

**JERZY ROTTERMUND<sup>1,2</sup>, GRZEGORZ MICHALAK<sup>1</sup>,  
MAGDALENA BERSKA-MAŚLEJ<sup>1</sup>, ANDRZEJ KNAPIK<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Zespół Sanatoryjno-Szpitalny Rehabilitacji Narządu Ruchu „Gwarek”, Goczałkowice, Polska*

<sup>2</sup> *Wyższa Szkoła Nauk o Zdrowiu i Pracy Socjalnej św. Elżbiety, Bratysława, Słowacja*

<sup>3</sup> *Wydział Nauk o Zdrowiu w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska*

### **3. Testy czucia głębokiego w diagnostyce stawów kolanowych**

*Deep sensation tests in the diagnosis of knee joint*

#### **Streszczenie**

**Wprowadzenie:** Doskonalenie funkcji kończyn dolnych u pacjentów z chorobami zwyrodnieniowymi, po operacjach ortopedycznych oraz urazach neurologicznych i sportowych nierozzerwalnie wiąże się ze stymulacją czucia proprioceptywnego wraz z kontrolą nerwowo-mięśniową. Powrót sprawności chodu zależy od czucia głębokiego, zwanego zamiennie czuciem proprioceptywnym, oraz od mechanizmów sterujących mięśniami. Przetworzone sensorycznie informacje wymuszają stosowną reakcję układu mięśniowego, poprzez system sprzężeń zwrotnych, równowagę kontrolowaną. Sprawnie funkcjonujący układ integracji sensorycznej umożliwia reedukację chodu. Celem prezentowanego artykułu jest wskazanie na konieczność wykonania testów czucia głębokiego w stawie kolanowym w trakcie zajęć fizjoterapeutycznych u chorych z dysfunkcjami kończyn dolnych i po zabiegach operacyjnych. **Materiał i metody:** Czucie głębokie obejmuje czucie ułożenia, ruchu i wibracji części ciała, ocenę ich ułożenia względem siebie oraz w przestrzeni, zarówno w ruchu, jak i w spoczynku. Informacje czucia głębokiego pochodzą z proprioceptorów stawowych, ścięgniętych, mięśniowych, natomiast te, które znajdują się w głębszych warstwach skóry i powięzi, są tradycyjnie postrzegane jako uzupełniające źródła. Uszkodzenie zaburzeń czucia głębokiego w stawach kolanowych objawia się wielorako. Najczęściej obserwuje się chód odbiegający od fizjologicznego, brak stabilizacji stawu, osłabienie siły mięśniowej, względnie ich sztywność oraz trudność w określeniu pozycji ułożenia kończyny. W pracy przedstawiono wybrane testy czucia głębokiego uwzględniające zdolność do odwzorowywania pozycji stawu kolanowego oraz test siły i prędkości wykonywanego ruchu. Zaproponowano wykorzystanie bieżni i platformy stabilometrycznej w diagnostyce propriocepcji i ocenie postępów w usprawnianiu fizjoterapeutycznym kończyn dolnych. **Podsumowanie:** Ocena czucia proprioceptywnego jest konieczna podczas usprawniania chorych w dysfunkcjach kończyn dolnych, a w połączeniu z innymi badaniami diagnostycznymi umożliwia ukierunkowanie zajęć fizjoterapeutycznych na te najistotniejsze z punktu widzenia potrzeb chorego. W sytuacji pogorszenia się czucia głębokiego niezwłocznie należy przystąpić do wykonywania zalecanych ćwiczeń fizycznych i codziennej aktywności, uwzględniając przeciwwskazania i aktualne możliwości

motoryczne pacjenta. Liczne w społeczeństwie upośledzenia funkcji kończyn dolnych, urazy oraz konieczność wykonania zabiegów operacyjnych wymusza podczas prowadzonej kompleksowej rehabilitacji wykorzystanie testów rzetelnych i niezawodnych. Przedstawione w artykule testy propriocepcji stanowią nie tylko element diagnostyki, ale i obiektywną ocenę prowadzonego usprawniania.

