

# Ocena chodu pacjenta leczonego obustronną aloplastyką stawów biodrowych. Studium przypadku

## Assessment of Gait after Bilateral Hip Replacement. Case Study

Sławomir Winiarski<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>, Krzysztof Aleksandrowicz<sup>2(A,C,D,E)</sup>,  
Sławomir Jarząb<sup>2(A,C,D,E)</sup>, Andrzej Pozowski<sup>2(A,D,E,G)</sup>,  
Alicja Rutkowska-Kucharska<sup>1(D,E,G)</sup>

<sup>1</sup> Katedra Biomechaniki, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław, Polska

<sup>2</sup> Katedra Fizjoterapii, Akademia Medyczna im. Piastów Śl., Wrocław, Polska

<sup>1</sup> Biomechanics Dep., University School of Physical Education, Wrocław, Poland

<sup>2</sup> Department of Physiotherapy, Wrocław Medical University, Wrocław, Poland

### STRESZCZENIE

Endoprotezoplastyka (THA) jest jedną z najskuteczniejszych metod leczenia zaawansowanej artrozy biodra (HOA). W wielu przypadkach, pomimo prawidłowo przeprowadzonego zabiegu operacyjnego, wciąż pozostają utrwalone patologiczne wzorce chodu, które zaburzają prawidłowe właściwości ściernie powierzchni sztucznego stawu. Celem badań była ocena funkcjonalna i biomechaniczna chodu osoby po obustronnej THA spowodowanej zaawansowanymi zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego, pod kątem wyróżnienia parametrów chodu, które istotnie odbiegają od wzorca chodu prawidłowego na różnych etapach leczenia.

Ocena fizjoterapeutyczna pacjentki obejmowała pomiar zakresu ruchu w stawach kończyn dolnych, test „Up-And-Go” oraz ocenę dolegliwości bólowych. W celu oceny biomechanicznej wykonano pomiar czasowo-przestrzennych parametrów chodu oraz dynamicznego zakresu ruchu metodą filmową przy użyciu przestrzennego systemu analizy ruchu BTS Smart-E.

Choć badania kliniczne, zarówno po pierwszym, jak i drugim zabiegu, wskazywały na przywrócenie sprawności pacjentki, to ocena biomechaniczna jej chodu po drugim zabiegu wskazywała na odchylenia od prawidłowego jego stereotypu. U pacjentki utrzymywały się patologiczne wskaźniki spowodowane ograniczonym zakresem ruchu: rotacji wewnętrznej/zewnętrznej, wyprostu oraz odwiedzenia w stawie biodrowym.

**Słowa kluczowe:** aloplastyka, staw biodrowy, zaburzenia chodu

### SUMMARY

Total hip arthroplasty (THA) is one of the most effective methods of treatment of severe hip osteoarthritis (HOA). In many cases pathological gait patterns persist despite properly conducted surgery and disturb the normal wear of the artificial joint surfaces. The aim of the study was to conduct functional and biomechanical assessment of gait in a patient after bilateral THA due to severe degenerative changes in the hip. The assessment focused on the gait parameters which significantly deviate from a normal gait pattern at various stages of treatment.

Physiotherapeutic assessment of the patient included measurements of the range of motion in lower limb joints, the Timed Up and Go test, and pain assessment. Biomechanical assessment involved measurements of spatiotemporal gait parameters and the dynamic range of motion using BTS Smart-E motion analysis system.

Although clinical examinations after both the first and second procedure suggested recovery of the patient's physical function, biomechanical assessment of her gait after the second procedure indicated the presence of deviations from a normal gait pattern. Secondary to a limited range of internal/external hip rotation, extension, and abduction, corresponding indices were still in the pathological range.

**Key words:** total hip replacement, hip joint, gait disorder

## WSTĘP

Zaawansowana artroza biodra (HOA) wymusza zmianę sposobu chodu pacjenta, a narastające nieprawidłowości chodu pogłębiają się i utrwalają. Jedną z najbardziej skutecznych metod kompleksowego leczenia HOA jest endoprotezoplastyka (THA). Prawidłowo przeprowadzony zabieg operacyjny powinien zlikwidować ból, ograniczenie ruchomości w stawach i nierówność kończyn dolnych [1,2]. Utrwalone patologiczne cechy chodu często pozostają, zwłaszcza, jeżeli schorzenie trwało wiele lat i dotyczyło osób po 60 roku życia. Jeżeli patologia chodu nie zostanie wyeliminowana, to zaburza prawidłowe właściwości ścierne powierzchni sztucznego stawu. Podczas ruchu w stawie, wypadkowa sił grawitacji i napięcia mięśni wywala na powierzchniach współpracujących siły tarcia, które powodują stopniowe zużywanie się mechaniczne powierzchni i zwiększenie ilości cząstek ściernych uwalnianych do jamy stawu [3, 4]. W efekcie prowadzi to do skrócenia czasu przeżywalności endoprotezy, a także do występowania patologii w sąsiednich segmentach łańcucha kinematycznego (w odcinku lędźwiowym kręgosłupa, stawie kolanowym i stawach kończyny przeciwnej). Madsen i wsp. w badaniu wpływu THA na mechanikę chodu zaobserwowali w okresie sześciu miesięcy po zabiegu zwiększoną asymetrię chodu [5]. Chód większości pacjentów po THA nie powrócił do normy. Queen i wsp. w podobnym eksperymencie analizowali zmiany w kinematyce ruchu i wykazali, że stride and step length, maksymalny peak hip extension oraz walking speed zwiększyły się po THA, przy czym sama interwencja chirurgiczna nie wpłynęła istotnie na mechanikę chodu [6]. Börjesson i wsp. stwierdzili nieprawidłowości w zakresie opadania miednicy po stronie kończyny przenoszonej (pelvic obliquity), izochronizm kroczenia i skrócenie czasu podparcia kończyny operowanej [7].

W rehabilitacji metoda oceny chodu pacjenta polega na subiektywnej ocenie wzrokowej lub ocenie funkcjonalnej. Chód jest procesem dynamicznym i złożonym, dlatego za pomocą obserwacji wzrokowej lub funkcjonalnej można go ocenić pobieżnie i mało precyzyjnie [8,9]. Dlatego też lekarz i fizjoterapeuta swoje obserwacje powinni wesprzeć metodami obiektywnymi. Jednym z dokładniejszych narzędzi obiektywnej oceny chodu jest biomechaniczna analiza chodu. Dodatkową jej zaletą jest kompleksowość pomiaru oraz możliwość śledzenia i archiwizacji postępów usprawniania pacjenta [10,11].

Celem badań była ocena funkcjonalna i biomechaniczna chodu pacjenta po obustronnej aloplastyce stawów biodrowych z powodu zaawansowanych zmian

## BACKGROUND

Severe hip osteoarthritis (HOA) forces patients to alter their gait patterns and thus the gait abnormalities progress and become fixed. One of the most effective methods of comprehensive HOA treatment is total hip arthroplasty (THA). Properly conducted surgery should eliminate the pain, limit mobility in the joints, and lower limb length discrepancy [1,2]. Fixed pathological gait characteristics often persist, especially when the patient has suffered HOA for many years and is over the age of 60. If the gait pathology is not eliminated, it disturbs normal wear characteristics of the artificial joint surfaces. During motion in the joint, the net force of the force of gravity and muscle tone creates friction forces on the interacting surfaces. The friction causes gradual mechanical wear of the surfaces and an increase in the amount of abrasive particles released into the articular cavity [3,4]. This results in decreased implant survival time and the development of pathology in neighbouring segments of the kinematic chain (lumbar spine, knee joint, and joints of the contralateral limb). In a study of the influence of THA on gait mechanics, Madsen et al. found increased gait asymmetry in the THA group within six months after the procedure [5]. The gait of most THA patients did not become normal. In a similar study, Queen et. al analysed changes in motion kinematics and showed that the stride and step length, peak hip extension, and walking speed increased after THA while the surgery did not have a significant influence on gait mechanics [6]. Börjesson et. al found abnormalities in pelvic obliquity on the side of the limb in swing, gait isochronism, and shortening of the stance time of the operated limb [7].

