

**Wiesław Chwała, Witold Serafin,  
Tadeusz Ruchlewicz**

---

**Biomechaniczna analiza zaburzeń  
chodu u osoby poddanej alloplastyce  
stawu biodrowego**

---

*Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 13, 85-102*

---

2003

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

dr Wiesław Chwała  
lek. med. Witold Serafin  
doc. Tadeusz Ruchlewicz

## **Biomechaniczna analiza zaburzeń chodu u osoby poddanej alloplastyce stawu biodrowego**

### **Zastosowanie analizy chodu w medycynie**

Analizowanie motoryki człowieka w medycynie spotykamy we wszystkich dziedzinach zajmujących się leczeniem układu ruchu np. rehabilitacji, ortopedii, neurologii, reumatologii. Narzędziem jakim obecnie posługuje się terapeuta bądź lekarz jest badanie kliniczne: ocena postawy, motoryki, zakres ruchu w stawach, ocena siły mięśniowej oraz badania obrazowe: klasyczne zdjęcia rentgenowskie, tomografia komputerowa, rezonans magnetyczny.

Podstawową wadą tego rodzaju postępowania jest subiektywizm oceny, która opiera się na doświadczeniu klinicznym badającego oraz zdobytych umiejętnościach badania fizykalnego. Często dochodzi do skupienia uwagi na określonym obszarze klinicznym, z pominięciem innych biomechanicznych współzależności tego obszaru w układzie ruchu.

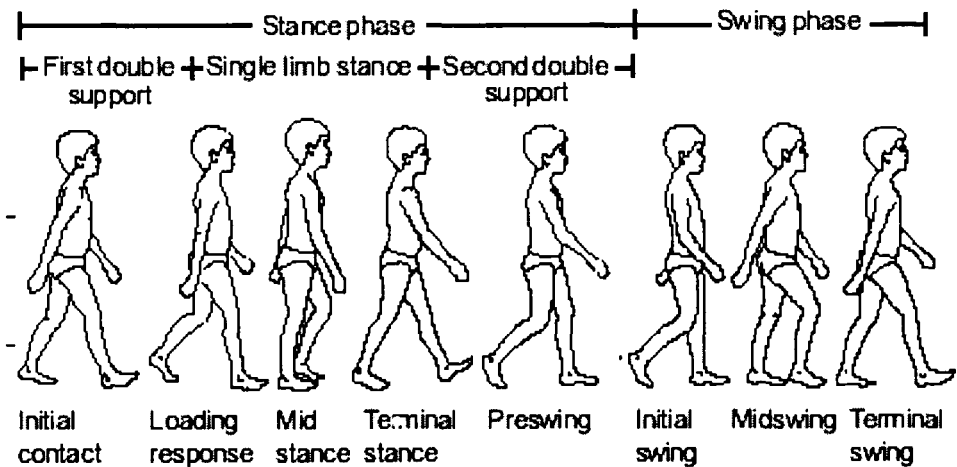
Sposób badania pacjenta przez lekarza w/w dziedzin medycyny obejmuje wiele elementów układu ruchu, nie może jednak mieć obecnie jedynie decydującego wpływu, przede wszystkim w dziedzinie schorzeń nerwowo – mięśniowych, na podejmowanie decyzji o typie zabiegu operacyjnego (Gage 1994, Deluca 1991, Ounpuu i wsp. 1996).

Dane jakie uzyskujemy w wyniku przeprowadzenia badania klinicznego są nieparametryczne, niepowtarzalne, niedokładne i wycinkowe.

Wprowadzenie parametrów biomechanicznych, (czy bardziej ściśle) czysto fizycznych do opisu patologii ruchu człowieka (kinematycznych, charakterystyki bezwładnościowej, parametrów energetycznych itp.) może mieć znaczący wkład w całościową ocenę i spojrzenie na pacjenta i jego schorzenie w sposób holistyczny.

