



## PRACA ORYGINALNA / ORIGINAL PAPER

Anna Słupik<sup>1(A, B, C, D, E, F, G, H)</sup>, Marcin Kowalski<sup>2(B, C, F)</sup>, Dariusz Białoszewski<sup>1(A, F, H)</sup>

### Zastosowanie własnej skali oceny sprawności sensomotorycznej u pacjentów z gonartrozą i po endoprotezoplastyce stawu kolanowego

### Usefulness of a new sensorimotor control scale in patients with gonarthrosis and after total knee replacement

<sup>1</sup> Zakład Rehabilitacji Oddziału Fizjoterapii II Wydziału Lekarskiego, Warszawski Uniwersytet Medyczny

<sup>2</sup> Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu I Wydziału Lekarskiego, Warszawski Uniwersytet Medyczny

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Coraz większą uwagę w praktyce klinicznej zwraca się na ocenę sprawności sensomotorycznej jako istotnego czynnika determinującego powrót funkcji. Celami niniejszej pracy były: ocena wpływu uszkodzeń związanych z zaawansowaną gonartrozą na zmianę czucia głębokiego i kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego, porównanie wyników uzyskanych we własnym teście kontroli sensomotorycznej z obiektywnymi metodami oceny czucia głębokiego, analiza zależności pomiędzy poziomem czucia głębokiego i sprawnością układu sensomotorycznego a pomiarami stosowanymi w praktyce klinicznej.

**Materiał i metody.** Ocenie poddano grupę osób zdrowych (grupa kontrolna, n=74), grupę pacjentów z chorobą zwyrodnieniową IV st. (grupa 1, n=67) oraz pacjentów po endoprotezoplastyce stawu kolanowego (grupa 2, n=62). Badanych oceniano z wykorzystaniem autorskiego Testu Kontroli Sensomotorycznej (TKS) oraz testu czucia pozycji stawu (JPS). Analizowano również wyniki uzyskane w skalach HSS Knee Score i Staffelstein-Score.

#### ABSTRACT

**Introduction.** The importance of sensorimotor control assessment as a crucial factor determining functional recovery is being increasingly appreciated in clinical practice. The aim of this study was to assess the influence of damage associated with severe gonarthrosis on changes in proprioception and sensorimotor control of the knee, compare the results of a new sensorimotor control test developed by the authors with objective methods of proprioception assessment, and analyse the relation between the level of proprioception and sensorimotor system function and the measurements used in clinical practice.

**Material and methods.** We studied a group of healthy persons (control group, n=74), patients with stage 4 knee osteoarthritis (group 1, n=67), and patients after total knee arthroplasty (group 2, n=62). The participants were assessed with a new sensorimotor control test (TKS) and a joint position sense test (JPS). Moreover, we analysed the patients' HSS knee scores and Staffelstein scores.

**Adres do korespondencji / Mailing address:** Anna Słupik, Zakład Rehabilitacji Oddz. Fizjoterapii II WL, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 81, 02-091 Warszawa, tel. 22 57 20 920; e-mail: [anna.slupik@wum.edu.pl](mailto:anna.slupik@wum.edu.pl)

Udział współautorów / Participation of co-authors: A – przygotowanie projektu badawczego/ preparation of a research project; B – zbieranie danych / collection of data; C – analiza statystyczna / statistical analysis; D – interpretacja danych / interpretation of data; E – przygotowanie manuskryptu / preparation of a manuscript; F – opracowanie piśmiennictwa / working out the literature; G – pozyskanie funduszy / obtaining funds

Artykuł otrzymano / recived: 8.09.2014 | Zaakceptowano do publikacji / accepted: 16.02.2015

Słupik A, Kowalski M, Białoszewski D. *Zastosowanie własnej skali oceny sprawności sensomotorycznej u pacjentów z gonartrozą i po endoprotezoplastyce stawu kolanowego.* *Prz Med Uniw Rzesz Inst Leków* 2015; 13 (2): 95–103. doi: 10.15584/przmed.2015.2.3

**Wyniki.** W ocenie za pomocą TKS i JPS grupa kontrolna uzyskała wyniki na poziomie odpowiednio 4,9 pkt i 3,9°, natomiast grupa 2 3,7 pkt i 6,7° ( $p < 0,005$ ). W grupie 1 uzyskano 3,2 pkt w TKS, natomiast w JPS 8,2° w kończynie zdrowej i 10,2° w kończynie chorej. Wyniki tej grupy były istotnie gorsze niż grupy kontrolnej oraz grupy 2 ( $p < 0,005$ ).

**Wnioski.** 1. Prezentowany własny test oceniający sprawność sensomotoryczną stawu kolanowego wydaje się obiektywnym i kompleksowym sposobem oceny sprawności kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego u pacjentów z gonartrozą i po endoprotezoplastyce stawu kolanowego. 2. Wskazane są dalsze badania z wykorzystaniem autorskiego testu kontroli sensomotorycznej obejmujące próbę jego obiektywizacji z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi pomiarowych.

**Słowa kluczowe:** propriocepcja, endoprotezoplastyka stawu kolanowego, aloplastyka, choroba zwyrodnieniowa, sensomotoryka, kontrola sensomotoryczna

Źródło finansowania pracy: Grant Młodego Badacza WUM nr 2F1/PM21/11

## Wstęp

Starzejące się społeczeństwo w krajach rozwijających się i rozwiniętych, a co za tym idzie coraz częstsze występowanie chorób związanych z wiekiem stanowią wyzwanie dla współczesnej medycyny, a w tym fizjoterapii. Jednym ze schorzeń ściśle związanych z wiekiem jest choroba zwyrodnieniowa stawów, często umiejscowiona w stawie kolanowym. Leczenie choroby zwyrodnieniowej ma na celu zmniejszenie dolegliwości bólowych, poprawę funkcjonowania w codziennym życiu oraz nierzadko powrót do rekreacyjnej aktywności fizycznej i sportu. Cele te osiągnąć są poprzez wykorzystanie leczenia farmakologicznego, operacyjnego i fizjoterapii. W zaawansowanej gonartrozie leczeniem z wyboru jest endoprotezoplastyka całkowita stawu kolanowego.