**Słowa kluczowe:** Testy czucia głębokiego, staw kolanowy, diagnostyka, fizjoterapia

## Abstract

**Introduction:** Improving the functions of the lower extremities in patients with degenerative diseases, after orthopedic surgeries and neurological and sports injuries, is inextricably linked with the stimulation of proprioceptive sensation with neuromuscular control. The recovery of gait depends on deep sensation, alternatively known as proprioceptive sensation, and the mechanisms that control the muscles. The sensory processed information forces an appropriate reaction of the muscular system through the feedback system, controlled balance. An efficiently functioning sensory integration system enables gait re-education. The aim of the presented article is to point out the necessity to perform deep sensation tests in the knee joint during physiotherapy classes in patients with lower limb dysfunctions and after surgery. **Material and methods:** Deep sensibility includes feeling the position, movement and vibration of body parts, assessing their position in relation to each other and in space, both in motion and at rest. Deep sensation information comes from joint proprioceptors, tendon muscles, while those found in the deeper layers of the skin and fascia have traditionally been viewed as complementary sources. Damage to deep sensation disorders in the knee joints manifests itself in many ways. The most commonly observed gait is deviating from the physiological one, lack of joint stabilization, muscle weakness or stiffness, and difficulty in determining the position of the limb. The paper presents selected tests of deep feeling, taking into account the ability to reproduce the position of the knee joint as well as the test of strength and speed of the performed movement. It was proposed to use a treadmill and a stabilometric platform in the diagnosis of proprioception and the assessment of progress in the physiotherapeutic improvement of the lower limbs. **Summary:** The assessment of proprioceptive sensation is necessary when rehabilitating patients with lower limb dysfunctions, and in conjunction with other diagnostic tests, it will enable the focus of physiotherapeutic activities on the most important and most important from the point of view of the patient's needs. When deep sensation deteriorates, you should immediately start performing the recommended physical exercises and daily activities, considering the contraindications and current motor abilities of the patient. Numerous impairments in the functions of the lower limbs, injuries and the necessity to perform surgical procedures in the society make it necessary to use reliable tests during the comprehensive rehabilitation. Proprioception tests presented in the article are not only an element of diagnostics, but also an objective assessment of the rehabilitation carried out.

**Keywords:** Deep sensation tests, knee joint, diagnostics, physiotherapy

## Wprowadzenie

Samodzielna, swobodna lokomocja jest celem wszystkich terapii, szczególnie u chorych neurologicznie, którzy w wyniku incydentu naczy-

niowego, względnie długotrwałej choroby, utracili tę możliwość. Proces ten niejednokrotnie jest bardzo długi, wymaga od pacjenta aktywnego udziału, a od zespołów terapeutycznych żmudnej indywidualizacji w pracy.

Przywracanie funkcji kończyn dolnych u osób z chorobami zwyrodnieniowymi, po operacjach ortopedycznych, chorobach i urazach neurologicznych, a także po kontuzjach sportowych, nierozzerwalnie wiąże się ze stymulacją czucia proprioceptywnego wraz z kontrolą nerwowo-mięśniową. Powrót sprawności chodu zależy od czucia głębokiego, zwanego zamiennie czuciem proprioceptywnym, oraz od mechanizmów sterujących mięśniami. Przyjmuje się, że stabilność stawów ma bardziej charakter neurologiczny niż jak dotąd sądzono i wskazywano na struktury więzadłowe i torebkowe [1]. Mechanizm neurologiczny tych zależności to sprzężenia zwrotne, których początek umiejscowiony jest w strukturach stawowych, ścięgnach i mięśniach. Stały dopływ informacji z obwodu jest niezbędny do wykonania każdego zadania ruchowego. Źródła tych danych rejestrowane są w proprioceptorach mięśniowych (wrażliwych na rozciąganie mięśni), torebkowych (kątowe ustawienie stawów) oraz receptorach umiejscowionych w kanałach półkolistych i przedsionku. Sprawnie funkcjonujące receptory i przekazywane z nich informacje pozwalają na chodzenie bez kontroli wzroku z zachowaniem odpowiedniej pozycji pionowej. Uzupełnione informacje o dane z telereceptorów i bodźców eksteroreceptywnych (np. z podłoża) przekazywane są do OUN [2], gdzie zostają scalone. Przetworzone sensorycznie informacje wymuszają stosowną reakcję układu mięśniowego, poprzez system sprzężeń zwrotnych, równowagę kontrolowaną. Sprawnie funkcjonujący układ integracji sensorycznej umożliwia reedukację chodu.