Obserwację i analizę patologii chodu należy rozpocząć od poznania mechanizmu prawidłowego chodu. Bardzo często do przeprowadzenia analizy

obszarów i zakresów występujących patologii układu ruchu wykorzystuje się rejestrację lokomocji z naturalną prędkością. Uzyskane dane analizuje się w oparciu o tzw. znormalizowany cykl chodu, zawierający się pomiędzy kolejnymi kontaktami stopy tej samej kończyny z podłożem. Stosuje się dwa systemy podziału cyklu na fazy: tradycyjny i RLA. Tradycyjny system stosuje się w analizie lokomocji osób zdrowych, bądź po urazach ortopedycznych kiedy to pierwszą częścią stopy kontaktującej się z podłożem jest pięta. System RLA opracowany w Los Amigos Medical Center (Vaughan i wsp. 1999) służy do opisu faz chodu w różnych schorzeniach, głównie neurologicznych. Cykliczny chód możemy podzielić na dwie podstawowe fazy: kontaktową (podporu) i przeniesienia (wymachu).



Rys. 1. Fazy chodu wg Los Amigos Medical Center (Vaughan, Davis, O'Connor 1999)

**Stance phase** – SF faza podporu

**First double support** – FDS pierwsza faza podwójnego podparcia

**Single limb stance** – SLS faza pojedynczego podparcia

**Secend double support** – SDS druga faza podwójnego podparcia

**Swing phase** – SW faza wymachu

**Initial contact** – IC początkowy kontakt stopy z podłożem

**Loading response** – *LR obciążanie kończyny*

**Mid stance** – *MST środkowa faza podporu*

**Terminal stance** – *TST końcowa faza podporu*

**Preswing** – *PSW faza poprzedzająca fazę wymachu*

**Initial swing** – *ISW początkowa faza wymachu*

**Mid swing** – *MSW środkowa faza wymachu*

**Terminal swing** – *TSW końcowa faza wymachu*

Jak wynika z powyższego rysunku, fazę kontaktową możemy podzielić na trzy etapy:

- pierwsze podwójne podparcie, gdzie obydwie stopy znajdują się w kontakcie z podłożem,
- etap jednopodporowy, gdzie jedna stopa jest przenoszona, a druga ma kontakt z podłożem,
- drugie podwójne podparcie, kiedy to ponownie obie stopy mają kontakt z podłożem.

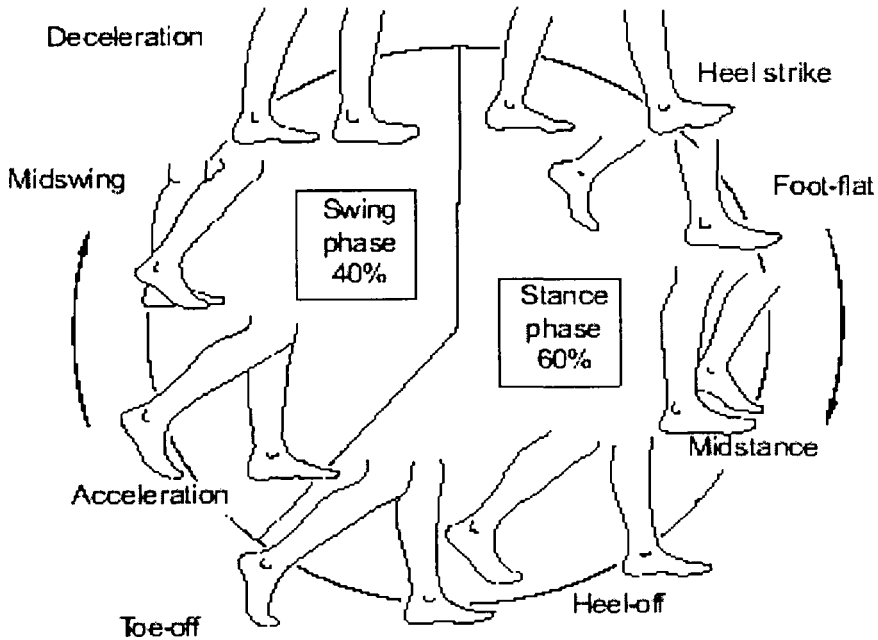
Szczegółowy podział cyklu chodu zawiera osiem faz, w tym pięć z nich należy do fazy kontaktowej, a trzy zachodzą podczas fazy przeniesienia.