Coraz częściej zwraca się uwagę na konieczność reedukacji kontroli sensomotorycznej w procesie rehabilitacji po zabiegu operacyjnym, a co za tym idzie, potrzebę oceny sprawności układu sensomotorycznego. Wykorzystywane w badaniach naukowych testy nierzadko wymagają użycia specjalistycznego, drogiego sprzętu badawczego, co niejako ogranicza ich zastosowanie w codziennej praktyce fizjoterapeuty [1]. Poszukuje się zatem wiarygodnych testów, kompleksowo oceniających sensomotorykę wyłącznie stawu kolanowego i uwzględniających przeciwwskazania związane z przebytą aloplastyką, a które mogłyby być zastosowane również w praktyce gabinetu fizjoterapeutycznego.

Celami niniejszej pracy były:

- ocena wpływu uszkodzeń związanych z zaawansowaną gonartrozą na zmianę czucia głębokiego i kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego,

**Results.** In the Control Group, mean TKS and JPS test scores were 4.9 pts and 3.9°, respectively, while the respective results in group 2 were 3.7 pts and 6.7° ( $p < 0.005$ ). In group 1, the TKS score was 3.2 pts and the JPS test result was 8.2° in the unaffected limb and 10.2° in the affected limb. The results of this group were significantly worse than the scores achieved in the control group and group 2 ( $p < 0.005$ ).

**Conclusions.** 1. The new knee sensorimotor control test developed by the present authors appears to provide an objective and comprehensive method to evaluate sensorimotor control of the knee in patients with gonarthrosis and after total knee replacement. 2. Further studies of the new test are advised, including an objective evaluation of the test utilising specialised measuring tools.

**Key words:** proprioception, total knee replacement, arthroplasty, knee osteoarthritis, sensorimotor system, sensorimotor control

This study was financed with MUW Young Researcher Grant No. 2F1/PM21/11

## Introduction

In the developing and developed countries, the aging society and, consequently, growing incidence of age-associated diseases constitute a challenge for contemporary medicine, including physiotherapy. Conditions strictly associated with age include osteoarthritis, which often affects the knee. Osteoarthritis treatment is aimed at reducing pain, improving everyday function, and, not infrequently, enabling the patient to resume recreational physical activity and sports. These objectives are achieved with pharmacological treatment, surgery, and physiotherapy. In severe gonarthrosis, total knee replacement is the treatment of choice.

There has been an increasing tendency to stress the importance of sensorimotor control re-education during rehabilitation after surgery and, consequently, the need for sensorimotor function assessment. The tests used in research often require specialised expensive equipment, which limits their application in everyday physiotherapeutic practice [1]. Consequently, there has been a search for reliable tests which comprehensively assess only the sensorimotor system of the knee, while accounting for the contraindications associated with arthroplasty, and may also be used in physiotherapeutic practice.

The aim of this study was:

- to assess the influence of damage associated with severe gonarthrosis on changes in proprioception and sensorimotor control of the knee,
- compare the results of a new sensorimotor control test developed by the authors with objective methods of proprioception assessment,

- porównanie wyników uzyskanych we własnym teście kontroli sensomotorycznej z obiektywnymi metodami oceny czucia głębokiego,
- analiza zależności pomiędzy poziomem czucia głębokiego i sprawnością układu sensomotorycznego a pomiarami stosowanymi w praktyce klinicznej.

### Material i metody

Grupę 1 stanowiło 67 pacjentów (59 kobiet, 8 mężczyzn) z IV stopniem zmian zwyrodnieniowych, zakwalifikowanych do zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego i przyjętych na oddział szpitalny w celu jego wykonania. Średnia wieku w tej grupie wynosiła  $68,5 \pm 7,7$  (od 51 do 84) lat.

Grupę 2 stanowiło 62 pacjentów (55 kobiet, 7 mężczyzn) w średnim wieku  $68,8 \pm 7,4$  (od 52 do 84) lat, u których przeprowadzono zabieg endoprotezoplastyki stawu kolanowego z powodu gonartrozy. Część z tych pacjentów została zbadana dwukrotnie, jednak ze względu na charakter prowadzonych obliczeń i analiz potraktowano te wyniki oddzielnie, co dało sumaryczną liczbę 90 badań. Ocena przeprowadzana była w okresie od 5 do 129 dni po zabiegu operacyjnym.

Kryteria wykluczenia z grup 1 i 2 stanowiły: powtórna endoprotezoplastyka stawu, wszczępienie protezy półzwiązanej lub związanej, trudności w nawiązaniu kontaktu logicznego i uzyskania wiarygodnych odpowiedzi na pytania, współistniejące choroby mogące mieć wpływ na wyniki badania oraz odmowa udziału w badaniu.

Grupę kontrolną (K) stanowiły osoby zdrowe w średnim wieku  $67,5 \pm 6,6$  (od 53 do 82) lat, u których stwierdzono zmiany inwolucyjne odpowiednie do wieku, a nie stwierdzono choroby zwyrodnieniowej stawów. Przebadano 74 osoby, ale ze względu na oddzielne potraktowanie wyników dla kończyny prawej i lewej otrzymano wyniki ze 148 badań. Kryteria wykluczenia kwalifikacji do tej grupy stanowiły: dolegliwości bólowe kończyn dolnych, przebyty w przeszłości zabieg operacyjny lub uraz stawu kolanowego, brak pełnego zakresu ruchu dla danej grupy wiekowej, znaczny ubytek masy lub siły mięśniowej (powyżej 10% w stosunku do kończyny przeciwnej), koślawość lub szpotawość stawu kolanowego powyżej  $10^\circ$ , współistniejące choroby mogące mieć wpływ na wyniki badania, trudności w nawiązaniu kontaktu logicznego i uzyskania wiarygodnych odpowiedzi na pytania oraz odmowa udziału w badaniu.