Gait assessment in rehabilitation often consists in subjective visual assessment or functional assessment. Gait is a dynamic and complex process; consequently, visual or functional assessment permits only a superficial and rather imprecise evaluation [8,9]. Physicians and physiotherapists should thus complement their observation with objective methods. Biomechanical gait analysis is one of the most precise tools of objective gait assessment. Additional advantages of this method include comprehensive measurements and the possibility of monitoring and recording rehabilitation progress [10,11].

The aim of the study was to conduct a functional and biomechanical assessment of gait in a patient after bilateral hip replacement due to severe degenerative changes in the hip. The monitoring of kinetic and kinematic parameters of the patient's gait from the beginning to completion of rehabilitation after

zwyrodnieniowych stawu biodrowego. Możliwość śledzenia kinetycznych i kinematycznych parametrów chodu pacjentki podczas pełnego procesu usprawniania po THA stawu prawego, a następnie lewego, pozwoli wskazać te parametry chodu pacjentki, które istotnie różnicują jej chód na tle stereotypu chodu prawidłowego (normal gait pattern). Innowacyjność pracy polega na zastosowaniu nowego, kompleksowego podejścia do diagnostyki i monitorowania postępów rehabilitacji uwzględniającego, obok oceny funkcjonalnej, obiektywną ocenę biomechaniczną, dostosowaną indywidualnie do pacjenta.

## MATERIAŁ I METODY

### Charakterystyka pacjenta

Osoba badana była kobietą w wieku 48 lat w chwili rozpoczęcia badania, o masie 100-108 kg i 1,65 m wysokości ciała, u której stwierdzono obustronne zmiany zwyrodnieniowe stawów biodrowych w przebiegu martwicy aseptycznej głów kości udowych. Zmiany zwyrodnieniowe stawów u chorej postępowały szybko. Dwa lata przed pierwszą operacją chora odczuwała niewielkie dolegliwości bólowe oraz nieznaczne ograniczenie dystansu chodu bez bólu. Na obrazie rentgenowskim nie było zmian zwyrodnieniowych, a u pacjentki stwierdzono jedynie małe ograniczenie ruchomości stawów biodrowych. Przed leczeniem operacyjnym prawego stawu biodrowego występowały u pacjentki bóle okolicy pachwiny promieniujące w kierunku stawu kolanowego. Bóle te wymagały stosowania przez nią silnych leków przeciwbólowych. W chwili przyjęcia do szpitala chora poruszała się z pomocą 2 kul łokciowych.

Na zdjęciu rentgenowskim miednicy w projekcji przednio-tylnej wykonanym w chwili przyjęcia do szpitala stwierdzono masywne zmiany zwyrodnieniowe obu stawów biodrowych, z masywną sklerotyzacją podchrzęstną obu panewek stawowych i zatarciem szpar stawowych, a także niewielkie osteofity na obu biegunach stawu. Stwierdzono również znaczną sklerotyzację obu głów kości udowych, ze znacznym rozpadem ich powierzchni obciążanych.

Aloplastykę całkowitą bezcementową prawego stawu biodrowego wykonano w ułożeniu na boku z dostępu tylnobocznego w sposób typowy. Aloplastykę analogicznym typem endoprotezy wykonano po stronie lewej w 6 miesięcy po pierwszej operacji. Badanie chodu przeprowadzono w następujących terminach: badanie 1. – 1-2 dni przed zabiegiem operacyjnym stawu prawego, badanie 2. – 6 tygodni po zabiegu, badanie 3. – 3 miesiące po, badanie 4. – 6 miesięcy po, badanie 5. – 6 tygodni po zabiegu stawu le-

a THA of the right and then the left hip joint will allow the identification of those gait parameters which account for significant differences between her gait and a normal gait pattern. The innovative character of the study consists in the novel, comprehensive approach to diagnostic work-up and monitoring of rehabilitation progress, including not only functional, but also objective biomechanical assessment, tailored to the individual patient.

## MATERIAL AND METHODS

### Patient description

The patient was a female who was 48 years old at the start of the study. She had a body weight of 100-108 kg and a height of 1.65 m and had been diagnosed with degenerative changes in both hips in the course of avascular necrosis of the femoral heads. The degenerative changes in the patient's joints progressed rapidly. Two years before the first surgery, the patient experienced mild pain and slight limitation of pain-free gait distance. An X-ray revealed no degenerative changes and hip joint mobility was only slightly limited. Before the right hip surgery, the patient complained of pain in the inguinal area radiating to the knee which could only be controlled with potent analgesics. On admission to the hospital, the patient walked with the support of 2 elbow crutches.

An A-P radiograph of the pelvis on admission to hospital revealed massive degenerative changes in both hips with massive subchondral sclerosis of both acetabula and disappearance of intra-articular spaces as well as the presence of small osteophytes on both poles of the joint. Significant sclerosis was also found in both femoral heads, whose weight-bearing surfaces were largely disintegrated.

A cementless total arthroplasty of the right hip was performed conventionally in the lateral decubitus position via a posterolateral approach to the hip. Six months after the first surgery, another arthroplasty with a similar endoprosthesis was performed in the left hip. Gait examination was carried out at the following time points: Examination 1: 1-2 days before the right hip surgery, Examination 2: 6 weeks after the surgery, Examination 3: 3 months after the surgery, Examination 4: 6 months after the surgery, Examination 5: 6 weeks after the left hip surgery, Examination 6: 3 months after the left hip surgery (and 12 months after the right hip surgery), Examination 7: 6 months after the left hip surgery and Examination 8:

wego, badanie 6. – 3 miesiące po zabiegu stawu lewego (i 12 miesięcy po zabiegu na stawie prawym), badanie 7. – 6 miesięcy po i badanie 8. – 12 miesięcy po zabiegu stawu lewego. Badania otrzymały pozytywną opinię odpowiedniej komisji bioetycznej.

W okresie hospitalizacji, jak i w późniejszym okresie obejmującym pobyt pacjenta w domu, stosowano standardowy program rehabilitacji.

### **Opis oceny fizjoterapeutycznej**

Ocena fizjoterapeutyczna pacjentki obejmowała badanie przedmiotowe kończyn dolnych. Badanie obejmowało: długość względną, bezwzględną i absolutną kończyn dolnych, długość względną i bezwzględną uda i podudzia, obwody kończyn dolnych, długość i szerokość stopy w pozycji leżącej oraz zakresy ruchu w stawach biodrowych, kolanowych i skokowo-goleniowych. Time Up and Go test (TUG) wykonano w wersji zmodyfikowanej trzykrotnie, na dystansie 3 metrów [12,13]. Ocenę dolegliwości bólowych przeprowadzono z zastosowaniem zmodyfikowanej skali numerycznej [14,15].

### **Opis oceny biomechanicznej chodu**

Pomiar parametrów kinematycznych i kinetycznych chodu odbywał się metodą filmową przy użyciu systemu analizy ruchu BTS Smart-E [16]. W skład systemu wchodziło 6 kamer cyfrowych pracujących w zakresie podczerwieni (1,1  $\mu\text{m}$ ) z częstotliwością 125Hz, dwie kamery pracujące w zakresie widzialnym i z częstotliwością 20Hz. Na ciele osoby badanej rozmieszczono 22 fotorefleksyjne znaczniki filmowania według procedury dla zmodyfikowanego modelu Helen Hayes–Davisa.