W fazie kontaktowej wyróżniamy:

- postawienie pięty (heel strike) – kontakt pięty z podłożem, środek ciężkości znajduje się w najniższej pozycji,
- obciążenie stopy (foot-flat) – stopa płasko oparta o podłoże, przejmuje ciężar ciała,
- środkowy podpór (midstance) – przenoszona stopa strony przeciwnej mija stopę kontaktową, środek ciężkości ciała znajduje się w najwyższej pozycji,
- oderwanie pięty od podłoża (heel-off) – inicjuje propulsję,
- oderwanie palucha (toe-off) – kończy propulsję i zarazem fazę kontaktową.

Do fazy przeniesienia należą natomiast:

- przyśpieszenie (initial swing lub acceleration) – sytuacja, kiedy kończyna dolna znajdująca się z tyłu w stosunku do tułowia „goni” ciało,
- środkowy wymach (midswing) – w tym momencie ze względów funkcjonalnych, poprzez zgięcie w poszczególnych stawach, przenoszona kończyna dolna jest „najkrótsza”,
- wyhamowanie (terminal swing) – po wyprzedzeniu tułowia przez kończynę przenoszoną, następuje zwolnienie tempa ruchu tejże kończyny i przygotowanie jej do przejęcia masy ciała.



Rys. 2. Fazy chodu wg tradycyjnej nomenklatury (Vaughan, Davis, O'Connor 1999)

### Wyznaczniki chodu

Chód jest lokomocją polegającą na przemieszczaniu masy ciała, skupionej w środku ciężkości, w przestrzeni, wzdłuż drogi wymagającej najmniejszego wydatku energetycznego (Basmajian, 1976). Kierując się kryterium ekonomicznym, wydzielono w chodzie znaczące, charakterystyczne ruchy części ciała, nazwane determinantami chodu (Saunders, i wsp. 1953).

Z punktu widzenia analizy lokomocji u osoby ze zwyrodnieniami w obrębie stawów kolanowych uzasadnionym wydaje się zwrócenie uwagi na wyznaczniki związane z ruchem stawu biodrowego (wyznacznik IV) i miednicy (I, II, VI).

**Wyznacznik I.** Skręt miednicy w płaszczyźnie poziomej, wydłużający krok. Podczas fazy wymachu wysuwana jest nieznacznie wykroczna strona miednicy do przodu oraz wykonywany jest skręt w płaszczyźnie poziomej o około  $4^\circ$  do przodu i jednocześnie z drugiej strony o około  $4^\circ$  do tyłu. Ruch odbywa się w obu stawach biodrowych i w rezultacie udo nogi wykroczonej ustawia się w rotacji zewnętrznej, a udo nogi podpierającej w rotacji wewnętrznej.

**Wyznacznik II.** Pochylenie miednicy w płaszczyźnie czołowej, redukujące o połowę unoszenie środka ciężkości ciała. W chwili rozpoczęcia fazy wymachu miednica po stronie wykroczonej nieco obniża się, co powoduje względne przywiedzenie kończyny dolnej podporowej oraz względne odwiedzenie kończyny dolnej wykroczonej. Opadanie miednicy po stronie wykroczonej wymusza zgięcie stawu kolanowego podczas fazy wymachu.

**Wyznacznik IV.** Zgięcie w stawie biodrowym. Ruchy zginania i prostowania w stawach biodrowym i kolanowym są związane z amortyzacyjną i napędową funkcją dużych mięśni obsługujących te stawy (Bober, 1985).

**Wyznacznik VI.** Boczne przemieszczenie miednicy w płaszczyźnie poziomej, na skutek naprzemiennego przemieszczania masy ciała z jednej nogi na drugą.

Brak lub obniżona sprawność określonych determinantów chodu pociąga za sobą wzrost wydatku energetycznego. Utrata równocześnie dwóch wyznaczników pociąga za sobą aż trzykrotny wzrost kosztu energetycznego (Bober, 1985).

### **Zmiany zwyrodnieniowe stawu biodrowego**

Patologią często prowadzącą do zaburzenia chodu człowieka jest choroba zwyrodnieniowa stawów. W opracowaniu skupiono uwagę głównie na zmianach chorobowych stawu biodrowego.

