

# Aloplastyka stawu kolanowego a jego sprawność sensomotoryczna

## Impact of Knee Arthroplasty on Knee Sensorimotor System Performance

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

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

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

<sup>1</sup> Division of Rehabilitation, Department of Physiotherapy, 2<sup>nd</sup> Medical Faculty, Medical University of Warsaw, Poland

<sup>2</sup> Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology, 1<sup>st</sup> Medical Faculty, Medical University of Warsaw, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem pracy była ocena wpływu uszkodzeń związanych z zaawansowaną gonartrozą oraz zabiegu endoprotezoplastyki na zmianę czucia głębokiego i kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego.

**Materiał i metody.** Grupę badaną stanowiły 62 osoby w średnim wieku 68,8 lata, u których przeprowadzono zabieg endoprotezoplastyki stawu kolanowego z powodu gonartrozy. Grupa kontrolna składała się z 74 osób zdrowych, o średniej wieku 67,5 lat. Przeprowadzono test czucia pozycji stawu kolanowego (JPS) w 45° zgięcia oraz autorski Test Kontroli Sensomotorycznej (TKS, oceniacjący sprawność sensomotoryczną w skali od 0 do 5). W grupie badanej oceny dokonano trzykrotnie: przed zabiegiem oraz 8 dni i 100 dni po operacji. Badanie grupy kontrolnej przeprowadzono jednokrotnie.

**Wyniki.** Grupa kontrolna uzyskała w TKS wynik średni 4,9, a w JPS średni wynik 3,9°. W grupie badanej używano kolejnych badaniach TKS wyniki średnie: 3,1; 2,9 i 4,5 pkt. W teście JPS grupa ta uzyskała wyniki średnie: 10,5°, 9,5° oraz 3,9°, a w kończynie zdrowej 8,1°.

**Wnioski.** 1. Duże deficyty propriocepcji i sprawności sensomotorycznej obserwowane w grupie badanej mogą przyczyniać się do szybszego rozwoju zmian zwyrodnieniowych i zwiększać ryzyko upadku. 2. Własny test oceniający sprawność sensomotoryczną stawu kolanowego wydaje się być obiektywnym i kompleksowym sposobem oceny sprawności kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego w tej grupie chorych. 3. Ocena dokonywana za pomocą testu własnego jest oceną jakościową i może mieć zastosowanie w klinicznej pracy z pacjentem.

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

### SUMMARY

**Background.** The study aimed to assess the impact of joint degeneration due to advanced gonarthrosis and the effect of arthroplasty on proprioception and sensorimotor system performance of the knee.

**Material and method.** The arthroplasty group comprised 62 persons, aged 68.8 years on average, who underwent knee replacement due to gonarthrosis. The control group consisted of 74 healthy persons, with an average age of 67.5 years. The participants performed a test of Joint Position Sense (JPS) at 45° flexion and a Sensorimotor Control Test (SCT) designed by the authors to evaluate sensorimotor system performance (on a scale of 0-5). The arthroplasty group was assessed three times: before the knee replacement surgery, and then at 8 and 100 days after the surgery. The control group was assessed once.

**Results.** The control group scored a mean of 4.9 in the SCT test and 3.9° in the JPS test. The mean scores upon consecutive measurements in the arthroplasty group were 3.1, 2.9 and 4.5 for the SCT test and 10.5°, 9.5° and 3.9° (compared to 8.1° for the healthy limb) for the JPS test.

**Conclusions.** 1. Considerable proprioceptive and sensorimotor system performance deficits, as recorded in the arthroplasty group, may contribute to faster progression of degenerative disease and increase the risk of a fall. 2. The Sensorimotor Control Test designed by the authors seems to represent an objective and comprehensive method for assessing the sensorimotor system performance of the knee in gonarthrosis patients. 3. The Sensorimotor Control Test provides a qualitative assessment and may be employed in the clinical therapeutic setting.

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

## WSTĘP

Ocena propriocepcji oraz sensomotoryki u pacjentów z gonartrozą oraz po endoprotezoplastyce stawu kolanowego jest utrudniona ze względu na pogorszenie czucia głębokiego, które następuje z wiekiem i zmianami zwyrodnieniowymi oraz na występowanie czynników ograniczających wykorzystanie testów.

Pogorszenie czucia głębokiego wraz z postępującymi zmianami zwyrodnieniowymi spowodowane jest przez mikrouszkodzenia struktur wewnętrzstawowych (łakotek, więzadł) oraz zewnętrzstawowych (więzadł, torebki stawowej), mięśni, a także komórek receptorowych oraz dróg przewodzenia sygnałów aferentnych. Może to powodować brak informacji czuciowej z uszkodzonych receptorów lub generowanie przez te komórki nieprawdziwych informacji [1]. Zaburzenia propriocepcji mogą być także związane z objawami choroby zwyrodnieniowej: bólem i obrzękiem stawu. Dolegliwości bólowe zaburzają lub hamują przepływ informacji z receptorów głębokich, choć ich znaczenie kliniczne nie jest ostatecznie udowodnione [2-5]. Obrzęk wewnętrzstawowy trwający dłuższy czas, podnosi ciśnienie w jamie stawu i powoduje zmniejszenie reaktywności mechanoreceptorów w torebce stawowej i więzadłach na bodźce mechaniczne, przez co poziom czucia głębokiego również ulega pogorszeniu [6].

Na powyższe problemy związane bezpośrednio z diagnostyką propriocepcji nakładają się inne czynniki, które wpływają na pogorszenie kontroli posturalnej, a zatem ograniczają możliwość zastosowania bardziej złożonych testów kontroli sensomotorycznej. Należy do nich m.in. zmiana statyki ciała obserwowana u osób w starszym wieku, która utrudnia także zastosowanie mechanizmów posturalnych w celu zachowania równowagi [7,8]. Innym czynnikiem są niewyrównane problemy związane z układem krążenia, które mogą powodować nagłe skoki ciśnienia i zawroty głowy pochodzenia krążeniowego [7]. Opisane mechanizmy i czynniki prowadzą do pogorszenia funkcji lokomocji i zwiększenia ryzyka upadków, które niosą za sobą poważne konsekwencje w postaci ograniczenia sprawności i samodzielności czy długiego unieruchomienia, mogącego prowadzić do zgonu [7,9,10].