Osoba badana miała za zadanie przejść z prędkością preferowaną (self selected speed) odcinek ok. 6 metrów, co pozwoliło na zarejestrowanie 3 pełnych cykli chodu. Rejestrowano 4 powtórzenia zadania ruchowego. Na podstawie otrzymanych, trójwymiarowych przebiegów czasowych wyznaczono parametry kinematyczne charakteryzujące cykl i fazy chodu: średnia długość kroku podwójnego (mean stride length) [m], średnia szerokość kroczenia (mean step width) [m], średni czas trwania cyklu (mean cycle time) [s], średnia częstość kroczenia (mean cadence) [kroki/s], średnia prędkość (mean velocity) [m/s], średnia długość kroku pojedynczego (mean step length) prawego i lewego [m], średni czas trwania podporu (mean stance time) w [s] i [%], średni czas trwania podparcia podwójnego (mean double stance time) w [s] i [%], dynamiczny zakres ruchu miednicy i w stawie biodrowym w trzech płaszczyznach (dynamical range of motion of pelvis and hip joint) [17].

12 months after the left hip surgery. The study was approved by the local bioethics committee.

Standard rehabilitation was used during the hospital stay and later, when the patient stayed at home.

### **Description of physiotherapeutic assessment**

Physiotherapeutic assessment of the patient included a physical examination of the lower limbs. The examination concerned the following: relative, absolute and anatomical length of the lower limbs, relative and absolute length of the thigh and shin, lower limb circumferences, length and width of the foot in the recumbent position and ranges of hip, knee, and ankle motion. The modified Timed Up and Go test (TUG) was conducted three times over a distance of 3 metres [12,13]. Pain intensity was rated with a modified numerical rating scale [14,15].

### **Description of biomechanical gait assessment**

Kinematic and kinetic gait parameters were measured by analysis of video recordings with the BTS Smart-E system [16]. The system consisted of 6 infrared digital cameras (1.1  $\mu\text{m}$ ) at a frequency of 125 Hz and two cameras operating in visible light at a frequency of 20 Hz. A total of 22 photoreflexive film markers were placed on the patient's body, in accordance with the procedure for the modified Hayes-Davis model.

The patient was asked to walk a distance of 6 metres at self-selected speed, which allowed for recording 3 complete gait cycles. The motion task was repeated and recorded 4 times. The three-dimensional time sequences obtained constituted a basis for determining the following kinematic parameters describing the gait cycle and its phases: mean stride length [m], mean step width [m], mean cycle time [s], mean cadence [steps/s], mean velocity [m/s], mean right and left step length [m], mean stance time [s and %], mean double stance time [s and %], and the dynamic range of motion of the pelvis and hip joint in three planes [17].

The recording and calculations were supported by specialist BTS software for motion analysis. The patient signed written consent, voluntarily agreeing to participate in the study and allowing for publication of the results, including the patient's X-rays. The examinations were conducted in a certified biomechanics laboratory. The study was approved by the bioethics committee (opinion No. KB-12/2011).

Rejestracja i obliczenia wspomagane były specjalistycznym oprogramowaniem do analizy ruchu BTS. Uzyskano pisemną zgodę osoby badanej na jej dobrowolny udział w badaniach oraz opublikowanie jej wyników, w tym zdjęć radiologicznych. Badania wykonano w certyfikowanej pracowni biomechanicznej. Badanie zdobyło pozytywną opinię komisji biometrycznej Nr KB-12/2011.

## WYNIKI

### Ocena fizjoterapeutyczna

Przed operacją prawego stawu biodrowego zanotowano asymetrię (1 cm) w długości względnej kończyn dolnych. Różnica pogłębiła się po pierwszym zabiegu aloplastyki do wartości 2 cm i utrzymywała się do kolejnego zabiegu operacyjnego, po którym długość obu kończyn dolnych wyrównała się. W wyniku przeprowadzonej oceny napięcia bólu, przy wykorzystaniu zmodyfikowanej skali numerycznej (Tabela 1), stwierdzono bezpośrednio po zabiegu zniesienie dolegliwości bólowych do wartości zerowej. Niskie wartości intensywności bólu utrzymywały się po stronie operowanej do końca badań, co stanowi satysfakcjonujący wynik. Odciążanie stawu biodrowego strony operowanej mogło przyczynić się do pogłębienia zmian zwyrodnieniowych i nasilenia dolegliwości bólowych stawu strony przeciwnej, co zaobserwowano w badaniach nr 2-4. Po kolejnym zabiegu aloplastyki (badania 5-8) ból obydwu operowanych stawów pozostał na niezmiennie niskim (0-1) poziomie.

W wyniku przeprowadzonej oceny pacjentki testem funkcjonalnym Time Up-And-Go (TUG) (Tabela 1) stwierdzono istotne skrócenie czasu przejścia zadanego dystansu już 6 tygodni po pierwszym zabiegu endoprotezoplastyki o ponad 50% w stosunku do wartości przed operacją. Kolejne badanie przeprowadzone 3 miesiące od zabiegu potwierdziło utrzymywanie się sprawności funkcjonalnej pacjentki. Wynik badania po kolejnych 3 miesiącach wskazuje na spadek sprawności lokomocyjnej. Wynik testu TUG osiągnięty w badaniu nr 5 (po drugiej endoprotezoplastyce) jest zbliżony do wyniku osiągniętego w analogicznym badaniu nr 2 (po pierwszej endoprotezoplastyce). W trzech kolejnych badaniach wyniki utrzymywały się na stałym poziomie.

Badanie zakresu ruchu w stawach kończyny dolnej (Tabela 1) wykazało istotne ograniczenia w ruchu prostowania oraz brak rotacji zewnętrznej i wewnętrznej w stawie biodrowym. Ograniczenia te zostały zniesione po pierwszym zabiegu aloplastyki i utrzymywały się do końca badań, osiągając wartość normy

## RESULTS

### Physiotherapeutic assessment

Before the right hip surgery, an asymmetry of 1 cm was found in the relative length of the lower limbs. The difference increased after the first arthroplasty, reaching 2 cm, and remained at this level until the next surgery, after which the lengths of both limbs were equal. Pain intensity assessment, based on a modified numerical rating scale (Table 1), revealed that pain was eliminated (to 0) immediately after surgery. Low-level pain remained on the operated side until the end of the study, which is a satisfactory result. Reducing load on the joint on the operated side might have contributed to an increase in degeneration and pain in the contralateral joint, which was noted in Examinations 2-4. After another arthroplasty (Examinations 5-8), pain in both operated joints remained at a steady low level (0-1).

The functional Timed Up and Go test (TUG) (Table 1) revealed significant shortening of the time needed to walk the test distance as early as 6 weeks after the first arthroplasty by over 50% vs. the time before surgery. The next examination, conducted 3 months after the surgery, confirmed that the functional abilities of the patient remained at the same level. The results of an examination carried out after another 3 months suggest decreased locomotor abilities. The TUG test score at Examination 5 (after the second arthroplasty) is similar to that obtained in Examination 2 (after the first arthroplasty). Results of the three subsequent examinations remained at a steady level.

An examination of the range of motion in the lower limb joints (Table 1) revealed significant limitations in extension and no exterior and interior rotation in the hip. These limitations were eliminated after the first arthroplasty and the ranges of motion remained normal for the appropriate age group until the end of the study. Results for abduction, adduction, and flexion in the hip before the surgeries were not normal for the age group. Arthroplasties performed after Examinations 1 and 4 visibly contributed to the restoration of a range of motion in the joint which was close to normal in the right and later also the left limb.