Informacja sensoryczna jest regulowana dynamicznie i stale modyfikowana przez zmiany warunków środowiskowych podczas stania i chodu. W warunkach postawy pionowej i płaskiego podłoża aferentne informacje somatosensoryczne stanowią około 70 proc. przekazu wymaganego do pełnej kontroli, informacje przedsionkowe to około 20 proc., a wizualne jedynie 10 proc. [3]. Informacje płynące ze wzroku i przedsionka stają się bardziej istotnym źródłem dla integracji sensorycznej, gdy zmieniają warunki, np. podczas chodu po niestabilnym podłożu (zmniejsza się rola bodźców płynących z ciała), z kolei w trakcie chodu w ciemności zwiększona jest rola bodźców somatosensorycznych i informacji z przedsionka. Należy jednocześnie zaznaczyć, że informacje sensoryczne płynące z układu proprioceptywnego charakteryzują się szybkim czasem reakcji na poziomie rdzenia, niejednokrotnie bez lub w niewielkim stopniu uświadomionym [4].

Celem prezentowanego artykułu jest wskazanie na konieczność wykonania testów czucia głębokiego w stawie kolanowym w trakcie zajęć fizjoterapeutycznych u chorych z dysfunkcjami kończyn dolnych oraz po

zabiegach operacyjnych. Ich wyniki to obiektywna diagnostyka oraz informacja o efektach prowadzonej rehabilitacji.

## Czucie głębokie stawu kolanowego

Czucie głębokie (*Deep Sensibility*) obejmuje czucie ułożenia, ruchu i wibracji części ciała, ocenę ich ułożenia względem siebie i w przestrzeni, zarówno w ruchu, jak i w spoczynku. Informacje czucia głębokiego pochodzą z proprioceptorów stawowych, ścięgniętych mięśniowych [5, 6], natomiast te, które znajdują się w głębszych warstwach skóry i powięzi, są tradycyjnie postrzegane jako uzupełniające źródła [7].

W trakcie ułożenia kończyny dolnej oraz podczas stania lub chodu receptory informują o zmianach w tkankach człowieka, przekształcane są w sygnały nerwowe i dalej przesyłane drogami czuciowymi do OUN [8]. Znaczenie różnych mechanoreceptorów jest stale obserwowane i badane. W ostatnim dwudziestolecu panuje pogląd, że propriocepcja głównie jest efektem sygnalizacji z wrzecion mięśniowych, zaś informacje o napięciu pochodzą z narządu ścięgniętego aparatu Goldiego [9]. Receptory stawowe swoją aktywną rolę pełnią dopiero w skrajnych pozycjach zakresu ruchu, a nie w środkowych zakresach ruchu w stawie. Identycznie zachowują się receptory skórne [10, 11]. Wrzecionko mięśniowe aktywnie informuje podczas całego zakresu ruchu. Obserwacje te potwierdzają badacze z Chin, którzy oceniali rolę receptorów w środkowych zakresach ruchu ( $105^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $135^\circ$ ). Wskazali, że receptory stawowe i skórne są mało aktywne i w niewielkim stopniu przyczyniają się do propriocepcji. Ponadto zbadali, iż wycucie siły zależy bardziej od sensorycznych informacji wejściowych ze ścięgien aparatu Goldiego, a wycucie ruchu zależy bardziej od informacji z wrzecion mięśniowych. Z kolei wycucie pozycji opiera się na podwójnych informacjach wejściowych wrzecion mięśniowych i narządu Golgiego [7].