Na objawy związane ze zmianami zwyrodnieniowymi nakładają się problemy wynikające z wieku badanych pacjentów. U osób powyżej 65 r.ż. istotny wpływ mają zmiany degeneracyjne w układzie ruchu i układzie nerwowym. Pierwsze zmiany degeneracyjne obserwuje się już u osób przed 65 r.ż. Należą do nich m. in. atrofia mięśni, ograniczenie zakresu ruchu czy zmniejszenie liczby neuronów w obwodowym ukła-

## BACKGROUND

The assessment of proprioception and sensorimotor system performance in patients with gonarthrosis and after knee replacement surgery is difficult due to proprioceptive impairment associated with aging and osteoarthritis and the presence of factors limiting the use of tests.

Deterioration in proprioception accompanying the progression of degenerative joint disease is caused by microdamage to intraarticular (menisci, ligaments) and extraarticular (ligaments, articular capsule) structures, muscles, receptor cells and afferent nerve pathways. The microdamage may result in failure to transmit sensory signals or generation of false information by damaged receptors [1]. Proprioceptive disturbance may also be associated with symptoms of degenerative disease, such as pain and joint oedema. Pain disturbs or inhibits the flow of information from proprioceptors, although its clinical significance has not been ultimately elucidated [2-5]. Persistent intraarticular oedema raises pressure in the joint cavity and reduces the responsiveness of mechanoreceptors in the articular capsule and ligaments to mechanical stimuli, which also impairs proprioception [6].

The above problems, which have a direct impact on the diagnostic assessment of proprioception, are accompanied by other factors which impair postural control, therefore limiting the use of more complex tests of sensorimotor system performance. An example is altered body statics noted in elderly patients, which also impedes the use of postural control mechanisms to maintain balance [7,8]. Another factor is uncontrolled cardiovascular problems which may cause sudden rises in blood pressure and circulation-related vertigo [7]. The above mechanisms and factors impair locomotion and increase the risk of falls, which may have serious consequences, such as limitation in physical capacity and independence or prolonged immobilisation, which may lead to death [7,9,10].

Osteoarthritis-related abnormalities are accompanied by problems due to aging. Patients above 65 years of age are significantly affected by degeneration of the musculoskeletal and nervous systems. Early signs of degeneration can be seen in those under 65 years of age. They include muscle atrophy, a limited range of motion and a decreased neuron count in the peripheral nervous system [7]. Knee replacement surgery may also influence the results of proprioception tests. Knee arthroplasty requires extensive resection of joint structures containing proprioceptors: the lateral and crucial ligaments, joint capsule and menisci [11]. Moreover, the procedure involves a large area and has an effect on the sur-

dzie nerwowym [7]. Zabieg endoprotezoplastyki stawu kolanowego może mieć także wpływ na wyniki testów propriocepcji. Alopastyka kolana wiąże się z dużą resekcją struktur stawowych, w których znajdują się proprioceptory – więzadła poboczne i krzyżowe, torebkę stawową i łąkotek [11]. Ponadto sam zabieg jest rozległy i nie pozostaje bez wpływu na stan okolicznych mięśni, ścięgien i dróg czuciowych [12]. Mimo to obserwuje się poprawę propriocepcji po zabiegu endoprotezoplastyki w porównaniu ze stanem przedoperacyjnym, a wręcz jej powrót do normy, choć nie potwierdzają tego wszyscy badacze [13-15]. Może być to spowodowane samym zabiegiem operacyjnym (zmniejszenie dolegliwości bólowych i obrzęku stawu jako konsekwencje usunięcia zniszczonych tkanek, usunięcie wraz ze strukturami stawowymi nieprawidłowo działających receptorów głębokich), jak i przebywaniem pod opieką lekarską w szpitalu, a następnie ambulatoryjnie (kontrola dolegliwości bólowych) oraz procesem rehabilitacji pooperacyjnej (zwiększenie zakresu ruchu, siły mięśniowej, ćwiczenia proprioceptywne i zwiększenie aktywności fizycznej) [16].

Czynnikami ograniczającymi możliwość zastosowania niektórych testów propriocepcji w tej grupie osób są dolegliwości bólowe (testy w obciążeniu stawu), ograniczenie zakresu ruchu (testy przeprowadzone w pozycjach skrajnych), zmniejszenie siły mięśniowej (testy czucia siły) oraz ograniczenie obciążania kończyny w okresie pooperacyjnym (testy w obciążeniu w zamkniętym łańcuchu kinematycznym) [17].

Badania przeprowadzone u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu kolanowego wykazały pogorszoną równowagę, która jest szczególnie widoczna u osób ze stwierdzonym III lub IV stopniem zmian zwyrodnieniowych wg Outerbridge'a [18]. Ponadto na możliwość przeprowadzenia testu i jego wynik wpływa fakt odciążania kończyny, początkowo z powodu bólu, a po zabiegu alopastyki stawu kolanowego z powodu zaleceń lekarskich [13,17].

Celem pracy jest ocena wpływu uszkodzeń związanych z zaawansowaną gonartrozą oraz zabiegu endoprotezoplastyki całkowitej na zmianę czucia głębokiego i kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego.

## MATERIAŁ I METODY

Grupę Badaną (B) stanowili pacjenci zakwalifikowani do zabiegu endoprotezoplastyki stawu kolanowego i przyjęci na oddział szpitalny w celu jego wykonania. Zabieg przeprowadzany był w Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu I Wydziału Lekarskiego Warszawskiego Uniwersyte-

rounding muscles, tendons and sensory pathways [12]. Nevertheless, proprioception is seen to improve following knee arthroplasty compared to the pre-operative status, even to the point of returning to normal, although not all researchers confirm this finding [13-15]. This outcome may be due to the knee replacement surgery itself (reduction in pain and joint oedema due to removal of damaged tissue; removal of malfunctioning proprioceptors along with joint structures), medical care offered to the patient in the hospital and, subsequently, in the outpatient setting (pain control) and postoperative rehabilitation (improved range of motion and muscle strength; proprioceptive exercises and increased physical activity) [16].

The use of certain proprioception tests may be restricted due to pain (weight bearing tests), limited range of motion (tests at extreme positions), reduced muscle strength (force-sense tests) and limited possibilities for loading the limb in the post-operative period (closed-chain weight-bearing tests) [17].

Examinations of patients with degenerative knee joint disease revealed an impaired sense of balance that was most evident in patients with a diagnosis of Grade 3 or 4 osteoarthritis according to Outerbridge [18]. Moreover, the possibility of performing tests and their results are influenced by avoidance of loading the limb, initially due to pain and after arthroplasty as a result of the doctor's instructions [13,17].