Tab. 1. Wyniki oceny intensywności bólu, czasu testu TUG oraz pomiaru zakresu ruchu w stawie biodrowym prawym (P) i lewym (L) po rozbiściu na składowe ruchy

Tab. 1. Results of the assessment of pain intensity, TUG test score and range of motion in the right (R) and left (L) hip joint (three components of motion)

	Bad.1	Bad.2	Bad.3	Bad.4	Bad.5	Bad.6	Bad.7	Bad.8	Norm
Intensywność bólu [/] Pain intensity [/]	9	0	2	1	1	0	0	1	0
Czas testu TUG [s] TUG test score [s]	29,0	14,0	14,0	21,0	13,5	11,3	11,0	11,0	n/a
Wyprost w st. biodrowym P [deg] R hip extension [deg]	0	n/a	10	10	n/a	15	15	15	10
Wyprost w st. biodrowym L [deg] L hip extension [deg]	10	n/a	10	10	n/a	10	15	15	10
Zgięcie w st. biodrowym P [deg] R hip flexion [deg]	40	n/a	60	60	n/a	65	65	50	110
Zgięcie w st. biodrowym L [deg] L hip flexion [deg]	65	n/a	50	50	n/a	70	75	70	110
Odwiedzenie w st. biodrowym P [deg] R hip abduction [deg]	5	n/a	20	30	n/a	30	30	40	35
Odwiedzenie w st. biodrowym L [deg] L hip abduction [deg]	15	n/a	15	15	n/a	30	30	40	35
Przywiedzenie w st. biodrow. P [deg] R hip adduction [deg]	10	n/a	20	20	n/a	15	25	20	30
Przywiedzenie w st. biodrow. L [deg] L hip adduction [deg]	10	n/a	10	15	n/a	25	25	20	30
Rotacja zewn. w st. biodrow. P [deg] R hip external rotation [deg]	0	n/a	20	20	n/a	20	20	20	30
Rotacja zewn. w st. biodrow. L [deg] L hip external rotation [deg]	10	n/a	10	0	n/a	10	20	20	30
Rotacja wewn. w st. biodrow. P [deg] R hip internal rotation [deg]	0	n/a	20	20	n/a	20	20	20	30
Rotacja wewn. w st. biodrow. L [deg] L hip internal rotation [deg]	10	n/a	10	0	n/a	10	20	20	30

n/a – brak danych (not available)

Bad. = Examination

dla danej grupy wiekowej. Wartości pomiaru zakresu ruchu odwodzenia, przywodzenia i zgięcia w stawie biodrowym przed zabiegami odbiegały od norm przyjętych dla danej grupy wiekowej. Zabiegi aloplastyki wykonane po badaniach nr 1 i 4 wyraźnie wpłynęły na przywrócenie zbliżonych do normatywnych wartości zakresu ruchu w tym stawie, zarówno dla kończyny prawej, jak i w późniejszym etapie dla kończyny lewej.

#### Parametry kinematyczne i kinetyczne chodu

W Tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy parametrów kinematycznych chodu pacjentki w poszczególnych badaniach i na tle wzorca chodu.

Szerokość kroczenia (step width) zwiększyła się istotnie po operacji stawu biodrowego lewego, po operacji stawu biodrowego prawego nastąpiła stabilizacja tego parametru. Sześć miesięcy po drugiej operacji (i rok po pierwszej) szerokość kroczenia wciąż odbiegała od wartości referencyjnych. Prędkość średnia (mean velocity) przed zabiegiem była

#### Kinematic and kinetic gait parameters

Table 2 presents the results of an analysis of kinematic gait parameters in each examination and in comparison with a normal gait pattern.

Step width increased significantly after the left hip surgery and stabilised after the right hip surgery. Six months after the second surgery (i.e. one year after the first), the step width was still outside the reference range. Mean velocity before surgery was nearly two times lower than the velocity measured at Examinations 2 and 3. After the right hip surgery,

Tab. 2. Wyniki pomiaru kinematycznych parametrów chodu osoby badanej w poszczególnych badaniach w odniesieniu do wyników grupy kontrolnej (Norm)

Tab. 2. Kinematic gait parameters during consecutive examinations (bad.1-bad.8) [Exam 1 – Exam 8] compared to the healthy control group (Norm)