Etiopatogeneza większości zmian zwyrodnieniowych stawu biodrowego nie jest znana. (Kramer 1997) Wyróżnia się koksartrozę idiopatyczną nie poprzedzoną wcześniejszymi zmianami w stawach biodrowych oraz koksartrozę, w której zmiany w stawie powstały na tle przebytej choroby stawu bądź ogólnoustrojowej np. dysplazja stawu biodrowego z wrodzonym zwicnięciem stawu biodrowego, złuszczenie głowy kości udowej, choroba Perthesa, choroby tkanki łącznej (rzs, zżsk), zmiany pourazowe, aseptyczne i septyczne martwice. Do artrozy stawu prowadzą także zaburzenia w zakresie anatomii i biomechaniki: biodro koślawe, szpotawe, nadmierna antetorsja, zmiany rozwojowe w zakresie głowy kości udowej i panewki stawu.

Objawami typowymi dla schorzeń stawu biodrowego jest ból w pachwinie promieniujący po przednio – przyśrodkowej stronie uda do kolana, początkowo w postaci ukłuc bólu w zależności od pozycji, potem występuje bólowe ograniczenie zakresu ruchu zależne od wysiłku fizycznego. Ostatecznie ból, w zależności od rozwoju stanu zapalnego tkanek

miękkich, jest stały nie zależy od wysiłku, towarzyszy choremu również w spoczynku. Do objawów bólowych dołączają przykurcze przede wszystkim przywiedzeniowy i zgięciowy (Gruca i wsp. 1993). Pacjent utyka przenosząc środek ciężkości ponad chory staw, występuje wyraźne zaburzenie chodu.

Podstawowym leczeniem oprócz fizykoterapii, kinezyterapii, farmakoterapii jest obecnie leczenie operacyjne – endoprotezoplastyka.

### **Alloplastyka stawu biodrowego**

Całkowita alloplastyka każdego stawu polega na wymianie powierzchni stawowych i zastąpieniu ich materiałami w przybliżeniu zastępujących parametry naturalnych powierzchni stawowych. Uznaje się, że alloplastyka stawów biodrowych należy do najdynamiczniej rozwijających się dziedzin ortopedii z udokumentowanym sukcesem pod względem przeżycia sztucznego stawu oraz satysfakcji chorego. Stosowane są dwie grupy protez stawów biodrowych: alloplastyka cementowa, stosowana u ludzi starszych oraz alloplastyka bezcementowa, stosowana u ludzi młodszych.

### **Materiał i metoda badań**

Badanie trójwymiarowej analizy chodu zostało przeprowadzone w Pracowni Biokinetyki Katedry Antropomotoryki Akademii Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czecha w Krakowie.

Badaniu lokomocji poddano 56 letnią kobietę, ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu biodrowego prawego. Pacjentka została poddana badaniom motoryki przed planowym zabiegiem alloplastyki stawu biodrowego w Oddziale Neuroortopedii i Chirurgii Urazowo – Ortopedycznej WSS im. L. Rydygiera w Krakowie oraz w 4 miesiące po zabiegu, po okresie całkowitego odciążenia operowanego biodra, w chwili rozpoczęcia przez chorą samodzielnej lokomocji, bez zastosowania kul łokciowych.

Chora zakwalifikowana została do zabiegu ze względu na silne dolegliwości bólowe uniemożliwiające jej codzienną aktywność. W przeszłości chora przejawiała dużą aktywność ruchową (gimnastyczka), przed operacją systematycznie codziennie ćwiczyła pomimo silnych odczuć bólowych.

W badaniu fizykalnym stwierdzono ograniczenie ruchomości w stawie biodrowym prawym we wszystkich kierunkach, prawidłowy zakres ruchów w pozostałych stawach, chód wolniejszy, ostrożniejszy. Stwierdzono, że chora wypracowała określone kombinacje ruchowe, dzięki którym unikała nasilania dolegliwości bólowych.

Powyższy, kliniczny obraz schorzenia, uzyskanego po badaniu fizykalnym nie wskazuje na zaawansowaną patologię układu ruchu. Nie uzyskano również pełnej informacji o rodzaju mechanizmów kompensacyjnych, jakie chora wytworzyła w celu zmniejszenia dolegliwości bólowych i pełnej samodzielności w zakresie wykonywania codziennych czynności życiowych.

Chora zakwalifikowana została do zabiegu operacyjnego na podstawie wywiadu – ból uniemożliwiający codzienną aktywność, oraz zdjęć rentgenowskich w projekcji Ap i osiowej potwierdzających zaawansowane zmiany zwyrodnieniowe prawego stawu biodrowego.