The present study aimed to assess the impact of joint degeneration due to advanced gonarthrosis and the effect of total knee arthroplasty on proprioception and sensorimotor control of the knee.

## MATERIAL AND METHODS

The experimental group (E) comprised patients qualified for knee arthroplasty and admitted to hospital for the surgery. The procedures were performed at the Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology at the 1<sup>st</sup> Medical Faculty of the Medical University of Warsaw. Exclusion criteria

tu Medycznego. Kryteria wykluczenia z badania stanowiły: inne niż choroba zwyrodnieniowa stawu kolanowego wskazania do wykonania zabiegu endoprotezoplastyki kolana (np. choroby reumatoidalne, przyczyny urazowe, powtórna endoprotezoplastyka stawu, wszczepienie protezy półzwiązań lub związań), trudności w nawiązaniu kontaktu logicznego i uzyskania wiarygodnych odpowiedzi na pytania, współistniejące choroby mogące mieć wpływ na wyniki badania, np. choroba Parkinsona, Alzheimera, inne choroby neurologiczne oraz odmowa udziału w badaniu.

Zbadano 75 osób, które zostały zakwalifikowane do operacji. Z grupy tej wykluczono 13 osób, w tym 6 zakwalifikowanych do realoplastyki, 2 pacjentów nie nawiązujących kontaktu logicznego i 5 osób niezakwalifikowanych ostatecznie do zabiegu. Ostatecznie operowano 62 osoby (55 kobiet, 7 mężczyzn) w średnim wieku  $68,8 \pm 7,4$  lat i BMI  $31,4 \pm 4,7$  kg/m<sup>2</sup>. U wszystkich pacjentów stwierdzono obustronne zmiany zwyrodnieniowe w stawach kolanowych, natomiast u 24 osób przeprowadzono wcześniej zabieg endoprotezoplastyki stawu kolanowego po przeciwniej stronie. Wcześniej zabieg alopastyki nie został uznany za kryterium wykluczenia z badania ze względu na występowanie zmian zwyrodnieniowych w stawach kolanowych obustronnie u wszystkich chorych, co pogarszało średnie wyniki otrzymywane w kończynie „zdrowej”. Ponadto porównanie pomiędzy kończynami obejmowało wyłącznie ocenę czucia pozycji stawu, siły mięśniowej i zakresu ruchu i miało marginalne znaczenie w analizie uzyskanych wyników. Badanie po zabiegu operacyjnym przeprowadzono u 54 osób, przy czym u 1 osoby było to badanie niepełne z powodu odmowy udziału. Badanie podczas wizyty kontrolnej w szpitalu przeprowadzono u 46 pacjentów. Badanie trzykrotne przeprowadzono u 44 pacjentów.

Grupę Kontrolną (K) stanowiły osoby zdrowe, u których stwierdzono zmiany involucyjne odpowiednie do wieku. U tych osób nie stwierdzono choroby zwyrodnieniowej stawów. Zbadano 90 osób. Kryteria wykluczenia kwalifikacji do tej grupy stanowiły: przebyty w przeszłości zabieg operacyjny lub uraz stawu kolanowego, zgłoszenie dolegliwości bólowych stawów lub mięśni kończyn dolnych w dniu badania, brak pełnego zakresu ruchu w stawach kolanowych dla danej grupy wiekowej, znaczny ubytek masy lub siły mięśniowej (powyżej 10% w stosunku do kończyny przeciwniej), koślawość lub szpotawość stawu kolanowego powyżej 10°, współistniejące choroby mogące mieć wpływ na wyniki badania, np. choroba Parkinsona, Alzheimera, inne choroby neurologiczne, trudności w nawiązaniu kontaktu logicznego i uzyskania wiarygodnych odpowiedzi na pytania, odmowa udziału w badaniu. Z grupy zbadanych osób wy-

comprised arthroplasty performed for reasons other than degenerative disease of the knee joint (e.g. rheumatoid conditions, injury, revision knee arthroplasty, implantation of a semi-constrained or constrained prosthesis), patient not being oriented and unable to give reliable responses to questions (e.g. Parkinson's disease, Alzheimer's disease and other neurological conditions) and lack of consent for participation in the study.

A total of 75 individuals qualified for knee replacement surgery were examined. Of these, 13 were excluded from the study: 6 patients undergoing revision arthroplasty, 2 persons who were disoriented and 5 patients who were eventually disqualified from the surgery. The resulting arthroplasty group comprised 62 individuals (55 women and 7 men), with the average age of  $68.8 \pm 7.4$  years and a BMI of  $31.4 \pm 4.7$  kg/m<sup>2</sup>. All patients had bilateral knee osteoarthritis and 24 had previously undergone knee replacement surgery for the opposite limb. A previous arthroplasty was not considered an exclusion criterion since bilateral osteoarthritis was found in all patients, which made the means for the 'healthy' limb poorer. Furthermore, comparison between the limbs was limited to an assessment of joint position sense, muscle strength and range of motion and it was of negligible importance for the analysis. A total of 54 patients were examined following the surgery, the examination being incomplete in the case of one patient, who refused to participate. Forty-six patients were subsequently examined during a follow-up visit to the hospital, while 44 patients were examined three times.

The Control Group (C) included healthy persons with age-related involutionary changes. The controls were not diagnosed with gonarthrosis. A total of 90 individuals were examined. Exclusion criteria for this group included a history of knee surgery or injury, pain in joints or muscles of the lower limbs on the day of the examination, suboptimal range of knee motion for the corresponding age group, considerable deficit of muscle bulk or strength (over 10% compared to the other limb), valgus or varus deformity of the knee (over 10%), concomitant conditions which could affect examination results (e.g. Parkinson's disease, Alzheimer's disease and other neurological conditions), patient not being oriented and unable to give reliable responses to questions or not consenting to participate in the study. The Control Group subsequently used in statistical analyses was selected from among these 90 individuals taking into account the exclusion criteria and using age- and gender-stratified sampling. The group eventually comprised 74 persons (66 women and 8 men) with the average age of  $67.5 \pm 6.6$  years (range 53-82) and a BMI of

brano, za pomocą kryteriów wykluczenia oraz testu warstwowego uwzględniającego wiek i płeć badanych, 74 osoby, które stworzyły Grupę Kontrolną, wykorzystywaną do analiz statystycznych. Grupę tą stanowiło 66 kobiet i 8 mężczyzn o średniej wieku  $67,5 \pm 6,6$  lat (od 53 do 82 lat) i BMI  $27,8 \pm 4,1 \text{ kg/m}^2$  (od 21 do 40). Grupa ta nie różniła się od Grupy Badanej pod względem płci, wieku oraz wzrostu ( $p>0,05$ ).