	<b>Bad.1</b>	<b>Bad.2</b>	<b>Bad.3</b>	<b>Bad.4</b>	<b>Bad.5</b>	<b>Bad.6</b>	<b>Bad.7</b>	<b>Bad.8</b>	<b>Norm</b>
Prędkość średn. [m/s]	0.27 ± 0.03	0.51 ± 0.02	0.50 ± 0.13	0.42 ± 0.06	0.72 ± 0.02	0.91 ± 0.01	0.85 ± 0.02	0.81 ± 0.05	1.25 ± 0.17
Mean velocity [m/s]	0.27 ± 0.03	0.51 ± 0.02	0.50 ± 0.13	0.42 ± 0.06	0.72 ± 0.02	0.91 ± 0.01	0.85 ± 0.02	0.81 ± 0.05	1.25 ± 0.17
Krok podwójny [m]	0.59 ± 0.04	0.85 ± 0.03	0.87 ± 0.04	0.74 ± 0.05	1.02 ± 0.03	1.08 ± 0.02	1.07 ± 0.02	1.07 ± 0.04	1.34 ± 0.08
Stride length [m]	0.59 ± 0.04	0.85 ± 0.03	0.87 ± 0.04	0.74 ± 0.05	1.02 ± 0.03	1.08 ± 0.02	1.07 ± 0.02	1.07 ± 0.04	1.34 ± 0.08
Szerokość krocz. [m]	0.20 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.19 ± 0.00	0.17 ± 0.01
Step width [m]	0.20 ± 0.01	0.22 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.01	0.19 ± 0.00	0.17 ± 0.01
Czas cyklu chodu [s]	2.17 ± 0.17	1.65 ± 0.08	1.74 ± 0.08	1.77 ± 0.12	1.40 ± 0.05	1.19 ± 0.03	1.25 ± 0.03	1.32 ± 0.03	1.07 ± 0.11
Cycle time [s]	2.17 ± 0.17	1.65 ± 0.08	1.74 ± 0.08	1.77 ± 0.12	1.40 ± 0.05	1.19 ± 0.03	1.25 ± 0.03	1.32 ± 0.03	1.07 ± 0.11
Częstość [kroki/s]	0.96 ± 0.06	1.25 ± 0.03	1.5 ± 0.04	1.2 ± 0.06	1.4 ± 0.04	1.7 ± 0.02	1.6 ± 0.02	1.7 ± 0.02	1.9 ± 0.21
Cadence [steps/s]	0.96 ± 0.06	1.25 ± 0.03	1.5 ± 0.04	1.2 ± 0.06	1.4 ± 0.04	1.7 ± 0.02	1.6 ± 0.02	1.7 ± 0.02	1.9 ± 0.21
Krok pojedynczy L [m]	0.25 ± 0.04	0.38 ± 0.02	0.34 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.46 ± 0.02	0.48 ± 0.02	0.49 ± 0.02	0.50 ± 0.02	0.61 ± 0.04
Step length (L) [m]	0.25 ± 0.04	0.38 ± 0.02	0.34 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.46 ± 0.02	0.48 ± 0.02	0.49 ± 0.02	0.50 ± 0.02	0.61 ± 0.04
Krok pojedynczy P [m]	0.28 ± 0.02	0.40 ± 0.02	0.41 ± 0.03	0.38 ± 0.03	0.44 ± 0.02	0.49 ± 0.01	0.48 ± 0.01	0.47 ± 0.02	0.61 ± 0.04
Step length (R) [m]	0.28 ± 0.02	0.40 ± 0.02	0.41 ± 0.03	0.38 ± 0.03	0.44 ± 0.02	0.49 ± 0.01	0.48 ± 0.01	0.47 ± 0.02	0.61 ± 0.04
Czas podparcia L [s]	1.76 ± 0.13	1.17 ± 0.06	0.98 ± 0.08	1.25 ± 0.10	0.96 ± 0.05	0.80 ± 0.03	0.79 ± 0.02	0.73 ± 0.02	0.67 ± 0.08
Stance time (L) [s]	1.76 ± 0.13	1.17 ± 0.06	0.98 ± 0.08	1.25 ± 0.10	0.96 ± 0.05	0.80 ± 0.03	0.79 ± 0.02	0.73 ± 0.02	0.67 ± 0.08
Czas podparcia P [s]	1.69 ± 0.15	1.18 ± 0.07	1.02 ± 0.06	1.37 ± 0.12	0.96 ± 0.05	0.79 ± 0.03	0.79 ± 0.02	0.74 ± 0.02	0.66 ± 0.09
Stance time (R) [s]	1.69 ± 0.15	1.18 ± 0.07	1.02 ± 0.06	1.37 ± 0.12	0.96 ± 0.05	0.79 ± 0.03	0.79 ± 0.02	0.74 ± 0.02	0.66 ± 0.09
Czas podparcia L [%]	84.5 ± 2.7	72.2 ± 1.5	71.5 ± 1.5	74.3 ± 1.9	68.9 ± 1.2	67.6 ± 1.2	64.5 ± 1.0	62.5 ± 1.1	62.8 ± 2.2
Stance time (L) [%]	84.5 ± 2.7	72.2 ± 1.5	71.5 ± 1.5	74.3 ± 1.9	68.9 ± 1.2	67.6 ± 1.2	64.5 ± 1.0	62.5 ± 1.1	62.8 ± 2.2
Czas podparcia P [%]	80.2 ± 1.1	74.1 ± 0.5	73.9 ± 0.9	80.8 ± 1.2	69.3 ± 1.1	66.9 ± 0.5	64.5 ± 0.6	63.1 ± 0.5	62.2 ± 2.7
Stance time (R) [%]	80.2 ± 1.1	74.1 ± 0.5	73.9 ± 0.9	80.8 ± 1.2	69.3 ± 1.1	66.9 ± 0.5	64.5 ± 0.6	63.1 ± 0.5	62.2 ± 2.7
Czas podw. podp. L [s]	0.70 ± 0.08	0.41 ± 0.04	0.36 ± 0.05	0.54 ± 0.07	0.27 ± 0.02	0.21 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.13 ± 0.03
DbI stance time (L) [s]	0.70 ± 0.08	0.41 ± 0.04	0.36 ± 0.05	0.54 ± 0.07	0.27 ± 0.02	0.21 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.13 ± 0.03
Czas podw. podp. P [s]	0.65 ± 0.07	0.32 ± 0.03	0.27 ± 0.04	0.38 ± 0.06	0.26 ± 0.03	0.20 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.04
DbI stance time (R) [s]	0.65 ± 0.07	0.32 ± 0.03	0.27 ± 0.04	0.38 ± 0.06	0.26 ± 0.03	0.20 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.15 ± 0.02	0.14 ± 0.04
Czas podw. podp. L [%]	33.8 ± 2.6	25.3 ± 0.4	25.9 ± 1.8	32.2 ± 1.6	19.6 ± 0.9	18.1 ± 0.6	16.2 ± 0.8	12.0 ± 0.9	12.3 ± 2.2
DbI stance time (L) [%]	33.8 ± 2.6	25.3 ± 0.4	25.9 ± 1.8	32.2 ± 1.6	19.6 ± 0.9	18.1 ± 0.6	16.2 ± 0.8	12.0 ± 0.9	12.3 ± 2.2
Czas podw. podp. P [%]	30.2 ± 1.5	20.4 ± 1.0	19.3 ± 1.4	22.4 ± 1.9	18.8 ± 0.9	16.8 ± 0.9	13.2 ± 0.3	13.0 ± 1.5	12.6 ± 3.1
DbI stance time (R) [%]	30.2 ± 1.5	20.4 ± 1.0	19.3 ± 1.4	22.4 ± 1.9	18.8 ± 0.9	16.8 ± 0.9	13.2 ± 0.3	13.0 ± 1.5	12.6 ± 3.1

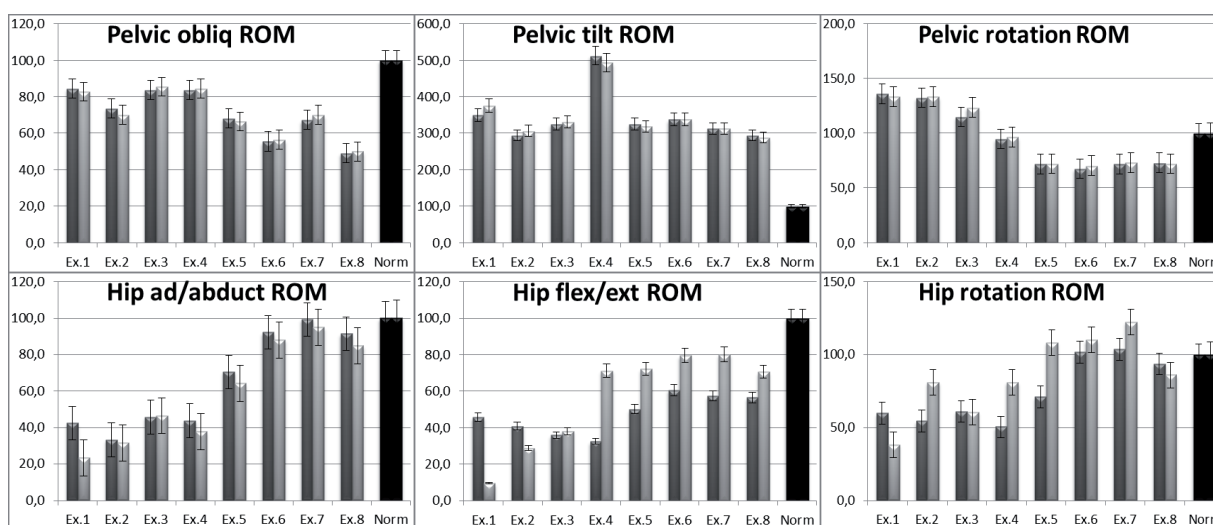
prawie 2-krotnie mniejsza od prędkości w badaniu 2 i 3. Po operacji prawego stawu biodrowego zauważono wyraźny przyrost prędkości, ale wciąż prędkość średnia była istotnie mniejsza od grupy referencyjnej. Częstotliwość kroczenia (gait cadence) zwiększyła się znacząco po pierwszej operacji i rosła stopniowo w trakcie procesu fizjoterapii. Również i ten parametr w badaniu 6 był istotnie mniejszy w porównaniu do grupy kontrolnej. Wyniki analizy kinematycznej chodu w kolejnych badaniach wykazały istotny wzrost długości kroku pojedynczego i podwójnego (step and stride lengths), zwłaszcza w 6 tyg. po operacji. Stwierdzono również stopniowe skracanie się udziału czasu podparcia (stance time) w czasie całego cyklu. Również i te parametry odbiegały istotnie od wartości dla grupy osób zdrowych. Wartość podwójnego podparcia (double stance time) jest ściśle związana z prędkością chodu i malała ze wzrostem prędkości w poszczególnych badaniach.