Ocena sensomotoryki obejmowała dwa testy: autor-ski test kontroli sensomotorycznej (TKS) oraz test czucia pozycji stawu (JPS).

Badanie za pomocą TKS przeprowadzane było w pozycji siedzącej na wysokiej leżance, ze stawami kolanowymi i biodrowymi w  $90^\circ$  zgięcia. Stopa kończyny testowanej oparta na piłce do ćwiczeń o średnicy 75 cm (Ryc. 1). Zadaniem pacjenta było utrzymanie piłki pod stopą, polecenie brzmiało „proszę nie wypuszczać

- analyse the relation between the level of proprioception and sensorimotor system function and the measurements used in clinical practice.

### Material and methods

Group 1 included 67 patients (59 women and 8 men) qualified for total knee replacement due to 4<sup>th</sup> stage of gonarthrosis and admitted to the hospital department in order to conduct the procedure. The mean age in this group was  $68.5 \pm 7.7$  (range: 51-84) years.

Group 2 included 62 patients (55 women and 7 men) with a mean age of  $68.8 \pm 7.4$  (range: 52-84) years who had undergone total knee replacement due to gonarthrosis. Some of these patients were examined twice, but the character of the calculations and analyses prompted us to treat these results separately, thus achieving a total number of 90 examinations. The assessment was conducted between 5 and 129 days after surgery.

The criteria for excluding patients from the study groups were: repeated total knee replacement, use of a semi-constrained or constrained implant, difficulty with maintaining logical contact and obtaining reliable answers to questions, concomitant medical conditions that could influence the results, and a refusal to participate.

The control group (K) consisted of healthy persons with a mean age of  $67.5 \pm 6.6$  (range: 53-82) years with involuntional changes normal for their age and without osteoarthritis. We examined 74 participants, but received 148 results due to treating the scores for the right and left limb as separate. The exclusion criteria were lower limb pain, knee surgery or injury in the past, patient not demonstrating age-adjusted full range of motion, considerable loss of muscle mass or strength (more than 10% as compared with the contralateral limb), valgus or varus deviation of the knee joint exceeding  $10^\circ$ , concomitant medical conditions which could influence the results, difficulty with maintaining logical contact and receiving reliable answers to questions, and a refusal to participate.

Sensorimotor function assessment involved two tests: a new sensorimotor control test (TKS) designed by the present authors and a joint position sense test (JPS).

For the TKS-based examination, patients would sit on a high couch, with the knees and hips in  $90^\circ$  of flexion. The foot of the limb of interest was placed on an exercise ball with a diameter of 75 cm (Fig. 1). The patients' task was to hold the ball under the foot; they were asked "not to let go of the ball, hold it under the foot, not allowing for the ball to be taken away". The examiner applied an external force to the ball from various directions (especially diagonal). The force was applied in a given direction for approx. 2-3 seconds and then the direction was smoothly changed as the acting force was simultaneously reduced this force and a force applied from another direction was increased. The test took approx. 30 seconds to complete. The result was presented on a 6-point scale (0-5).

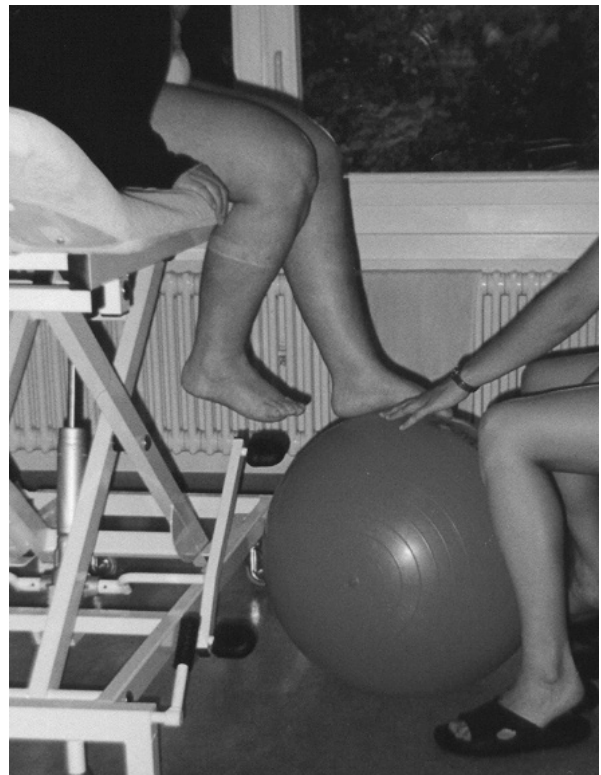
piłki, trzymać piłkę pod stopą, nie pozwolić na zabranie piłki”. Zadaniem osoby badającej było przykładanie siły zewnętrznej do piłki skierowanej w różnych kierunkach ze szczególnym uwzględnieniem kierunków skośnych. Siła przykładana była w danym kierunku przez ok. 2–3 sekundy, po czym następowała płynna zmiana kierunku poprzez jednoczesne zmniejszenie tej siły i zwiększenie siły z innego kierunku. Test trwał ok. 30 sekund. Wynik przedstawiany był w skali 6-stopniowej (od 0 do 5):

- 5 – staw kolany stabilny, pacjent bez problemów utrzymuje piłkę pod stopą,
- 4 – problemy z utrzymaniem piłki pod stopą przy ruchach w płaszczyznach skośnych lub bocznych, pacjent utrzymuje piłkę przy ruchach w płaszczyźnie strzałkowej,
- 3 – pacjent utrzymuje piłkę bez ruchów terapeuty, problemy z utrzymaniem piłki przy ruchach w którymkolwiek kierunku,
- 2 – niemożliwe utrzymanie piłki przy oczach zamkniętych, przy oczach otwartych pacjent utrzymuje piłkę przy niewielkim oporze ze strony terapeuty,
- 1 – utrzymanie piłki możliwe jedynie z otwartymi oczami, ale bez oporu,
- 0 – utrzymanie piłki niemożliwe nawet z otwartymi oczami.