Ocena sensomotoryki obejmowała dwa testy: autorski test kontroli sensomotorycznej (TKS) oraz test czucia pozycji stawu (Joint Position Sense – JPS). Badanie za pomocą TKS przeprowadzane było w pozycji siedzącej na wysokiej leżance (staw kolanowy i biodrowy w  $90^\circ$  zgięcia). Stopa kończyny testowanej opierała się na piłce do ćwiczeń o średnicy 75 cm, wykonanej z gumy (Ryc. 1A). Zadaniem pacjenta było utrzymanie piłki pod stopą, polecenie brzmiało „proszę nie wypuszczać piłki, trzymać piłkę pod stopą, nie pozwolić na zabranie piłki”. Zadaniem osoby badającej było popychanie piłki w różne strony ze szczególnym uwzględnieniem kierunków skośnych (Ryc. 1B). Test trwał ok. 30 sekund.

Wynik przedstawiany był w skali 6-cio stopniowej (od 0 do 5):

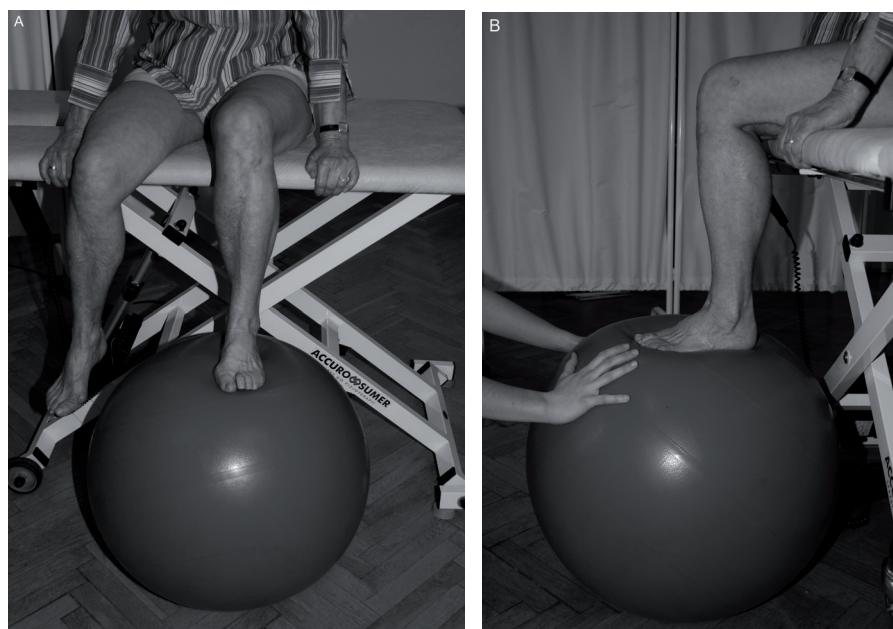
- 5 – staw kolanowy stabilny, pacjent bez problemów utrzymuje piłkę pod stopą,
- 4 – problemy z utrzymaniem piłki pod stopą przy ruchach w płaszczyznach skośnych lub bocznych, pacjent utrzymuje piłkę przy ruchach w płaszczyźnie strzałkowej,

$27.8 \pm 4.1 \text{ kg/m}^2$  (range 21-40). The control group and the arthroplasty group were matched for gender, age and height ( $p>0.05$ ).

Assessment of sensorimotor system performance involved two tests: the Sensorimotor Control Test (SCT), designed by the authors, and a test of Joint Position Sense (JPS). The SCT was performed with the patient sitting on a high couch (the knee and hip in  $90^\circ$  flexion). The foot of the examined limb rested on a rubber exercise ball of 75 cm diameter (Figure 1A). The patient's task was to keep the ball under the foot. The instruction was: 'Do not let go of the ball, keep the ball under your foot, do not let the ball be taken away'. The examiner pushed on the ball in different directions, especially diagonally (Figure 1B), for approximately 30 seconds.

The result was presented on a 6-point scale (from 0 to 5):

- 5 – the knee is stable; the patients keeps the ball under the foot without any problems;
- 4 – difficulty in keeping the ball under the foot during diagonal and lateral movements; the patient keeps the ball during movements in the sagittal plane;
- 3 – the patient keeps the ball without interruption by the therapist, but has problems keeping the ball as it is moved in any direction;
- 2 – the patient is unable to maintain the ball under the foot with the eyes closed; with the eyes open, the patient maintains the ball when it is pushed on slightly by the therapist;



Ryc. 1. Test kontroli sensomotorycznej: A) pozycja wyjściowa, B) wykonanie (rycina własna)

Fig. 1. Sensorimotor Control Test: A) starting position, B) test in progress (source: own)

- 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.

Konstrukcja testu odpowiada testom równowagi w pozycji stojącej na platformie równoważnej, przez co uwzględnia nie tylko czucie głębokie w danej okolicy, ale również odpowiedź ruchową na zmieniające się warunki i pozycję stawu. Różnice polegają jednak na: wyeliminowaniu obciążenia stawu pełnym ciężarem ciała (dzięki czemu test można wykonać również u pacjentów z niepełnym obciążaniem stawu), eliminacji wpływu dysfunkcji stawu biodrowego czy kręgosłupa na wynik testu poprzez przyjęcie pozycji stabilnej oraz eliminacji wpływu zaburzeń innych ośrodków równowagi na wynik testu. Pozycja stawu kolanowego w trakcie wykonywania badania odpowiada funkcjonalnie pozycji w trakcie wstawania (faza początkowa) lub siadania (faza końcowa), a także wchodzeniu na wysokie stopnie [19].

Test czucia pozycji stawu (JPS) przeprowadzono w pozycji siedzącej na wysokiej leżance z kończyną dolną swobodnie zwieszoną, staw biodrowy w zgięciu 90°. Pozycję wyjściową stawu kolanowego ustalono na 45° zgięcia, a test przeprowadzany był w otwartym łańcuchu kinematycznym z zamkniętymi oczami. Zadaniem pacjenta było odtworzenie danej pozycji stawu po wykonaniu kilku ruchów do wolnych badanym stawem. Pozycja wyjściowa była określana z wykorzystaniem kątomierza cyfrowego BOSH DWM-40L, natomiast wynik testu mierzony był za pomocą inklinometru cyfrowego Saunders'a firmy Baseline z dokładnością do 1°.