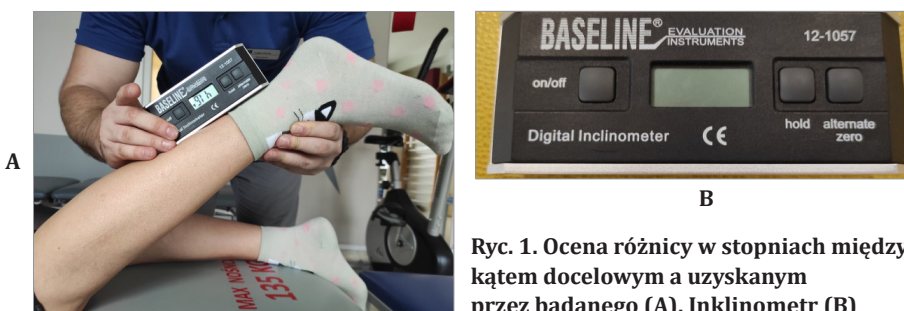
Receptory (zakończenia nerwowe Ruffiniego, Paciniego, narząd Goldiego) zostają uszkodzone w wyniku urazu ACL, powodując brak przekazywania poprawnej informacji do OUN [12] i ograniczenie pobudliwości wrzecion mięśniowych mięśni ud [13].

Upośledzenie czucia głębokiego obserwowane jest również u chorych po dłuższym unieruchomieniu, operacjach i np. po incydentach neurologicznych. Powszechny, pasywny tryb życia i ograniczona aktywność ruchowa zmniejszają możliwość stymulacji receptorów, powodując stopniowe zaburzenie czucia proprioceptywnego. Uszkodzenie zaburzeń czucia głębokiego w stawach kolanowych objawia się wielorako. Najczęściej obserwuje się chód odbiegający od fizjologicznego, brak stabilizacji stawu, osłabienie siły mięśniowej, względnie ich sztywność oraz trudność w określeniu pozycji ułożenia kończyny.

## Testy stawu kolanowego

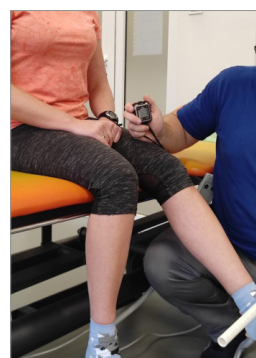
Ocena propriocepcji stawu kolanowego wykonywana jest wieloma sposobami. Należy stosować testy ukierunkowane na konkretny problem, np. wycucia pozycji kolana, jego niestabilności, względnie brak wycucia ruchu [14] lub jego kierunku. Podczas planowania wykonania testów konieczne należy ustalić możliwość ich realizacji, z określeniem pozycji ciała, którą badany powinien przyjąć (siedząca, leżąca). Kolejne uwarunkowania przeprowadzenia testów wiążą się z problemem obciążania stawu kolanowego czy też wykonania ruchu bez jego obciążenia. Inne kwestie to np. wyeliminowanie w trakcie badania informacji wzrokowej.

Istnieją testy czucia głębokiego uwzględniające wycucie siły stałej w krótkim czasie [15], z umiejętnością różnicowania obciążeń [16] lub zdolnością do aktywnego odtwarzania prędkości ruchu biernego [17]. Kolejne to umiejętność odwzorowywania różnych pozycji stawu kolanowego po ruchu biernym [18]. Bieżnie zalecane są jako dobre narzędzie diagnostyczne do oceny jakościowej chodu oraz w monitorowaniu postępów rehabilitacji chorych [19]. Również platformy stabilometryczne stanowią cenne uzupełnienie zajęć fizjoterapeutycznych i przeprowadzanej diagnostyki [20, 21].