Test czucia pozycji stawu (JPS) przeprowadzono w pozycji siedzącej z kończyną dolną swobodnie zwieszoną oraz stawem biodrowym w zgięciu 90°. Pozycja wyjściowa stawu kolanego wynosiła 45° zgięcia (ustalana za pomocą kątomierza cyfrowego BOSH DWM-40L), a test przeprowadzany był z zamkniętymi oczami w otwartym łańcuchu kinematycznym. Zadaniem pacjenta było odtworzenie zadanej pozycji stawu. Wynik testu mierzony był z wykorzystaniem inklinometru cyfrowego Saunders’a firmy Baseline z dokładnością do 1°.

W ocenie pacjentów wykorzystano również kwestionariusze skal HSS Knee Score oraz Staffelstein-Score w modyfikacji własnej. Dokonano pomiarów momentów sił grupy prostowników i zginaczy z wykorzystaniem dynamometru microFet2 firmy HOOGAN. Otrzymane momenty sił przeliczono na względne momenty sił zależne od masy ciała. Zakres ruchu w stawie kolanym zmierzono za pomocą kątomierza elektronicznego BOSH DWM-40L. Ze względu na wykorzystywanie tych danych wyłącznie w analizach korelacji i regresji nie umieszczono w niniejszej publikacji szczegółowych wyników tych pomiarów i oceny wg skal, ponieważ są one przedmiotem oddzielnej publikacji.

Obliczenia statystyczne zostały przeprowadzone z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2000 oraz oprogramowania Statistica PL ver. 10 na licencji Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego. W ocenie liczbowej parametrów wykorzystano tabele liczości oraz statystyki podstawowe. Ocena zgodności danych z rozkładem normalnym została przeprowadzona z wykorzystaniem statystyk testu  $\chi^2$  i na podstawie jego



**Ryc. 1. Autorski test kontroli sensomotorycznej stawu kolanego – opis w tekście**

**Fig. 1. Sensorimotor control test for knee joint – description in text**

- 5 – stable knee, patient holds the ball under the foot with no difficulty,
- 4 – there is difficulty holding the ball under the foot during motion in diagonal or lateral planes; the patient holds the ball during motion in the sagittal plane,
- 3 – the patient holds the ball with no action from the examiner; there is difficulty holding the ball during motion in any direction,
- 2 – the patient is not able to hold the ball with eyes closed and holds the ball with eyes open against slight resistance from the examiner,
- 1 – the patient can hold the ball only with eyes open and no resistance,
- 0 – the patient cannot hold the ball even with eyes open.

For the joint position sense (JPS) test, patients would sit down with the lower limb dangling off freely and the hip in 90° of flexion. The starting position of the knee was 45° of flexion (measured with a BOSH DWM40L digital protractor) and the test was conducted with the patient's eyes closed in an open kinematic chain. The patient was asked to reproduce the target joint position. The result of the test was measured with a Saunders digital inclinometer (Baseline) with 1° precision.

We also used the HSS Knee Score and Staffelstein Score (in our own modification) questionnaires to assess the patients. Torque values of the extensor and flexor

wyników zdecydowano się na korzystanie wyłącznie z testów nieparametrycznych. Do obliczeń statystycznych wykorzystano zatem: test U Manna-Whitney'a i ANOVA Kruskala-Wallisa (do oceny różnic międzygrupowych), współczynnik korelacji Spearmanna ( $R_s$ ) (do oceny korelacji o charakterze liniowym) oraz regresję wieloraką (do oceny wpływu zmiennych niezależnych na zmienne zależne). Granicę istotności statystycznej przyjęto dla  $p = 0,05$ .

Powyższe badanie uzyskało zgodę Komisji Bioetycznej przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym nr KB/89/2009 z dnia 26 maja 2009 r. Projekt uzyskał finansowanie w ramach Grantu Młodego Badacza nr 2F1/PM21/11 na Warszawskim Uniwersytecie Medycznym.

## Wyniki

Grupa kontrolna uzyskała we własnym teście kontroli sensomotorycznej (TKS) wynik średni 4,9 (od 4 do 5) przy czym wartość maksymalną (5) odnotowano u 64 osób (86%). W grupie 1 uzyskano średni wynik na poziomie 3,2 (1–5) i był on istotnie niższy niż w grupie kontrolnej ( $p < 0,001$ ). Grupa 2 uzyskała w autorskim teście kontroli sensomotorycznej wynik średni 3,7 (0–5) i różnił się on statystycznie zarówno od wyniku grupy 1 ( $p = 0,002$ ), jak i kontrolnej ( $p < 0,001$ ) (ryc. 2).