W tym samym projekcie badawczym dokonywano również oceny masy ciała, wzrostu, BMI badanych, momentów sił mięśni zginaczy i prostowników stawu kolanowego, zakresu ruchu oraz oceny z wykorzystaniem skal HSS Knee Score i zmodyfikowanej Staffelstein-Score. Wyniki tych pomiarów nie były jednak uwzględniane w niniejszym opracowaniu.

Ocena Grupy Badanej została przeprowadzona trzykrotnie: 1 lub 2 dni przed zabiegiem operacyjnym, średnio 8 dni po operacji (od 5 do 12 dni), średnio 100 dni po operacji (od 82 do 129 dni). Każdorazowo oceniano zarówno kończynę operowaną, jak i zdrową. Badanie Grupy Kontrolnej przeprowadzono jednokrotnie z uwzględnieniem w ocenie obu kończyn dolnych.

- 1 – the ball is only maintained under the foot with eyes open but without any pushing;
- 0 – the ball is not maintained under the foot even with the eyes open.

The design of the test corresponds to that of balance tests performed in the standing position on a balancing platform: it takes into account not only proprioception in the given area but also motor responses to changing conditions and the joint position. The difference is that the Sensorimotor Control Test avoids loading the joint with the weight of the whole body (accordingly, the test may also be performed in patients who are not advised to fully load the joint), neutralises the effect of hip or spine dysfunction through maintaining a stable position and eliminates the impact of disturbance in other balance centres on the test results. The position of the knee during the test corresponds functionally to the position during standing up (the initial stage) or sitting down (the final stage) and climbing high steps [19].

The Joint Position Sense (JPS) test was carried out with the patient sitting on a high couch, the knee in 90° flexion. The starting position of the knee was 45° flexion and the test was performed as an open kinetic chain, with the patient's eyes closed. The patient's task was to place the knee in a requested position after several free movements of the joint. The starting position was established using a BOSCH DWM-40L digital protractor, and the test result was determined to an accuracy of 1° with a Saunders' digital inclinometer (Baseline).

The same examination also included measurements of the patients' weight, height, BMI, torques of knee flexors and extensors, range of motion and the administration of the HSS Knee Score and a modified Staffelstein-Score. The results of these measurements are not analysed in this paper.

The arthroplasty group was assessed three times: one or two days before the knee replacement surgery, at an average of 8 days after the surgery (from 5 to 12 days) and at an average of 100 days after the surgery (from 82 to 129 days). Each time both the operated and the healthy limb were assessed. Examination of the control group was conducted once and also assessed both limbs.

Statistical analysis was performed using Microsoft Excel 2000 and Statistica PL ver. 10 software. The numerical evaluation of parameters used frequency tables and descriptive statistics. As the results did not follow a normal distribution, assessment of the significance of differences between consecutive measurements in the arthroplasty group was based on the Wilcoxon signed-rank test and Friedman's ANOVA with Kendall's coefficient of concordance,

Obliczenia statystyczne zostały przeprowadzone z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel 2000 oraz oprogramowania Statistica PL ver. 10. W ocenie liczbowej parametrów wykorzystano tabele liczności oraz statystyki podstawowe. Ze względu na brak zgodności z rozkładem normalnym, do oceny istotności różnic pomiędzy kolejnymi badaniami wewnętrz Grupy Badanej wykorzystano test kolejności par Wilcoxona oraz ANOVA Friedmana ze współczynnikiem zgodności Kendalla, a do oceny różnic międzygrupowych test U Manna-Whitney'a. Granicę istotności statystycznej przyjęto dla  $p = 0,05$ .

Powyzsze 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%). Z kolei w teście czucia pozycji stawu (JPS) wykazano wyniki średnie  $3,8^\circ$  (0-10) w kończynie prawej i  $4,1^\circ$  (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  $3,9^\circ \pm 2,9^\circ$ .

W Grupie Badanej przed zabiegiem operacyjnym uzyskano średni wynik w teście własnym na poziomie 3,1 (1-5) i był on istotnie niższy niż w Grupie Kontrolnej. Test JPS wykazał błąd przyjmowania pozycji na średnim poziomie  $8,2^\circ \pm 5,5^\circ$  (1-25) w kończynie zdrowej i  $10,5^\circ \pm 7,7^\circ$  (0-28) w kończynie chorej. Różnice pomiędzy stronami były istotne statystycznie na korzyść kończyny zdrowej, przy czym nie miał znaczenia fakt wcześniejszej endoproteozoplastyki stawu kolanowego po stronie „zdrowej” ( $p = 0,938$ ). Zarówno wyniki kończyny zdrowej, jak i chorej były istotnie gorsze od wyników uzyskanych w Grupie Kontrolnej.

Po zabiegu operacyjnym w badaniu 2. wyniki TKS w Grupie Badanej uległy niewielkiemu pogorszeniu, które nie było jednak istotne statystycznie. W badaniu 3. wykazano ich istotną poprawę w stosunku do wyniku początkowego i badania 2. Wyniki uzyskiwane w Grupie Badanej były każdorazowo gorsze niż w Grupie Kontrolnej. Wyniki testu czucia pozycji stawu w Grupie Badanej uległy po leczeniu operacyjnym niewielkiej poprawie, która jednak nie

while evaluation of differences between the groups was performed using the Mann-Whitney U test. The level of statistical significance was set at  $p = 0.05$ .

The study was given a positive opinion of the Medical University of Warsaw Bioethical Review Board (No. KB/89/2009) on 26<sup>th</sup> May 2009. The project was financed under Young Researcher Grant No. 2F1/PM21/11 at the Medical University of Warsaw.

## RESULTS

In the Sensorimotor Control Test (SCT), the Control Group obtained a mean score of 4.9 (range: 4-5), with the maximum score (5) obtained by 64 persons (86%). In the Joint Position Sense (JPS) test, the mean score was  $3.8^\circ$  (range:  $0^\circ$ - $10^\circ$ ) for the right limb and  $4.1^\circ$  (range:  $0^\circ$ - $15^\circ$ ) for the left limb. The differences between the limbs were not statistically significant ( $p = 0.128$ ). Therefore,  $3.9^\circ \pm 2.9^\circ$  was accepted as the reference mean for further comparisons.

