Str. No 135/147, 61-545 Poznań; zpnr@wp.pl

Opara J., Klinimetria w spastyczności, Postępy Psychiatrii i Neurologii, 2004;13,2:13-16.

Ryglewicz D., Epidemiologia udarów mózgu w prospektywnych badaniach populacyjnych, Neurologia i Neurochirurgia Polska, 1994;28:35-49.

Seniów J., Krawczyk M., Członkowska A., Rehabilitacja chorych po udarze, Udar mózgu, 2007;3:278-279.

Tsao B., The electrodiagnosis of cervical and lumbosacral radiculopathy, Neurologic Clinics, 2007;25,2:473-494.

Zagłoba-Kaszuba A., Huber J., Stryła W., et al, Możliwość precyzyjnego pomiaru zwiększonego napięcia mięśniowego jako następstwa urazów rdzenia kręgowego w badaniach elektromiografii powierzchniowej. Possibilities for precise measurement of increased muscle tone secondary to spinal cord injury with surface electromyography, Fizjoterapia Polska, 2011;1,4,11:9-19.

Autor odpowiedzialny za korespondencję: Agnieszka Szymankiewicz-Szukała; Zakład Patofizjologii Narządu Ruchu, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu, ul 28 Czerwca 135/147, 61-545 Poznań; zpnr@wp.pl