Na Rycinie 1 zaprezentowano wyniki pomiaru zakresu ruchu (ROM) miednicy oraz stawu biodrowego w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i poprzecznej dla kończyny lewej i prawej podczas chodu. Zauważono duże różnice w wartościach ROM pomiędzy badaniem ostatnim a wynikiem dla osób zdrowych dla ruchu miednicy w trzech płaszczyznach oraz dla stawu biodrowego w płaszczyźnie strzałkowej, które świadczą o utrzymującej się patologii ruchu. Jedynie ruch przywodzenia-odwodzenia oraz rotacji stawu biodrowego nie odbiegał istotnie od

velocity was visibly increased, but mean velocity was still significantly lower than that of the reference group. Gait cadence increased significantly after the first surgery and gradually improved during physiotherapy. At Examination 6, this parameter was also significantly lower than the control group result. Kinematic gait analysis results at consecutive examinations revealed a significant increase in step and stride lengths, especially at 6 weeks after the surgery. Gradual shortening of stance time as compared to the whole cycle was also noted. These parameters also significantly differed from the results obtained in the group of healthy persons. Double stance time is closely related to gait velocity and decreased in line with increasing gait velocity at consecutive examinations.

Figure 1 presents the results of range of motion (ROM) measurements at the pelvis and hip in the frontal, sagittal, and transverse plane for the left and right limb during gait. We found considerable differences in ROM values between the last examination and the result for healthy persons with respect to all three planes at the pelvis and the sagittal plane at the hip, which indicates a persistent movement pathology. Only hip adduction-abduction and rotation were not significantly different from the reference ranges. The largest increase in the range of motion was found in the sagittal plane of the pelvis and hip.

The range of pelvic obliquity was normal until Examination 4, after which the ROM slowly decreased to reach a value approx. 55% lower than the control



Ryc. 1. Dynamiczny zakres ruchu dla miednicy (u góry) w płaszczyźnie czołowej (pelvic obliquity), strzałkowej (pelvic tilt) i poprzecznej (pelvic rotation) oraz w stawie biodrowym (na dole) przywodzenie/odwodzenie (hip adduction/abduction), zginanie/prostowanie (hip flexion/extension) i rotacji (hip rotation) dla strony lewej (ciemny) i prawej (jasny) znormalizowany względem grupy kontrolnej (czarny) i wyrażony w procentach

Fig. 1. Dynamic range of motion of pelvis (above) for frontal (pelvic obliquity), sagittal (pelvic tilt) and transverse plane (pelvic rotation) and for the hip joint (below) in three planes of movement for the left (dark grey) and right (light grey) lower limbs during the examination period normalized to the control group (Norm) and expressed in percentages



wartości normatywnych. Największy przyrost zakresu ruchu zaobserwowano w płaszczyźnie strzałkowej miednicy i stawu biodrowego.

Ruchy miednicy w płaszczyźnie czołowej (pelvic obliquity) charakteryzowały się prawidłowym zakresem aż do badania 4, po którym nastąpiło powolne zmniejszanie się ROM, aby w badaniu końcowym uzyskać wartość o ok. 55% mniejszą od wartości dla grupy kontrolnej. W płaszczyźnie strzałkowej, przez cały okres badawczy, osoba badana wykazywała nadmierny zakres ruchu (increased pelvic tilt), nawet ok. 4,5 razy większy od wartości normatywnej w badaniu 4 (przed operacją lewego st. biodrowego). W płaszczyźnie poprzecznej zaobserwowano zmiany prowadzące do przywrócenia prawidłowego zakresu rotacji. Jednocześnie obserwuje się powolną, ale skuteczną poprawę ROM obu stawów biodrowych. We wszystkich trzech płaszczyznach ruchu obu stawów obserwuje się obniżony ROM w pierwszych 4 badaniach oraz zwiększanie ROM po drugiej operacji. Jedynie zakres ruchu w pł. strzałkowej nie powrócił do wartości normatywnej.

## DYSKUSJA

Każde funkcjonalne ograniczenie ruchów skutkuje zmianą zakresu ruchu i funkcji stawu biodrowego, a także sprzyja przeciążeniu powierzchni stawowych nieprzystosowanych do ruchu. W trakcie jednego z ruchów, kiedy inny jest patologiczny, obciążenia przenoszą się na niedostosowane do tego fragmenty powierzchni stawowej. Dlatego podczas rehabilitacji pacjentów dąży się do odtworzenia wszystkich stopni swobody ruchów w stawie biodrowym. Potwierdzeniem tych tez są wyniki badania przeprowadzonego u pacjentki rok po operacji drugiego stawu biodrowego. Na tle badań wykonanych wcześniej można dojść do wniosku, że prawie wszystkie badane parametry jej chodu (z wyjątkiem ruchów kończyny lewej w pł. poprzecznej) wskazują na przywrócenie prawidłowego wzorca ruchowego. Jednak porównanie z grupą kontrolną i szczegółowa analiza parametrów czasowo-przestrzennych i dynamicznych chodu wskazuje, że chód pacjentki różni się od prawidłowego stereotypu chodu ludzi zdrowych. Zaobserwowane zmiany kinematyki stawu kolanowego oraz skokowo-goleniowego są kompensacją zmian w stawie biodrowym i patologicznych ruchów miednicy. Utrzymujące się pooperacyjne ograniczenie ruchomości zmienia z kolei kierunek wypadkowej siły grawitacji i napięcia mięśniowego zwiększając tarcie w stawie biodrowym. W dalszej kolejności, zwiększone tarcie w stawie zwiększa ilość drobin polietylenu i jonów metali uwalnianych do jamy stawu. Generują one jesz-

group value in the final examination. The patient displayed increased pelvic tilt in the sagittal plane throughout the entire study period; in Examination 4 (before the left hip surgery) it was as much as 4.5 times larger than the normal value. Changes leading to the restoration of a normal range of rotation were noted in the transverse plane. At the same time, slow but effective ROM improvement could be seen in both hips. The first 4 examinations showed a decreased ROM in all three planes in both joints while after the second surgery ROM increased. Only the range of motion in the sagittal plane did not come back to normal.

## DISCUSSION

Every functional limitation of movement results in an altered range of motion and hip function and can contribute to overloading articular surfaces which are not adapted to movement. When a motion is pathological, loads during another motion are transferred to the parts of articular surfaces which are not adjusted to bearing such loads. That is why rehabilitation is aimed at restoring all degrees of freedom. These assumptions are confirmed by the results of the examination conducted in our patient one year after the second hip surgery. A comparison with the previous examination results may lead to a conclusion that almost all her gait parameters (except for left limb movements in the transverse plane) indicate restoration of a normal gait pattern. However, a comparison with the control group and a detailed analysis of spatiotemporal and dynamic gait parameters reveals that the patient's gait differs from the normal gait pattern of a healthy person. The observed changes in the knee and ankle kinematics compensate for the changes in the hip and pathological pelvis motion. The persistent post-operative ROM limitation changes, in turn, the direction of the net force of the force of gravity and muscle tone, thus increasing friction in the hip. Increased friction in the joint then increases the number of particles of polyethylene and metal ions released into the articular cavity. These generate even more intensive allergic responses, which often significantly limit implant survival [3,5,18].

cze intensywniejsze odczyny alergiczne, często znacznie skracając przeżywalność endoprotezy [3,5,18]. W sytuacji kiedy testy funkcjonalne stawu biodrowego mieszczą się w granicach normy, a mimo to chód jest nadal nieprawidłowy, przyczyn należy szukać w zmianach patologicznych w sąsiednich stawach. Mogą to być zmiany chorobowe w stawie kolanowym, skokowym czy odcinku lędźwiowym kręgosłupa. Wytworzone mechanizmy kompensacyjne chodu nie zostaną wyeliminowane bez usunięcia ich przyczyny [19].