The mean SCT score before arthroplasty in the experimental group was 3.1 (range: 1-5) and was significantly lower than the score in the Control Group. The JPS test showed a mean discrepancy from the requested position of  $8.2^\circ \pm 5.5^\circ$  (range:  $1^\circ$ - $25^\circ$ ) for the healthy limb and  $10.5^\circ \pm 7.7^\circ$  (range:  $0^\circ$ - $28^\circ$ ) for the arthroplasty limb. The difference between the limbs was significant, with the healthy limb scoring better, regardless of the history of previous arthroplasty in the ‘healthy’ limb ( $p = 0.938$ ). The scores for both limbs in the arthroplasty group were significantly poorer than those of the Control Group.

The second (post-operative) measurement in the arthroplasty group revealed a slight deterioration of the SCT scores that was not statistically significant. In the third examination, the results improved significantly relative to both the first and the second measurement. The results of all measurements in the arthroplasty group were poorer than in the control group. The JPS scores in the experimental group improved slightly following the knee replacement surgery but the change was not significant. Considerable improvement was noted in the third examination

była znamienna statystycznie. Znaczną ich poprawę uzyskano w badaniu 3. w porównaniu do wyników sprzed zabiegu i badania 2. W porównaniu do kończyny zdrowej nie wykazano istotnych statystycznie różnic w badaniu 2., natomiast w badaniu 3. uzyskano w kończynie operowanej znacznie lepsze wyniki niż w kończynie zdrowej. Ponadto wykazano brak znamiennych różnic pomiędzy wynikiem osiągniętym w badaniu 3. w Grupie Badanej a wynikiem Grupy Kontrolnej. Szczegółowe wyniki testu TKS przedstawiono w Tabeli 1, a testu JPS w Tabeli 2.

compared to the results obtained before arthroplasty and immediately after the surgery. In the second examination the relation of the results for the healthy and arthroplasty leg were not significantly different, while in the third examination the operated limb scored considerably better than the healthy limb. Moreover, there were no significant differences between the result of the third measurement in the arthroplasty group and the score of the Control Group. Table 1 presents the detailed scores in the Sensorimotor Control Test and Table 2 shows the results of the Joint Position Sense test.

Tab. 1. Wyniki Testu Kontroli Sensomotorycznej (TKS) w Grupie Kontrolnej i w kolejnych badaniach w Grupie Badanej operowanej oraz wartości współczynnika istotności statystycznej (p) pomiędzy poszczególnymi badaniami

Tab. 1. Results of the Sensorimotor Control Test (SCT) in the Control Group and for consecutive measurements in the arthroplasty group and the values of the statistical significance coefficient (p) for differences between individual examinations

	Grupa Kontrolna Control Group	Grupa Badana – badanie 1 Arthroplasty group – first examination	Grupa Badana – badanie 2 Arthroplasty group – second examination	Grupa Badana – badanie 3 Arthroplasty group – third examination
średnia±SD (zakres) mean±SD (range)	4.9 ± 0.3 (4-5)	3.1 ± 1.2 (1-5)	2.9 ± 1.1 (0-5)	4.5 ± 0.7 (2-5)
Grupa Badana – badanie 1 Arthroplasty group – first examination	<b>p = 0.000</b>	-	p = 0.203	<b>p = 0.000</b>
Grupa Badana – badanie 2 Arthroplasty group – second examination	<b>p = 0.000</b>	p = 0.203	-	<b>p = 0.000</b>
Grupa Badana – badanie 3 Arthroplasty group – third examination	<b>p = 0.015</b>	<b>p = 0.000</b>	<b>p = 0.000</b>	-

Tab. 2. Wyniki testu Joint Position Sense (JPS) w Grupie Kontrolnej i w kolejnych badaniach w Grupie Badanej operowanej oraz wartości współczynnika istotności statystycznej (p) pomiędzy poszczególnymi badaniami

Tab. 2. Results of the Joint Position Sense (JPS) test in the Control Group and for consecutive measurements in the arthroplasty group and the values of the statistical significance coefficient (p) for differences between individual examinations.

	Grupa Kontrolna Control Group	Grupa Badana – kończyna zdrowa Arthroplasty group – healthy limb	Grupa Badana – badanie 1 Arthroplasty group – first examination	Grupa Badana – badanie 2 Arthroplasty group – second examination	Grupa Badana – badanie 3 Arthroplasty group – third examination
średnia±SD (zakres) mean±SD (range)	3.9° ± 2.9° (0-15)	8.1°±5.7° (1-25)	10.5 ± 7.7 (0-28)	9.5 ± 6.0 (0-28)	3.9 ± 3.1 (1-14)
Grupa Badana – kończyna zdrowa Arthroplasty group – healthy limb	<b>p = 0.000</b>	-	<b>p = 0.023</b>	p = 0.231	<b>p = 0.000</b>
Grupa Badana – badanie 1 Arthroplasty group – first examination	<b>p = 0.000</b>	<b>p = 0.023</b>	-	p = 0.415	<b>p = 0.000</b>
Grupa Badana – badanie 2 Arthroplasty group – second examination	<b>p = 0.000</b>	p = 0.231	p = 0.415	-	<b>p = 0.000</b>
Grupa Badana – badanie 3 Arthroplasty group – third examination	p = 0.917	<b>p = 0.000</b>	<b>p = 0.000</b>	<b>p = 0.000</b>	-

## DYSKUSJA

U pacjentów po endoprotezoplastyce stawu kolanowego obserwuje się poprawę kontroli posturalnej i stabilności, która może wynikać z poprawy propriocepcji, a pośrednio ze zmniejszenia poziomu dolegliwości bólowych [13,20,21].