U chorej wykonano zabieg operacyjny alloplastyki biodra z dostępu Watson – Jonesa – z dojściem do stawu biodrowego pomiędzy mięśniami pośladkowym średnim i napinaczem powięzi szerokiej. Zastosowano protezę bezcementową z powierzchniami napyłonymi hydroksyapatytem, z panewką typu „press fit” systemu Omnifit firmy Stryker.

W trakcie badania chodu, pacjentka chodziła z naturalną prędkością. Analizie poddano 12 cykli chodu badanej osoby. Na ich podstawie obliczono średnie wartości parametrów biomechanicznych chodu oraz określono zakresy zmienności uzyskiwanych wyników za pomocą wstęgi podwójnego odchylenia standardowego. Dane pomiarowe zaprezentowano na tle analogicznych wyników uzyskanych w grupie porównawczej 60 osób zdrowych (średnia wieku  $x=35$  lat), u których nie stwierdzono żadnych schorzeń neurologicznych i uszkodzeń układu mięśniowo – szkieletowego. Parametry czasowo-przestrzenne znormalizowano zgodnie z zależnościami przedstawionymi przez Hoffa (1996).

W opracowaniu przedstawiono wyniki wartości średnie zmian kątowych w stawach biodrowych kończyn dolnych oraz zmiany długości mięśni kończyny dolnej i obręczy biodrowej. Dokonano również pomiarów antropometrycznych, wykorzystując je w poszczególnych etapach analizy do zbudowania trójwymiarowego modelu ruchu badanych osób.

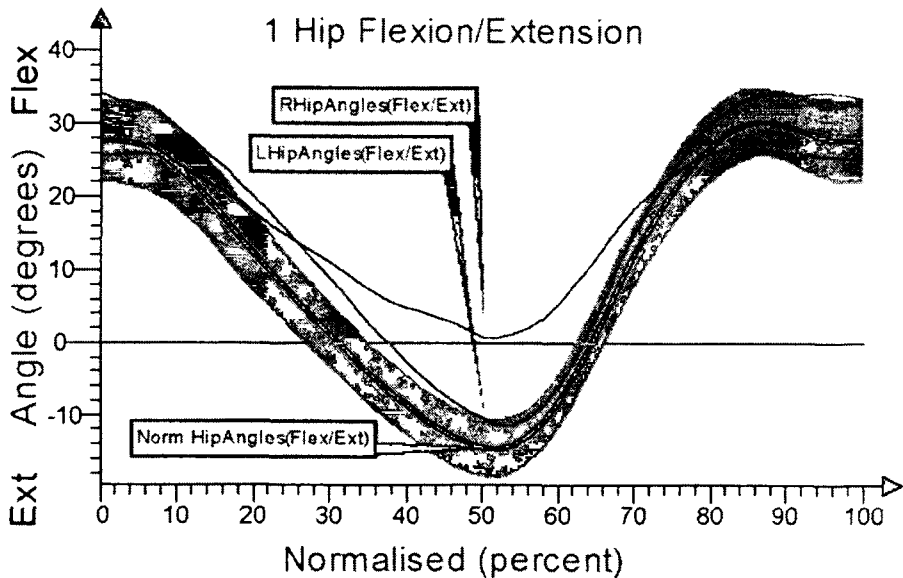
## Wyniki

Zmiany kątowe w stawach biodrowych u osoby badanej przed i po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego w wybranych płaszczyznach ruchu.

W przypadku stawu biodrowego kształty krzywych dla kończyny prawej i lewej różnią się znacznie.

Krzywa dla kończyny prawej jest znacznie spłaszczona. Fazy MST, TST, PSW, ISW charakteryzują się wyraźnym ograniczeniem zakresu ruchu i brakiem przeprostu stawu biodrowego. Krzywa kończyny lewej zbliżona jest kształtem do krzywej normy.