Problem z przywróceniem prawidłowego stereotypu chodu u osób po THA dostrzega wielu autorów, jednak ich postępowanie usprawniające koncentruje się na wczesnym okresie pooperacyjnym i wybiórczo na operowanym stawie czy prawidłowym posługiwaniem się pomocami ortopedycznymi [1-6]. Wielu badaczy oceniało chód pacjentów po endoprotezoplastyce stawu biodrowego (THA), ale większość z nich w badaniach ignorowała mechanikę sąsiadujących stawów, a także skutki, jakie może mieć THA na kończynę nieoperowaną [20-22]. Beaulieu i wsp. wykazali, że w okresie około 10,5 miesięcy po zabiegu mechanika chodu pacjentów po THA nie wróciła do normy [23]. Pacjenci uzyskali niższe wartości w zakresach ruchu w płaszczyźnie strzałkowej, jak również niższe wartości w parametrach dynamicznych, które mogą wynikać z przejętej przed operacją strategii unikania bólu lub obaw związanych z posiadaniem protezy. Zarejestrowane, utrzymujące się patologiczne wzorce ruchowe mogą być przyczyną szybszego zużycia protezy lub wystąpienia innych schorzeń stawów. Tanaka i wsp. przeprowadzili analizę chodu u 43 kobiet w celu zbadania czynników wpływających na poprawę chodu u pacjentów, którzy przeszli THA [24]. W swojej pracy wykazali, że średnie wartości parametrów czasowo-przestrzennych (spatio-temporal parameters) pacjentów wykazały znaczną poprawę w ciągu 12 miesięcy po zabiegu, jednak nie osiągnęły wartości rejestrowanych u osób zdrowych. Stwierdzili przy tym, że czynnikami, które najbardziej wpływają na poprawę chodu po THA w czasie okresu obserwacji, były stadium choroby zwyrodnieniowej stawów i różnica w długości kończyn pacjentów.

W chodzie fizjologicznym minimalny niezbędny zakres ruchu w stawie biodrowym to 25° zgięcia, pełny wyprost, rotacja wewnętrzna i zewnętrzna po 5° oraz przywiedzenie i odwiedzenie po 5°. W poszczególnych fazach chodu w kończynie obciążanej, ruch boczny przemieszczenia miednicy w kierunku kończyny obciążonej oraz przywiedzenia i rotacji zewnętrznej jest przeciwstawny do ruchu boczny przemieszczenia miednicy znad kończyny przenoszonej oraz odwiedzenia i rotacji wewnętrznej. Sytuacja ta ulega znacznemu skomplikowaniu podczas

When the gait is abnormal despite the results of functional tests of the hip being within the normal range, causes are likely to be found in pathological changes in the neighbouring joints: the knee, the ankle or the lumbar spine. The gait compensation mechanisms will not be eliminated without eliminating their cause [19].

The difficulty of restoring a normal gait pattern in patients after THA has been noted by many authors, but their rehabilitation programs are focused on the early post-operative period and selectively on the operated joint or correct use of orthopaedic aids [1-6]. Many researchers have assessed gait after hip arthroplasty (THA), but the majority of them ignored in their studies the mechanics of the neighbouring joints as well as the influence that THA may have on the non-operated limb [20-22]. Beaulieu et al. showed that, at approx. 10.5 months after surgery, the gait mechanics of patients after THA was not normal [23]. The patients demonstrated a lower range of motion in the sagittal plane and lower values of dynamic parameters, which may have resulted from the pain avoidance strategy adopted before surgery or from fear associated with having a prosthesis. Recorded persistent pathological gait patterns may cause faster wear of the prosthesis or development of other joint disorders. Tanaka et al. conducted a gait analysis in 43 women in order to study the factors influencing gait improvement in patients after THA [24]. They showed that mean values of spatio-temporal parameters in their patients improved significantly during 12 months after the surgery, but did not reach values recorded in healthy persons. The authors also found that the degenerative disease stage and the difference in limb length had the largest influence on gait improvement after THA during the follow-up period.

In normal gait, the minimum necessary range of motion in the hip is flexion of 25°, full extension, internal and external rotation of 5°, and adduction and abduction of 5°. In individual gait phases in the weight-bearing limb, the lateral pelvic motion towards the weight-bearing limb and the motion of adduction and external rotation are opposite to the lateral pelvic motion away from the limb in swing as well as abduction and internal rotation. These relations become much more complicated during gait on an inclined or uneven surface or while climbing stairs. Familiarity with kinematic and dynamic gait indices is very important for the correct planning of rehabilitation both in the case of conservative and post-operative treatment. A logically planned physiotherapy sequence in rehabilitation based on functional tests optimises the time and treatment outcomes.

chodzenia po podłożu pochyłym, nierównym czy schodach. Znajomość kinematycznych i dynamicznych wyznaczników chodu ma istotne znaczenie dla prawidłowego programowania procesu usprawniania zarówno podczas leczenia zachowawczego, jak i pooperacyjnego. Logicznie zaplanowany na podstawie testów funkcjonalnych ciąg w postępowaniu fizjoterapeutycznym, optymalizuje czas i efekty lecznicze. Do pełnej analizy chodu uzupełniającej testy funkcjonalne, niezbędne wydaje się przeprowadzenie obiektywnej oceny chodu z użyciem systemu analizy ruchu oraz ocena stabilności postawy, która ma również wpływ na sposób przemieszczania się.

Standardowe badania, jakimi są diagnostyka obrazowa i badania kliniczne nie pozwalają na uzyskanie w pełni obiektywnych danych do analizy przyczyn istniejących dysfunkcji kończyn dolnych, w przebiegu zmian zwyrodnieniowych dużych stawów. W wielu przypadkach utrzymujące się po leczeniu operacyjnym przez lata patologie, nie są skutecznie eliminowane i skutkują obniżoną jakością życia [25]. Może to wynikać z niewystarczających obiektywnych danych co do stanu układu dynamicznego. Problem utrwalonego chodu patologicznego oraz powielanie nieprawidłowych wzorców jest podnoszony w licznych doniesieniach naukowych, a ich autorzy są zgodni, że ma to wpływ na przeżywalność endoprotez i przyczynia się do jej skrócenia. W efekcie zachodzi przedwcześnie konieczność wykonywania operacji rewizyjnych. Wyniki badań własnych, jak i sugestie innych autorów wskazują na konieczność wspierania się przez lekarzy i fizjoterapeutów biomechanicznymi metodami diagnozy sprawności układu ruchu.

## PODSUMOWANIE

W wyniku interwencji chirurgicznej u pacjenta po obustronnej THA, w badaniach ciągłych zaobserwowano zmiany prowadzące w kierunku przywrócenia prawidłowego stereotypu chodu. W badaniu rok po operacji drugiego stawu biodrowego zaobserwowano jednak odchylenia od prawidłowego stereotypu chodu. U pacjentki utrzymują się patologiczne wskaźniki i jest to spowodowane ograniczonym zakresem ruchu: rotacji wewnętrznej/zewnętrznej, wyprostu oraz odwiedzenia w stawie biodrowym, co znalazło potwierdzenie w badaniu fizykalnym. W pracy zastosowano kompleksowe podejścia do diagnostyki i monitorowania postępów rehabilitacji uwzględniające ocenę funkcjonalną oraz biomechaniczną, które były dostosowane indywidualnie do pacjenta. Przewodzona obserwacja była także długofalowa i uwzględniała ocenę mechaniki sąsiednich stawów. Praca wskazuje na konieczność wykorzystania obiektywnych

A full gait analysis complementing functional tests seems to require objective gait assessment with the use of a motion analysis system and an assessment of postural stability, which also influences the manner of ambulation.