Analiza wyników testu czucia pozycji stawu (Joint Position Sense, JPS) w ocenianym materiale wskazuje na duże deficyty czucia głębokiego w Grupie Badanej, w porównaniu do Grupy Kontrolnej. Dotyczą one zarówno kończyny zakwalifikowanej do zabiegu, jak i kończyny przeciwnej, w której u wszystkich pacjentów również stwierdzono występowanie zmian zwyrodnieniowych, lecz o mniejszym nasileniu, niż w kończynie operowanej. Do podobnych wniosków doszedł Collier i wsp., którzy oceniali czucie ruchu w stawie, lecz zaobserwowali gorszą propriocepcję w stawie o bardziej nasilonych objawach [22]. Otrzymany w Grupie Kontrolnej w najniższym badaniu błąd przyjmowania pozycji na poziomie 3,9° jest zbliżony do wyniku uzyskanego u osób zdrowych przez Weiler i Awiszus, który wynosił dla kąta testowego 45° średnio 4,4° lub 2,3° w zależności od kierunku ruchu. Zarówno badanie własne, jak i szereg badań innych autorów potwierdziły fakt, iż wynik testu JPS nie jest liniowo zależny od wieku w grupie osób starszych, mimo że obserwuje się jego stopniowe pogarszanie w ciągu całego życia [23-25]. Nie obserwowało również zależności wyników JPS od dominacji kończyny [26]. Wyniki otrzymane w badaniach własnych były gorsze niż uzyskane przez zespół Hurley i wsp., którzy u pacjentów ze stwierdzoną chorobą zwyrodnieniową umiejętnością w stawie kolanowym odnotowali średni wynik testu JPS, wykonywanego w 10-ciu różnych kątach zgięcia stawu, na poziomie 3,6°. Wynik ten mógł być niższy od wyniku Grupy Badanej z powodu mniejszego nasilenia zmian zwyrodnieniowych lub bólu, o czym świadczy odnotowany łagodny ból lub jego brak, częstotliwość przyjmowania leków przeciwbólowych (prawie 50% grupy ocenianej w badaniach Herley i wsp. w ogóle nie zażywało leków przeciwpalnych lub przeciwbólowych) oraz fakt, iż nie odnotowano u żadnego pacjenta obrzęku stawu [27]. Tymczasem w grupie zakwalifikowanej do niniejszego badania leki przeciwbólowe przyjmowane były przez wszystkich pacjentów, choć z różną częstotliwością. Ponadto inny wynik testu może zależeć od kąta pomiarowego. Ci sami autorzy uzyskali u osób zdrowych wynik średni 2,3°, a więc ponownie niższy od odnotowanego w niniejszym badaniu [27]. Z kolei Levinger i wsp. oceniali czucie pozycji stawu przed i 4 miesiące po zabiegu endoprotezoplasty-

## DISCUSSION

After knee replacement surgery, patients demonstrate improved postural control and stability, which may be due to enhanced proprioception and, indirectly, to a reduction in pain [13,20,21].

The results of the Joint Position Sense test suggest large proprioception deficits in the arthroplasty group compared to the Control Group. The deficits concern both the limb qualified for knee replacement surgery and the opposite limb, where signs of osteoarthritis were also found in all patients from the arthroplasty group but represented less advanced disease than in the operated leg. Similar results were obtained by Collier et al., who assessed perception of joint movement, but recorded poorer proprioception in joints with more severe symptoms [22]. The discrepancy from the requested position at the level of 3.9° in the Control Group in the present study is similar to the result for healthy persons obtained by Weiler and Awiszus, which was on average 4.4° or 2.3° for the test angle of 45°, depending on movement direction. Both the present study and a number of studies by other researchers have confirmed that the JPS score is not linearly related to the patient's age in elderly individuals, although it does gradually deteriorate over time [23-25]. No correlation has also been found between the JPS score and limb dominance [26]. The present results were poorer than those of Hurley et al., where discrepancies among patients with a diagnosis of knee osteoarthritis averaged 3.6° in a test comprising ten different joint flexion angles. The discrepancy might be lower than in the arthroplasty group in the present study due to less joint degeneration and pain, as may be suggested by reports of slight pain or absence of pain and frequency of analgesic consumption (almost 50% of Hurley's et al. experimental group did not use anti-inflammatory or analgesic drugs at all), and the fact that oedema was not found in any of the patients [27]. On the other hand, in our experimental group, all patients used analgesics, differing only in the frequency of consumption. Differences in test results may also be due to different measurement angles. The same researchers obtained a mean discrepancy of 2.3° among the controls, which is also lower than the one recorded in the present study [27]. Levinger et al. assessed joint proprioception before knee arthroplasty and at four months after the surgery, recording a mean score of 1.8° compared to 1.3° in the control group on both occasions [10]. However, it is difficult to determine the measurement angle and the manner of the test performance, since the report does not provide a detailed description of the methods. Therefore, a com-

styki kolana. Uzyskali oni w obu przypadkach średni wynik  $1,8^\circ$  w porównaniu do  $1,3^\circ$  w grupie kontrolnej (zdrowej) [10]. Duże wątpliwości w ich badaniu budzi jednak brak opisu szczegółowej metodyki testu – na podstawie prezentowanego przez ten zespół doniesienia nie sposób określić kąta, w którym prowadzono badanie ani sposobu jego wykonania. W związku z tym ocena porównawcza nie jest wiarygodna. Warto jednak zauważyć, że Levinger i wsp. nie odnotowali poprawy propriocepcji po zabiegu endoprotezoplastyki, którą obserwowano w przedstawianym badaniu własnym oraz w badaniach innych autorów [10,13,14].

W literaturze światowej (w bazach NCBI/PubMed, SciVerse/Scopus, The Cochrane Library) nie znaleziono doniesień, w których sprawność sensomotoryczna byłaby oceniana w taki sam lub zbliżony sposób do przedstawionego w autorskim teście kontroli sensomotorycznej (TKS). W praktyce fizjoterapeutycznej stosuje się ćwiczenia sensomotoryczne w pozycji siedzącej lub leżenia tyłem ze stawem kolanowym zgiętym do  $90^\circ$ , ale nie prowadzono dotychczas tego typu testów. Dokonano zatem analizy przebiegu wyników testu własnego w czasie, która wykazała nieznaczne pogorszenie sprawności sensomotorycznej krótko po zabiegu oraz jej istotny wzrost w badaniu podczas wizyty kontrolnej. W porównaniu do Grupy Kontrolnej uzyskano kaźdorazowo wyniki gorsze. Potwierdza to wcześniejsze obserwacje własne oraz badania publikowane na świecie sugerujące wpływ wielu czynników na sprawność sensomotoryczną stawu. Ma to najprawdopodobniej związek z opisywanym w literaturze mechanizmem negatywnego wpływu bólu na sensomotorykę. Pozytywny efekt przeciwbólowy został zapewne zniesiony przez negatywny wpływ innych czynników, jak zakres ruchu czy siła mięśniowa, na sprawność sensomotoryczną stawu. W procesie usprawniania pooperacyjnego pacjenci uzyskali lepsze wyniki w aspekcie czucia pozycji stawu oraz zakresu ruchu wyprostu niż przed implantacją endoprotezy. Zmniejszeniu, już w krótkim czasie po operacji, uległy dolegliwości bólowe, co pozwoliło uzyskać wysokie wyniki we własnym teście kontroli sensomotorycznej.