Ryc. 1. Ocena różnicy w stopniach między kątem docelowym a uzyskanym przez badanego (A). Inklinometr (B)

Jedną z najpopularniejszych metod jest ocena pozycji stawu kolanowego z wykorzystaniem inklinometru (ryc. 1). Polega na wykonaniu ruchu aktywnego lub biernego do kąta zgięcia stawu kolanowego. Wynik testu stanowi różnicę w stopniach między kątem docelowym a uzyskanym przez badanego [15]. Kolejny test to wykrywanie ruchu pasywnego (ryc. 2), polega na wykonaniu ruchu biernego przez terapeutę do określonego kąta z podaniem kierunku ruchu. Laska wspomaga jedynie ocenę osiągnięcia przez badanego żądanego kąta. Pacjent w tym czasie ma zasłonięte oczy. Wynik testu to czas pomiędzy po-



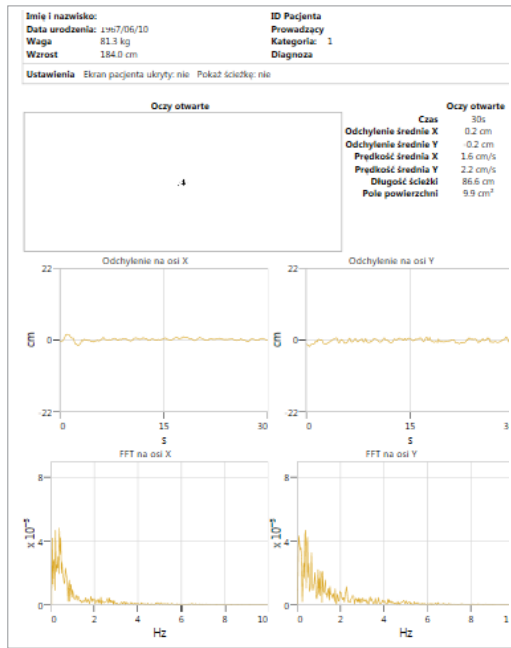
Ryc. 2. Ocena ruchu pasywnego

czątkiem ruchu a wskazaniem przez badanego pozycji kątowej. Warunkiem pozytywnego testu jest właściwy kierunek ruchu [22].

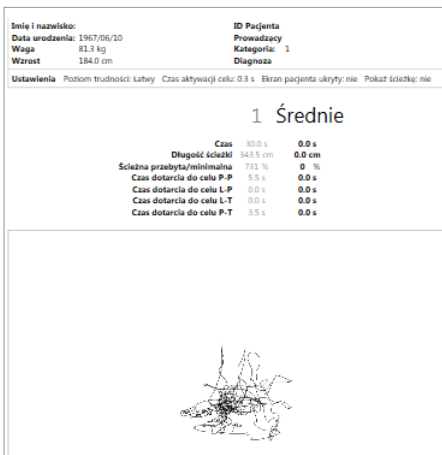
Diagnostykę wykorzystującą platformę stabilometryczną wraz z raportami pozwalającymi różnicować czucie głębokie kończyn dolnych przedstawia rycina 3.