W grupie kontrolnej w teście czucia pozycji stawu (JPS) wykazano wyniki średnie 3,8° (0-10) w kończynie prawej i 4,1° (0-15) w kończynie lewej. Różnice pomiędzy stronami nie były istotne statystycznie ( $p = 0,128$ ). Zatem za wzorcowy poziom błędu w teście JPS w tej grupie wiekowej przyjęto wartość średnią 3,9°. Z kolei w grupie 1 test JPS wykazał błąd przyjmowania pozycji na średnim

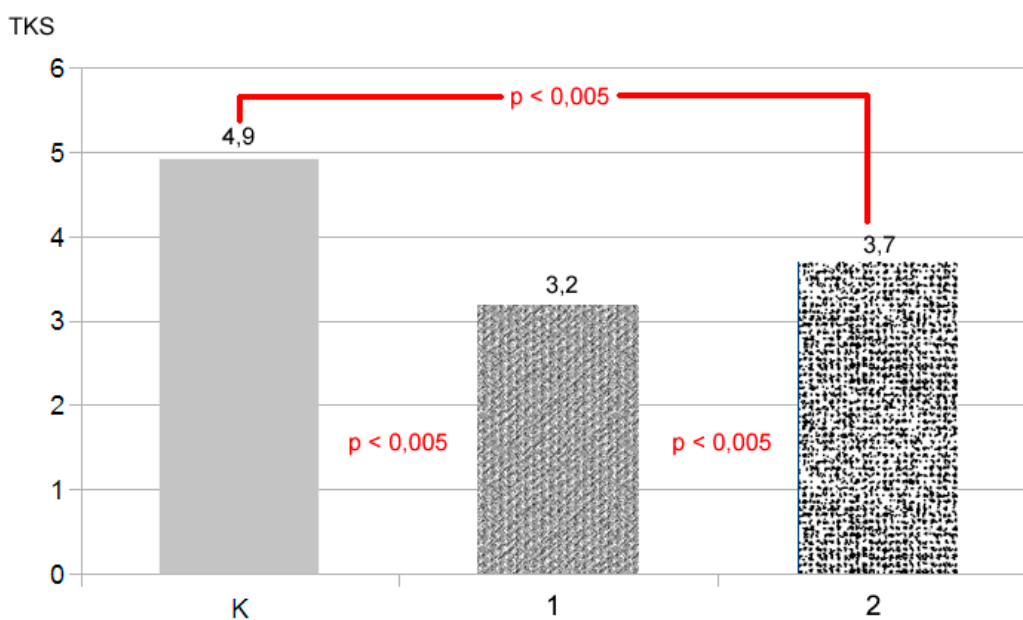
grupach were measured with a microFet2 dynamometer (Hoggan). The values were converted into relative torque (body-weight dependent). The range of motion in the knee was measured with a BOSH DWM40L electronic protractor. This data was only used in correlation and regression analyses and the detailed results of these measurements and the assessment according to the scales are accordingly not included in this paper. They are discussed in another publication.

Statistical calculations were conducted with MS Excel 2000 and Statistica 10.0 PL software licensed to the Medical University of Warsaw. Numerical assessment of the parameters involved contingency tables and basic statistics. The normality of distribution of the values was assessed with a chi-squared test and on the basis of its results we decided to use only non-parametric tests. Statistical analysis included the U-Mann Whitney test and Kruskal-Wallis ANOVA (for assessing inter-group differences), Spearman's correlation coefficient ( $R_s$ ) (for assessing linear correlations), and multiple regression (to assess the influence of independent variables on the dependent variables). The significance level was set at  $p=0.05$ .

This study received an approval of the Ethical Review Board of the Medical University of Warsaw No. KB/89/2009 of 26 May 2009. The study was financed with a Young Researcher Grant No. 2F1/PM21/11 at the Medical University of Warsaw.

## Results

In the new sensorimotor control test (TKS), the control group achieved a mean result of 4.9 (range: 4-5), with the maximum value (5) recorded in 64 participants (86%). In



Ryc. 2. Wyniki TKS w poszczególnych grupach: kontrolnej (K), grupie z gonartrozą (1) i po endoprotezoplastyce (2)  
Fig. 2. TKS scores in control group (K), group with gonarthrosis (1) and group after total knee replacement (2)

**Tab. 1. Wyniki testu czucia pozycji stawu (JPS) w grupie Kontrolnej (n = 148), 1 (n = 67) i 2 (n = 62)**  
**Tab. 1. Joint Position Test scores in the control group (n=148), group 1 (n=67) and group 2 (n=62)**

	Gr. Kontrolna średnia ± SD (od-do) Control Group mean ± SD (range)	Gr. 1 kończyna zdrowa średnia ± SD (od-do) Group 1 unaffected limb mean ± SD (range)	Gr. 1 kończyna chora średnia ± SD (od-do) Group 1 affected limb mean ± SD (range)	Gr. 2 kończyna operowana średnia ± SD (od-do) Group 2 operated limb mean ± SD (range)
test JPS	3.9 ± 2.9	8.2 ± 5.5	10.2 ± 7.5	6.7 ± 5.5
JPS test [°]	(0-15)	(1-25)	(0-28)	(0-28)

poziomie 8,2° w kończynie zdrowej i 10,2° w kończynie chorej. Różnice pomiędzy stronami były istotne statystycznie na korzyść kończyny zdrowej ( $p = 0,023$ ). Zarówno wyniki kończyny zdrowej, jak i chorej były istotnie gorsze od wyników uzyskanych w grupie kontrolnej. W grupie 2 uzyskano po zabiegu endoprotezoplastyki w operowanym stawie wyniki na poziomie 6,7° i były one również znamienne gorsze od wyników grupy kontrolnej ( $p < 0,001$ ) oraz znamienne lepsze od grupy 1 ( $p = 0,002$ ). Szczegółowe wyniki przedstawia tabela 1.