## WNIOSKI

1. Pacjenci z zaawansowanymi zmianami zwyrodnieniowymi w obrębie stawu kolanowego charakteryzują się dużymi deficytami propriocepcji oraz kontroli sensomotorycznej, co może przyczyniać się do szybszego rozwoju zmian zwyrodnieniowych, a także zwiększać ryzyko upadku.
2. Prezentowany własny test oceniający sprawność sensomotoryczną stawu kolanowego wydaje się

parative analysis may not be reliable. However, it seems noteworthy that Levinger et al. did not describe an improvement in proprioception following the knee replacement procedure, contrary to the findings of the present study and other studies [10,13,14].

A review of the world literature (NCBI/PubMed, SciVerse/Scopus, The Cochrane Library databases) did not show reports that evaluated sensorimotor system performance in the same or similar manner as in the Sensorimotor Control Test in our study. Sensorimotor exercises in the sitting position or the supine position with the knee bent at  $90^\circ$  are used in physiotherapeutic practice but this type of test has not been conducted to date. Therefore, an analysis of changes in the results of our test over time was conducted and showed a slight deterioration in sensorimotor system performance immediately after arthroplasty and a significant improvement during a subsequent follow-up visit. Compared to the Control Group, the results were poorer during each examination. This finding confirms previous results by the present authors and reports published worldwide suggesting that numerous factors influence the sensorimotor system performance of the joint. A probable explanation may be the mechanism of negative impact of pain on sensorimotor system performance, as described in the literature. A positive analgesic effect was probably offset by a negative influence of other factors, such as the range of motion or muscle strength, on sensorimotor system performance of the joint. During post-operative rehabilitation, patients scored better with regard to knee joint position sense and the range of extension than before arthroplasty. Pain was reduced shortly after the surgery, which improved the scores in the Sensorimotor Control Test designed by the present authors.

## CONCLUSIONS

1. Patients with advanced knee osteoarthritis show considerable deficits in proprioception and sensorimotor control, which may contribute to faster progression of degenerative lesions and increase the risk of falls.
2. The Sensorimotor Control Test designed by the authors seems to constitute an objective and comprehensive method for the assessment of senso-

być obiektywnym i kompleksowym sposobem oceny sprawności kontroli sensomotorycznej stawu kolanowego u pacjentów z gonartrozą i po endoprotezoplastyce stawu kolanowego.

3. Ocena dokonywana za pomocą testu własnego jest oceną jakościową i może mieć zastosowanie w klinicznej pracy z pacjentem.

rimotor system performance of the knee in patients with gonarthrosis and after knee arthroplasty.

3. The Sensorimotor Control Test provides a qualitative assessment and it may be employed in the clinical therapeutic setting.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Angoules AG. The contribution of the anterior cruciate ligament to the knee proprioception. *J Nov Physiother* 2012; 2: 3.
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.
3. Naseri N, Pourkazemi F. Difference in knee joint position sense in athletes with and without patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012; 20: 2071-2076.
4. 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.
5. 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.
6. Cho YR, Hong BY, Lim SH i wsp. Effects of joint effusion on proprioception in patients with knee osteoarthritis: a single-blind, randomized controlled clinical trial. *Osteoarthritis Cartilage* 2011; 19: 22-28.
7. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control. Translating Research into Clinical Practice. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2012: 3-7, 45-82, 161-192, 223-243.
8. Piva SR, Gil AB, Almeida GJM, DiGioia AM, Levison TJ, Fitzgerald K. A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 2010; 90: 880-894.
9. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR. Association of sensorimotor function with knee joint kinematics during locomotion in knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83: 455-463.
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.
11. Waikakul S, Un-Nanuntana A, Jaisue N. Recovery of joint position sense after total knee replacement: the effects of soft tissue dissection. *J Med Assoc Thai* 1999; 82: 1187-1192.
12. Bäth H, Perlick L, Blum C, Lüring C, Perlick C, Grifka J. Midvastus approach in total knee arthroplasty: a randomized, double-blinded study on early rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13: 545-550.
13. Swanik CB, Lephart SM, Rubash HE. Proprioception, kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilised prostheses. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A: 328-334.
14. Fuchs S, Tibesku CO, Genkinger M, Laass H, Rosenbaum D. Proprioception with bicondylar sledge prostheses retaining cruciate ligaments. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 406: 148-154.
15. Ishii Y, Terajima K, Terashima S, Bechtold JE, Laskin RS. Comparison of joint position sense after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1997; 12: 541-545.
16. Weiler HT, Pap G, Awiszus F. The role of joint afferents in sensory processing in osteoarthritic knees. *Rheumatology* 2000; 39: 850-856.
17. Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Sensorimotor system measurement techniques. *J Athl Train* 2002; 37: 85-98.
18. Kim HS, Yun DH, Yoo SD i wsp. Balance control and knee osteoarthritis severity. *Ann Rehabil Med* 2011; 35: 701-709.
19. Rupp S, Wydra G. Anschulßheilbehandlung nach Knietotalendoprothesen-Implantation. *Der Orthopäde* 2012; 41: 126-135.
20. Swinkels A, Newman JH, Allain TJ. A prospective observational study of falling before and after knee replacement surgery. *Age and Ageing* 2009; 38: 175-181.
21. 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.
22. Collier MB, McAuley JP, Szuszczewicz ES, Engh GA. Proprioceptive deficits are comparable before unicondylar and total knee arthroplasties, but greater in the more symptomatic knee of the patient. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 423: 138-143.
23. Ribeiro F, Oliveira J. Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. *Arch Gerontol Geriatr* 2010; 51: 64-67.
24. Peixoto JG, Dias JMD, Dias RC, da Fonseca ST, Teixeira-Salmela LF. Relationships between measures of muscular performance, proprioceptive acuity, and aging in elderly women with knee osteoarthritis. *Arch Gerontol Geriatr* 2011; 53: e253-e257.
25. Koralewicz LM, Engh GA. Comparison of proprioception in arthritic and age-matched normal knees. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82-A: 1582-1588.
26. Fremerey RW, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M, Bosch U, Tcherne H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br* 2000; 82-B: 801-806.
27. 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.

**Liczba słów/Word count:** 7039

**Tabele/Tables:** 2

**Ryciny/Figures:** 1

**Piśmiennictwo/References:** 27

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Anna Slupik, e-mail: anna.slupik@wum.edu.pl

Zakład Rehabilitacji Oddz. Fizjoterapii II WL, Warszawski Uniwersytet Medyczny  
ul. Żwirki i Wigury 81, 02-091 Warszawa, Poland, tel./fax: (22) 57 20 920

Otrzymano / Received

18.03.2013 r.

Zaakceptowano / Accepted

23.06.2013 r.