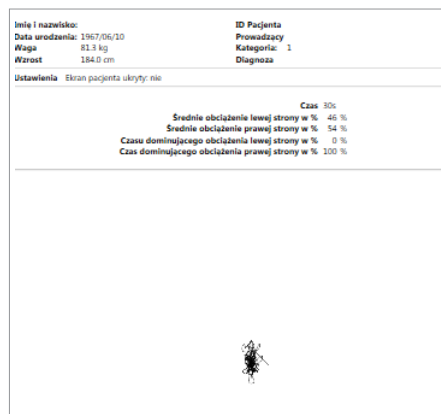
A



B



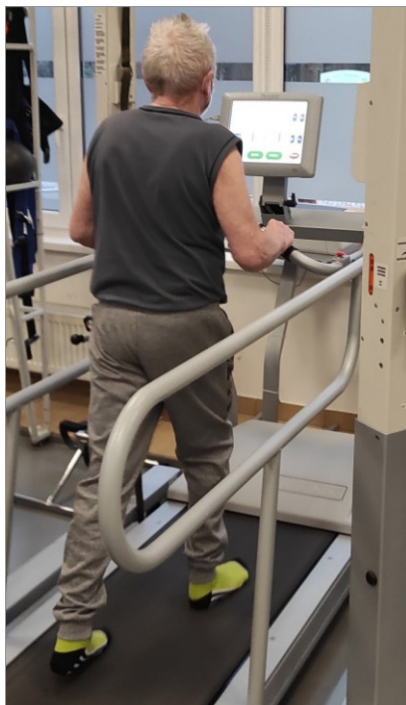
C



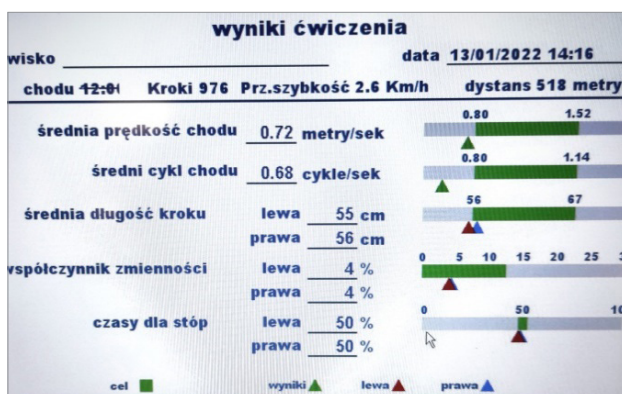
D

Ryc. 3. Test na platformie stabilometrycznej (A). Raporty z: testu stabilności - oczy otwarte (B), dynamicznego (C), dystrybucji obciążeń (D)

Na rycinie 4 zaprezentowano raport oceny chodu u chorych z dysfunkcją kończyn dolnych z wykorzystaniem bieżni.



A



B

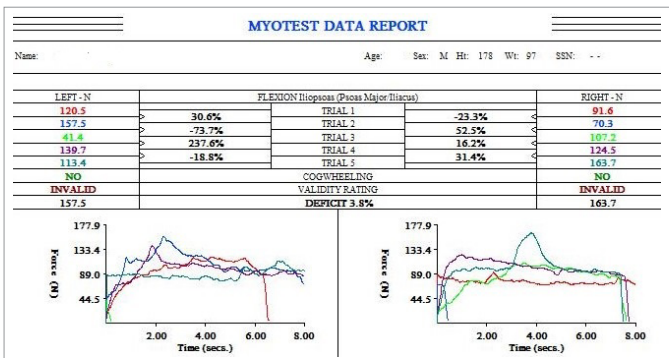
Ryc. 4. Test na bieżni (A), raport z ćwiczeń na bieżni (B)

Oceny siły mięśniowej, prędkości wykonywanego ruchu w stawie kolanowym oraz różnice pomiędzy kończynami dolnymi przedstawiono na rycinie 5.

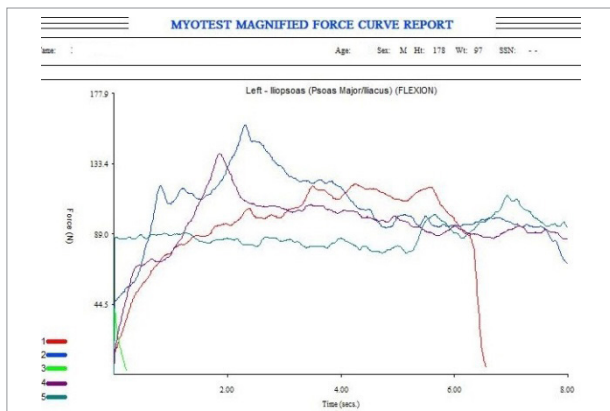


B

A



C



D

Ryc. 5. Test wycucia siły stałej w krótkim czasie i odtwarzania prędkości ruchu (A), dynamometr micRFET 2 (B) oraz porównanie kończyn dolnych (C) i raporty z badania (D)