Analiza zależności pomiędzy oceną sprawności sensomotorycznej TKS a testem czucia pozycji stawu wykazała istnienie znacznej korelacji o współczynniku  $R_s = -0,61$  ( $p < 0,001$ ). Wpływ czucia pozycji stawu na wynik TKS potwierdził się również w analizie regresji ( $\beta=0,52$ ) w porównaniu do wpływu względnych momentów sił i zakresów ruchu ( $p > 0,05$ ). Analizowano również zależność wyników testu własnego i testu JPS od wyników otrzymanych w skalach HSS i Staffelstein oraz wyników pomiarów klinicznych. Wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Analiza regresji powyższych zmiennych wykazała następujące zależności:

- na wynik testu JPS największy wpływ miały dolegliwości bólowe wg skali HSS ( $\beta = -0,31$ ) i sprawność stawu wg skali HSS ( $\beta = -0,22$ ), a w obrębie skali Staffelstein jedynie dolegliwości bólowe ( $\beta = -0,31$ );
- na wynik testu JPS większy wpływ miał ból oceniany wg Staffelstein-Score ( $\beta = -0,38$ ) niż siła lub zakresy ruchu ( $p > 0,05$ );
- na wynik testu własnego miały wpływ ból ( $\beta = 0,21$ ) i wyniki pomiarów klinicznych ( $\beta = 0,48$ );
- na wynik testu własnego miały wpływ wyniki wszystkich podskal Staffelstein-Score: bólu ( $\beta = 0,26$ ), CZC (oceny Czynności Życia Codziennego) ( $\beta = 0,30$ ) i oceny klinicznej ( $\beta = 0,25$ );
- na wynik testu własnego miały wpływ dolegliwości bólowe według wyniku skali Staffelstein ( $\beta = 0,41$ ) oraz deficyt wyprostów ( $\beta = -0,16$ ).

## Dyskusja

Oba testy wykorzystywane do oceny propriocepcji (JPS) i kontroli sensomotorycznej (TKS) wykazały się dużą czułością międzygrupową, wykazując istotne różnice

group 1, the mean result was 3.2 (1-5) and was significantly lower than that of the control group ( $p < 0.001$ ). Group 2 achieved a mean TKS score of 3.7 (0-5), which differed significantly from both group 1 ( $p=0.002$ ) and the control group ( $p < 0.001$ ) results (Fig. 2).

In the control group, the mean score in the joint position sense (JPS) test was 3.8° (0-10) for the right and 4.1° (0-15) for the left limb. The differences between the sides were not statistically significant ( $p=0.128$ ). Consequently, a mean value of 3.9° was accepted as standard error in the JPS test for this age group. In turn, in group 1 this value was 8.2° for the unaffected and 10.2° for the affected limb. The differences between the sides were statistically significant in favour of the unaffected limb ( $p=0.023$ ). The scores of both the unaffected and affected limb were significantly worse than the results achieved in the control group. In group 2, the result in the operated (post-TKR) joint was 6.7°, which was significantly worse than in the control group ( $p < 0.001$ ) and significantly better than the result in group 1 ( $p=0.002$ ). The differences are presented in detail in Table 1.

An analysis of correlations between the TKS and JPS test scores showed a considerable correlation of  $R_s = -0.61$  ( $p < 0.001$ ). The influence of the joint position sense on the TKS score was also confirmed by regression analysis ( $\beta=0.52$ ) as compared with the influence of relative torque and ranges of motion ( $p > 0.05$ ). We also analysed the relationship between the new TKS and JPS scores and the HSS and Staffelstein Score results as well as the clinical measurements. These results are presented in Table 2.

Regression analysis of these variables revealed the following correlations:

- JPS scores were most influenced by pain according to HSS ( $\beta = -0.31$ ) and joint function according to HSS ( $\beta = -0.22$ ) and with respect to the Staffelstein Score only by pain ( $\beta = -0.31$ );
- JPS scores were more influenced by pain according to the Staffelstein Score ( $\beta = -0.38$ ) than by the strength parameter or ranges of motion ( $p > 0.05$ );
- TKS scores were influenced by pain ( $\beta=0.21$ ) and clinical measurement results ( $\beta=0.48$ );
- TKS scores were influenced by all subscales of Staffelstein-Score: pain ( $\beta=0.26$ ), activities of daily life ( $\beta=0.30$ ), and clinical assessment ( $\beta=0.25$ );

Tab. 2. Analiza korelacji pomiędzy wynikami oceny sprawności układu sensomotorycznego – testu czucia pozycji stawu (JPS) i testu kontroli sensomotorycznej (TKS) z innymi badanymi parametrami. Podano wartość współczynnika  $R_s$ , wszystkie zależności rozpatrywano dla  $p < 0,05$

Tab. 2. Correlation analysis between TKS and JPS test scores and other parameters (shown in the table is the correlation coefficient  $R_s$ ; all correlations are significant for  $p < 0.05$ )

		JPS	TKS
HSS Knee Score	Ból / Pain	-0.38	0.63
	Funkcja / Function	-0.44	0.7
	Badanie kliniczne / Clinical examination	-0.41	0.68
	SUMA / TOTAL	-0.52	0.72
Staffelstein-Score	Ból / Pain	-0.47	0.68
	Funkcja / Function	-0.46	0.73
	Badanie kliniczne / Clinical examination	-0.35	0.66
	SUMA / TOTAL	-0.5	0.74
Pomiary kliniczne Clinical measurements	Względna siła mm. prostowników / Relative strength of extensors	-0.25	0.33
	Względna siła mm. zginaczy Relative strength of flexors	-0.33	0.38
	Deficyt wyprostu / Extension deficit	0.21	-0.31
	Zakres ruchu zgięcia / Range of flexion	-0.31	0.32

zarówno pomiędzy pomiarami przeprowadzanymi w poszczególnych grupach, ale również pomiędzy kończyną zdrową i chorą w przypadku testu JPS. Wskazuje to jednoznacznie na ich przydatność w ocenie pacjentów z różnymi rodzajami schorzeń.