Standard examinations, such as imaging studies and physical examination, do not produce fully objective data for analysing the causes of existing lower limb dysfunctions in the course of osteoarthritis in large joints. In many cases, persistent pathologies present for years after operative treatment are not effectively eliminated and result in decreased quality of life [25]. This may be caused by insufficient objective data concerning the state of the dynamic system. The problem of persistent pathological gait and repetitive abnormal patterns has been widely discussed in the literature and the authors agree that it adversely affects implant survival times, necessitating premature revision surgeries. The present results and suggestions of other authors indicate that it is necessary for physicians and physiotherapists to use biomechanical methods of functional assessment of the musculoskeletal system.

## SUMMARY

The surgical intervention in a patient after bilateral THA produced changes tending towards the restoration of a normal gait pattern, as shown by continuous follow-up. However, the gait pattern was still not normal at one year after the second hip surgery. The patient still demonstrates pathological indices, which is caused by a limited range of internal/external rotation, extension, and abduction at the hip, as was confirmed in a physical examination. The study incorporated a comprehensive approach to diagnostic work-up and monitoring of the progress of rehabilitation, taking into consideration functional and biomechanical assessment and tailored to the individual patient. The long-term follow-up also involved assessment of the mechanics of the neighbouring joints. The paper indicates that it is necessary for physiotherapists to use objective methods for assessing the progress of rehabilitation, as shown

metod oceny postępów rehabilitacji przez fizjoterapeutów podczas usprawniania pacjenta. Wskazują na to wyniki badania eksperymentalnego przedstawione w pracy. Biomechaniczne parametry przestrzenne, czasowe i kątowe (mierzące zakres ruchu) istotnie różnicują chód osoby po THA i mogą być przydatne w monitoringu procesu fizjoterapii.

by the study results. Spatial, temporal, and angular biomechanical parameters (measuring the range of motion) significantly differentiate the gait of a person after THA and can be useful in monitoring the physiotherapy.

## PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Wilk M, Frańczuk B. Evaluating changes in the range of movement in the hip joint in patients with degenerative changes, before and after total hip replacement (Ocena zmian zakresu ruchów w stawie biodrowym u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi przed i po artroplastyce przy użyciu endoprotezy totalnej). *Ortop Traumatol Rehabil* 2004; 3: 342-9.
2. Bozek M, Gaździk TS, Kotas-Strzoda J, Kaleta M, Szpunar J. Local experience with total hip replacement in dysplastic coxarthrosis (Protezooplastyka w koksartrozie dysplastycznej. Doświadczenia własne). *Ortop Traumatol Rehabil* 2005; 6: 626-32.
3. Park YS, Moon YW, Lim SJ, Yang JM, Ahn G, Choi YL. Early osteolysis following second-generation metal-on-metal hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87(7): 1515-21.
4. Willert HG, Buchhorn GH, Fayyazi A, et al. Metal-on-metal bearings and hypersensitivity in patients with artificial hip joints. A clinical and histomorphological study. *J Bone Joint Surg Am* 2005; 87(1): 28-36.
5. Madsen MS, Ritter MA, Morris HH, et al. The effect of total hip arthroplasty surgical approach on gait. *J Orthop Res* 2004; 22(1): 44-50.
6. Queen RM, Butler RJ, Watters TS, Kelley SS, Attarian DE, Bolognesi MP. The effect of total hip arthroplasty surgical approach on postoperative gait mechanics. *J Arthroplasty* 2011; 26(6 Suppl.): 66-71.
7. Börjesson M, Weidenhielm L, Mattsson E, Olsson E. Gait and clinical measurements in patients with knee osteoarthritis after surgery: a prospective 5-year follow-up study. 2005; 12: 121-127.
8. Winiarski S, Czamara A. Zastosowanie systemu analizy ruchu w ocenie chodu pacjentów w złożonych obrażeniach kończyn dolnych/Application of motion analysis system in assessing the gait of patients in complex lower limb injuries. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio D: Medicina*; 2006; 60(8); supl.16: 272-7.
9. Syczewska M, Skalski K, Pomianowski S, Szczerbik E. Functional outcome following the implantation of the modal/bipolar radial head endoprosthesis. Preliminary results. *Acta Bioeng Biomech* 2008; 10(2): 43-9.
10. Winiarski S, Czamara A. Evaluation of gait kinematics and symmetry during the first two stages of physiotherapy after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Bioeng Biomech* 2012; 14(2): 91-100.
11. Hahn ME, Wright ES, Segal AD, Orendurff MS, Ledoux WR, Sangeorzan BJ. Comparative gait analysis of ankle arthrodesis and arthroplasty: initial findings of a prospective study. *Foot Ankle Int* 2012; 33(4): 282-9.
12. Shumway-Cook, A., Brauer, S., and Woollacott, M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000; 80(9): 896-903.
13. Bohannon RW. Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther*. 2006; 29(2): 64-8.
14. Pogliacomini F, De Filippo M, Paraskevopoulos A, Alesci M, Marengi P, Ceccarelli F. Mini-incision direct lateral approach versus anterior mini-invasive approach in total hip replacement: results 1 year after surgery. *Acta Biomed*. 2012; 83(2): 114-21.
15. Della Valle CJ, Dittle E, Moric M, Sporer SM, Buvanendran A. A prospective randomized trial of mini-incision posterior and two-incision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468(12): 3348-54.
16. Pietraszewski B, Winiarski S, Jaroszczyk S. Three-dimensional human gait pattern-reference data for normal men. *Acta Bioeng Biomech* 2012; 14(3): 9-16.
17. Winiarski S, Rutkowska-Kucharska A. Estimated ground reaction force in normal and pathological gait. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 2009; 11(1): 53-60.
18. Lohmann C.H. Can Metal-Metal Total Hip Arthroplasty induce Hypersensitivity reactions?, *Ceramics in Orthopaedics, Bioceramics and Alternatiye Bearings in Joint Arthroplasty* 2005; Session I: 33-37.
19. Nadeau S, Gravel D, Hébert LJ, Arseneault AB, Lepage Y. Gait study of patients with patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture* 1996; 5(1): 21-7.
20. Foucher KC, Hurwitz DE, Wimmer MA. Preoperative gait adaptations persist one year after surgery in clinically well-functioning total hip replacement patients. *J Biomech* 2007; 40(15): 3432-7.
21. Perron M, Malouin F, Moffet H, McFadyen BJ. Three-dimensional gait analysis in women with a total hip arthroplasty. *Clin Biomech (Bristol Avon)* 2000; 15(7): 504-15.
22. Nantel J, Termoz N, Vendittoli PA, Lavigne M, Prince F. Gait patterns after total hip arthroplasty and surface replacement arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90(3): 463-9.
23. Beaulieu ML, Lamontagne M, Beaulé PE. Lower limb biomechanics during gait do not return to normal following total hip arthroplasty. *Gait Posture* 2010; 32(2): 269-73.
24. Tanaka R, Shigematsu M, Motooka T, Mawatari M, Hotokebuchi T. Factors Influencing the Improvement of Gait Ability After Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2010; 25(6): 982-5.
25. Jachimowicz-Wołoszynek D, Rość D, Michalska A. The influence of total hip replacement on the quality of life of patients suffering from coxarthrosis/Wpływ wszczepienia sztucznego stawu biodrowego na jakość życia chorych z chorobą zwyrodnieniową stawu biodrowego). *Ortop Traumatol Rehabil* 2003; 4: 518-26.

Liczba słów/Word count: 6926

Tabele/Tables: 2

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 25

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Sławomir Winiarski, Katedra Biomechaniki, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu  
51-612 Wrocław, ul. Paderewskiego 35, Poland  
tel./fax: +48 (71) 347 32-83, e-mail: slawomir.winiarski@awf.wroc.pl

Otrzymano / Received 10.10.2013 r.  
Zaakceptowano / Accepted 30.01.2014 r.