## Podsumowanie

Poprawnie działająca integracja sensoryczna, prawidłowo interpretowane czucie głębokie jest podstawą planowania ruchu, następnie regulacji napięcia mięśniowego, koordynacji ruchowej i w ostateczności należyte wykonywanego ruchu. Ocena czucia proprioceptywnego jest konieczna podczas usprawniania chorych po uszkodzeniach obwodowego i ośrodkowego układu nerwowego, urazach kończyn i zabiegach ortopedycznych. W połączeniu z innymi badaniami diagnostycznymi umożliwia ukierunkowanie zajęć fizjoterapeutycznych na te najważniejsze z punktu widzenia potrzeb chorego.

W ich trakcie można wykorzystać ćwiczenia na platformie balansowej z jednoczesnym biologicznym sprzężeniem zwrotnym, które powinny stanowić stały element fizjoterapii chorych w każdym okresie rehabilitacji z dysfunkcjami kończyn dolnych [23].

W sytuacji pogorszenia się czucia głębokiego niezwłocznie należy przystąpić do wykonywania zalecanych ćwiczeń fizycznych, uwzględniając przeciwwskazania i aktualne możliwości motoryczne chorego. Wymagana jest regularność prowadzonych ćwiczeń i stała weryfikacja postępów w usprawnianiu. Powrót do pełnej sprawności może okazać się długofalowy i nie zawsze w pełni skuteczny. Doskonale poprawiające propriocepcję dotyczy całego procesu usprawniania, który obejmuje ćwiczenia funkcji mięśni, ruchomości, koordynacji i równowagi oraz zdolności lokomocyjne. Cennym uzupełnieniem mogą być zajęcia np. z jogi lub tai-chi. Nieodzownym elementem kompleksowej rehabilitacji powinna być równolegle prowadzona edukacja chorych, obejmująca informacje o przyczynie powstania dysfunkcji, prowadzonej terapii, a także zalecenia zdrowotne, również ergonomiczne na przyszłość.

Fizjoterapeuci odpowiadający za skuteczność prowadzonej terapii powinni zwrócić uwagę na wiek chorych. Zmiany inwolucyjne u osób w starszym wieku również niekorzystnie wpływają na układ czucia głębokiego, pogarsza się sprawność układu nerwowego, występują choroby degeneracyjne stawów, upośledzone jest działanie receptorów [24]. Dlatego szczególnie w tej grupie wiekowej należy promować trening propriocepcji podczas codziennych zajęć ruchowych i aktywności fizycznej.

Ograniczenie kontroli nerwowo-mięśniowej powoduje niestabilność stawów, upośledza równowagę i możliwości ruchowe, a w konsekwencji zaburza statykę ciała chorego, przyczyniając się do niestabilności posturalnej [25]. Łączenie ćwiczeń usprawniających z umiarkowaną aktywnością aerobową powinno być wskazane w celu poprawy funkcji motorycznych [26].

Liczne w społeczeństwie upośledzenia funkcji kończyn dolnych, urazy i konieczność wykonania zabiegów operacyjnych wymuszają podczas prowadzonej kompleksowej rehabilitacji wykorzystanie testów rzetelnych i niezawodnych. Przedstawione w artykule testy propriocepcji stanowią nie tylko element diagnostyki, ale i obiektywną ocenę prowadzonego usprawniania.