Analiza wzajemnych zależności pomiędzy ocenianymi parametrami klinicznymi i oceną wg skali a wynikiem testu JPS wykazała przede wszystkim, że na poziom propriocepcji decydujący wpływ ma poziom dolegliwości bólowych, co potwierdzają badania innych autorów [2]. Z kolei Bennel i wsp. oraz Baker i wsp. nie stwierdzili istotnego wpływu poziomu bólu na wynik testu JPS [3, 4]. Różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi w niniejszym badaniu a cytowanymi publikacjami mogą wynikać z odmiennej metodyki testu (ocena w 20°, 40° lub 60°) lub innej charakterystyki ocenianych grup (odpowiednio pacjenci ze stwierdzoną gonartrozą i z zespołem rzepkowo-udowym). Ponadto zespół Bennel i wsp. nie podali dokładnych wyników testów korelacji, co uniemożliwia wiarygodne porównanie otrzymanych rezultatów [4]. Zespół autorów Baker i wsp. z kolei nie uwzględnił małej liczebności badanej grupy i w ocenie korelacji zastosowano nieprawidłowy test [3].

Znaczenie dla wyniku testu JPS ma również, poza dolegliwościami bólowymi, sprawność stawu kolanowego wg skali HSS, obejmująca ocenę zakresu ruchu, siły mięśniowej, niestabilności i zniekształcenia w płaszczyźnie czołowej. Znaczenie odpowiedniego balansu więzadeł, determinującego utrzymanie prawidłowej osi stawu i eliminację koślawości lub szpotawości dla prawidłowej propriocepcji zostało potwierdzone w badaniach Wada i wsp. [5]. W badaniu własnym wynik testu czucia pozycji stawu korelował w stopniu średnim lub znacznym

— TKS scores were influenced by pain according to Staffelstein-Score ( $\beta=0.41$ ) and extension deficit ( $\beta=-0.16$ );

## Discussion

Both tests used for the assessment of proprioception (JPS) and sensorimotor control (TKS) had high inter-group sensitivity, showing considerable differences between the measurements conducted in the study groups as well as between the unaffected and affected limb in the case of the JPS test. This clearly indicates that they are useful in the assessment of patients with various disorders.

The analysis of correlations between the clinical parameters investigated and the scores vs. the JPS results demonstrated primarily that the level of proprioception was mainly influenced by pain, which has been confirmed by other authors [2]. At the same time, Bennel et al. and Baker et al. did not find a significant effect of pain on the JPS score [3,4]. The differences between the results of the present study and those two may result from different methods (assessment at 20°, 40° or 60°) or characteristics of the study groups (patients diagnosed with gonarthrosis and patellofemoral syndrome, respectively). Moreover, Bennel et al. did not present the detailed results of the correlation tests, which makes it impossible to reliably compare the results [4]. Baker et al., in turn, did not take into consideration the small size of the study group and used an inappropriate test to assess correlations [3].

Apart from pain, the JPS test result is also influenced by knee function according to HSS, including the assessment of the range of motion, muscle strength, instability, and deformation in the frontal plane. The importance of appropriate ligament balance, which determines the

z wynikami wszystkich podskal Staffelein-Score oraz HSS Knee Score, co świadczy o wzajemnych, ścisłych powiązaniach bólu, propriocepcji, oceny klinicznej i funkcji stawu, o czym świadczą wyniki poprzednich badań zespołu [6, 7, 8]. W przedstawianym badaniu nie oceniano wprost równowagi pacjentów, a jedynie możliwość ich przemieszczania się, ale wyniki innych badaczy potwierdzają również wpływ pogorszenia propriocepcji na uzyskiwanie gorszych rezultatów w testach równowagi oraz związanego z tym zwiększenia ryzyka upadku [9, 10, 11].

Analiza korelacji TKS z innymi badanymi parametrami wykazała istnienie współzależności na poziomie średnim lub znacznym pomiędzy wynikiem TKS a podskalami skal HSS i Staffelein oraz ich wynikami sumarycznymi. Zależności te były większe niż między wynikami testu JPS a wykorzystywanymi skalami. Wynika z tego fakt, iż autorski test kontroli sensomotorycznej w sposób wiarygodny powinien odzwierciedlać funkcję stawu, na którą nakładają się dolegliwości bólowe, ocena kliniczna stawu i możliwość wykonywania czynności życia codziennego. Potwierdzono to w analizie regresji, która wykazała, że na wynik testu własnego miały wpływ wyniki wszystkich podskal Staffelein-Score oraz oceny bólu i pomiarów klinicznych HSS Knee Score. Analiza regresji wykazała również wpływ deficytu wyprostu na wynik TKS, chociaż był on przeprowadzany w pozycji zgięcia 90° stawu kolanowego. Sugeruje to ponownie, że TKS bardzo dobrze odzwierciedla funkcję stawu, która jak wspomniano przy okazji analizy zakresów ruchu, w dużym stopniu zależy od zakresu ruchu w stawie, a w szczególności istnienia deficytu wyprostu, bowiem powoduje on patologię chodu i ogranicza możliwość poruszania się. Warto także zauważyć, że we wszystkich przeprowadzonych analizach regresji największy wpływ na wynik testu miał poziom dolegliwości bólowych bez względu na sposób jego oceny (za pomocą punktacji wg Staffelein-Score lub HSS Knee Score). Wpływ bólu na propriocepcję i sensomotorykę potwierdzają badania innych ośrodków [2, 9, 12]. Wykazano również zależność na poziomie znacznym pomiędzy wynikiem testu własnego a testu JPS, który jest uznaną formą oceny propriocepcji. W procesie usprawniania pooperacyjnego pacjenci uzyskali lepsze wyniki w aspekcie czucia pozycji stawu oraz zakresu ruchu wyprostu niż przed implantacją endoprotezy. Dalszej redukcji uległy również dolegliwości bólowe, co pozwoliło pacjentom osiągnąć wysoki wynik w autorskim teście kontroli sensomotorycznej. Reasumując, TKS odzwierciedla wiele zmiennych, które w różnych okresach pooperacyjnych mogą się równoważyć. Jednocześnie obrazuje możliwości funkcjonalne stawu lepiej niż każdy z elementów badania klinicznego – ocena siły mięśniowej, zakresu ruchu czy propriocepcji – osobno.

maintenance of a normal joint axis and elimination of a varus or valgus deviation for correct proprioception, was confirmed by Wada et al. [5]. Our study showed a moderate-to-high correlation of the JPS test result and the results of all Staffelein Score and HSS Knee Score subscales, which is indicative of close mutual relationships between pain, proprioception, clinical assessment, and joint function, as evidenced by the previous studies conducted by our team [6,7,8]. In this study, balance was not assessed directly in the patients as the evaluation concerned only their ambulation, but the results of other authors also confirm the influence of impaired proprioception on worse results of balance tests and the associated risk of falls [9,10,11].

Analysis of correlations between the TKS and the other study parameters showed a moderate-to-high correlation between TKS scores and HSS and Staffelein Score subscales and the respective total scores. The correlation was higher than between JPS results and the scales used. Consequently, the new sensorimotor control test should reliably reflect joint function, including pain, clinical joint assessment and the ability to perform everyday life activities. This was confirmed in the regression analysis which showed that the result of the new test was influenced by the results of all subscales of the Staffelein Score as well as pain assessment and clinical measurements of the HSS Knee Score. Regression analysis also showed the influence of an extension deficit on the TKS score, even though the test was conducted with the knee in 90° of flexion. Again, this suggests that the TKS very well reflects joint function, which, as was mentioned when discussing the range of motion analysis, depends to a large extent on the range of motion in the joint, particularly the presence of an extension deficit as it causes gait pathology and limits ambulation. It should also be stressed that, in all the regression analyses conducted, the test result was most influenced by the level of pain, regardless of the method of its assessment (i.e. according to the Staffelein Score or the HSS Knee Score). The influence of pain on proprioception and sensorimotor function has been confirmed by studies at other centres [2,9,12]. Moreover, a high correlation was shown between the new test result and the JPS score. The JPS is a recognised method of proprioception assessment. During post-operative rehabilitation, the patients achieved better results with respect to joint position sense and range of extension as compared with the scores before implant surgery. The pain was further reduced, which allowed the patients to achieve high scores in the new sensorimotor control test. To sum up, the TKS reflects a number of variables which may balance themselves out in various post-operative periods. It also shows the functional capacity of the joint better than any of the parts of a clinical examination alone, i.e. assessment of muscle strength, range of motion or proprioception.



## Wnioski

1. Prezentowany własny test oceniający sprawność sensomotoryczną stawu kolanowego wydaje się obiektywnym i kompleksowym sposobem oceny sprawności kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego u pacjentów z gonartrozą i po endoprotezoplastyce stawu kolanowego.
2. Wskazane są dalsze badania z wykorzystaniem autorskiego testu kontroli sensomotorycznej obejmujące próbę jego obiektywizacji z wykorzystaniem specjalistycznych narzędzi pomiarowych.

## Conclusions

1. The new sensorimotor control test for the knee joint appears to provide an objective and comprehensive method to evaluate sensorimotor control of the knee in patients with gonarthrosis and after total knee replacement.
2. Further studies of the new sensorimotor control test are advised, including an objective evaluation of the test utilising specialised measuring tools.

## Bibliografia / Bibliography

1. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. *J Athl Train* 2002; 37: 85-98
2. Segal NA, Glass NA, Felson DT i wsp. The effect of quadriceps strength and proprioception on risk for knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42: 2081-2088. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181dd902e
3. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* 2002; 20: 208-214. doi: 10.1016/S0736-0266(01)00106-1
4. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR i wsp. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. *J Orthop Res* 2003; 21: 792-797. doi: 10.1016/S0736-0266(03)00054-8
5. Wada M, Kawahara H, Shimada S, Miyazaki T, Baba H. Joint proprioception before and after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 403: 161-167. doi: 10.1097/00003086-200210000-00024
6. Słupik A, Kowalski M, Białoszewski D. Alopastyka stawu kolanowego a jego sprawność sensomotoryczna. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2013; 15: 555-565.
7. Słupik A, Białoszewski D. Analiza porównawcza przydatności klinicznej skal Staffelstein Score i Hospital for Special Surgery Knee Score (HSS) w ocenie wczesnych wyników endoprotezoplastyk stawu kolanowego. *Doniesienie wstępne. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2007;9(6):627-635.
8. Słupik A, Białoszewski D. Analiza porównawcza przydatności klinicznej skal Staffelstein-Score i Hospital for Special Surgery Knee Score (HSS) w monitorowaniu procesu fizjoterapii po zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego – doniesienie wstępne. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja* 2009;11(1):37-45.
9. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 1997; 56: 641-648.
10. Levinger P, Menz HB, Wee E i wsp. Physiological risk factors for falls in people with knee osteoarthritis before and early after knee replacement surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011; 19: 1082-1089. doi: 10.1007/s00167-010-1325-8
11. McChesney JW, Woollacott MH. The effect of age-related declines in proprioception and total knee replacement on postural control. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000; 55: M658-666. doi: 10.1093/gerona/55.11.M658
12. Mouchino L, Gueguen N, Blanchard C i wsp. Sensori-motor adaptation to knee osteoarthritis during stepping-down before and after total knee replacement. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2005; 6: 21.