## Piśmiennictwo

1. Stolarczyk A, Śmigieński R, Adamczyk G. Propriocepcja w aspekcie medycyny sportowej. *Medycyna Sportowa*. 2000; 107: 23–26.
2. Nowotny J, Nowotny-Czupryna O, Czupryna K. *Kinezylogiczne aspekty rehabilitacji*. Wydawnictwo Alfa-Medica, Bielsko Biała 2015.
3. Peterka JR. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 2002; 88(3): 1097–1118.
4. Ciechanowicz-Lewkowicz E. *Neurofizjologia*. Wydawnictwo Arte, Biała Podlaska 2005.
5. Styczyński T, Gasik R, Pyskło B. Znaczenie kliniczne zaburzeń propriocepcji dla narządu ruchu. *Reumatologia*. 2007; 45(6): 404–406.
6. Klukowski K, Nowotny J, Czamara A (red.). *Słownik Fizjoterapii*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2014.
7. Lin L, Zhong-Qiu I, Yan-Xia L, Wei-Tong L. Correlation study of knee joint proprioception test results using common test methods. *J Phys Ther Sci*. 2015; 28: 478–482.
8. Grigg P. Peripheral neural mechanism in proprioception. *J Sport Rehabil*. 1994; 3: 2–17.
9. Proske U. Kinesthesia: the role of muscle receptors. *Muscle Nerve*. 2006; 34: 545–558.
10. Burke D, Gandevia SC, Macefield G. Responses to passive movement of receptors in joint, skin and muscle of the human hand. *J Physiol*. 1988; 402: 347–361.
11. Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, et al. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009; 33: 271–278.
12. Dhillon MS, Bali K, Prabhakar S. Differences among mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2012; 2: 38–43.
13. Lephart SM, Abt JP, Ferris CM. Neuromuscular contributions to anterior cruciate ligament injuries in females. *Curr Opin Rheumatol*. 2002; 14: 168–173.
14. Li L, Ji ZQ, Li YX, et al. Correlation study of knee joint proprioception test results using common test methods. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28: 478–482.
15. Baert IAC, Lluch E, Struyf TI, et al. Inter- and intrarater reliability of two proprioception tests using clinical applicable measurement to ois in subjects with and without knee osteoarthritis. *Musculoskelet Sci Pract*. 2018; 35: 105–109.
16. Chu VWT, Vwt C. Assessing Proprioception in Children: A Review. *J Mot Behav*. 2017; 49: 458–466.
17. Nagai T, Allison KF, Schmitz JL, et al. Conscious proprioception assessments in sports medicine: how individuals perform each submodality? *Sports Med: SM Online Scientific Resources*. 2016: 1–13.
18. Waddington G, Adams R. Discrimination of active plantarflexion and inversion movements after ankle injury. *Aust J Physiother*. 1999; 45: 7–13.

19. Krekora K, Czernicki J. Przydatność pomiaru prędkości w monitorowaniu reedukacji chodu u chorych z niedowładem spastycznym po udarze mózgu. *Balneol Pol.* 2009; 1(1): 40–45.
20. Bugajski M, Czernicki J. Evaluation effectiveness of exercises on the balance platform for using biofeedback to walking function in patients after stroke. *Prz Med Uniw Rzesz Inst Leków.* 2013; 4: 439–447.
21. Jankowska A, Klimkiewicz P, Krukowska S, Woldańska-Okońska M. Assessment of the Impact of training on the stabilometric platform using the biofeedback method on improving balance and functional efficiency of patients after a stroke. *Acta Balneol.* 2021; LXIII, 1(163): 15–21.
22. Nagai T, Allison KF, Schmitz JL, et al. Conscious proprioception assessments in sports medicine: how individuals perform each submodality? *Sports Med: SM Online Scientific Resources.* 2016: 1–13.
23. Kurkowska J. Wpływ obciążenia kończyn dolnych na równowagę (stabilność) ciała i sprawność chodu po niedokrwiennym udarze mózgu. *Balneol Pol.* 2009; 51: 25–26.
24. Rottermund J, Knapik A, Warmuz-Wancisiewicz A, Saulicz M. Elimination of the risks of falls in the elderly from the point of view of physiotherapy. *Physiotherapy and Health Activity.* 2015; 23: 28–33.
25. Riva D, Mamo C, Fan M, et al. Single Stance Stability and Proprioceptive Control in Older Adults Living at Home: Gender and Age Differences. *Journal of Aging Research.* 2013; 10: 1–14.
26. Tognolo L, Maccarone MC, De Trane S, et al. Therapeutic Exercise and Conservative Injection Treatment for Early Knee Osteoarthritis in Athletes: A Scoping Review *Medicina.* 2022; 58(1): 69.