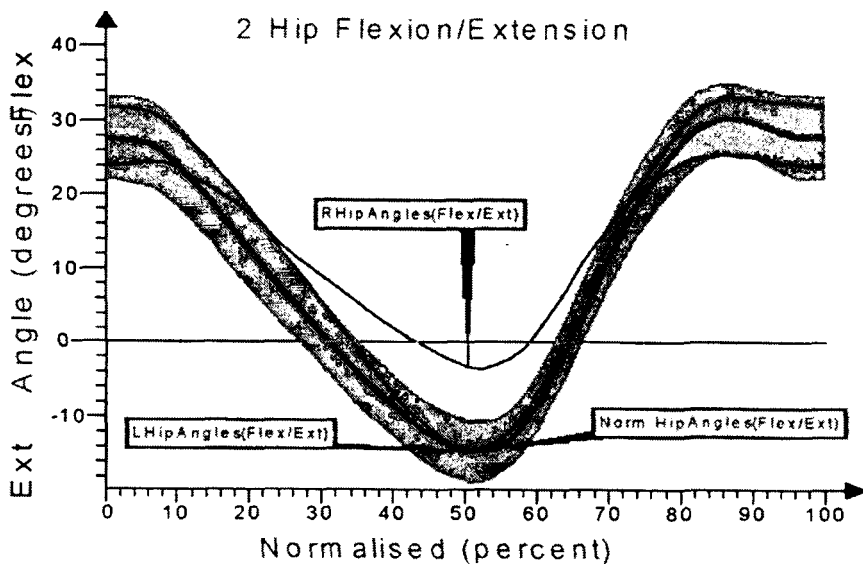




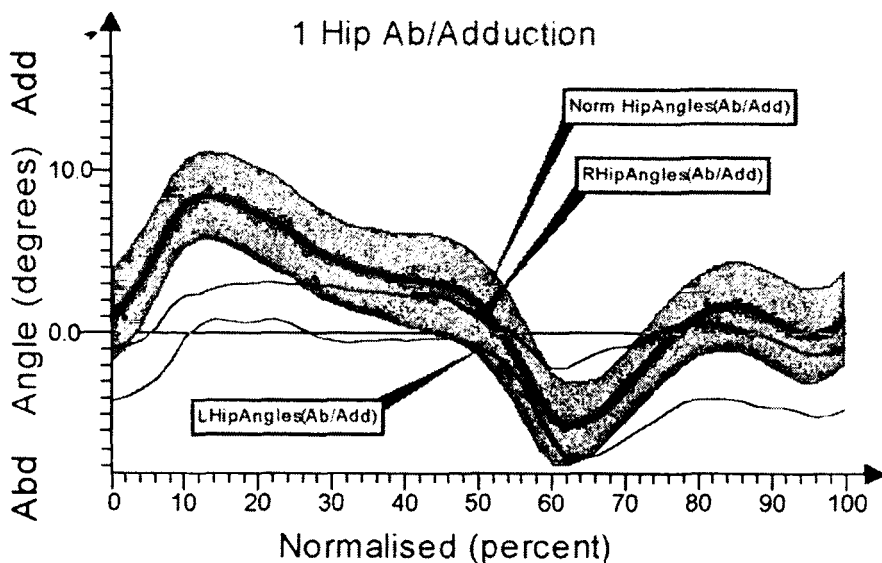
Wykres 1. Zmiany kątowne w stawie skokowym chorej przed zabiegiem alloplastyki stawu biodrowego (płaszczyna strzałkowa).

Krzywa dla kończyny prawej jest znacznie spłaszczona. Fazy MST, TST, PSW, ISW charakteryzują się wyraźnym ograniczeniem zakresu ruchu i brakiem przeprostu stawu biodrowego. Krzywa kończyny lewej zbliżona jest kształtem do krzywej normy. Cykl ruchu biodra lewego charakteryzuje nieco większym zgięciowym ustawieniem w stosunku do normy. Na wykresie widać też nieznaczne opóźnienie występowania poszczególnych faz chodu w stosunku do grupy osób zdrowych.

Wykres 2 ujawnia poprawne zachowanie się zmian kątownych kończyny lewej w trakcie całego cyklu chodu. Ruch w stawie biodrowym kończyny prawej charakteryzuje się zbliżonymi parametrami zmian kątownych jak przed operacją z wyjątkiem faz TST i PSW, gdzie pojawia się przeprost w stawie, którego brakowało przed zabiegiem. Wartość średnia przeprostu dla KDP na granicy faz TST/PSW wynosi  $-3$  stopnie, gdy przed zabiegiem wartości średnie nie przekroczyły  $0^\circ$ , kończyna ustawiała się w pozycji neutralnej.



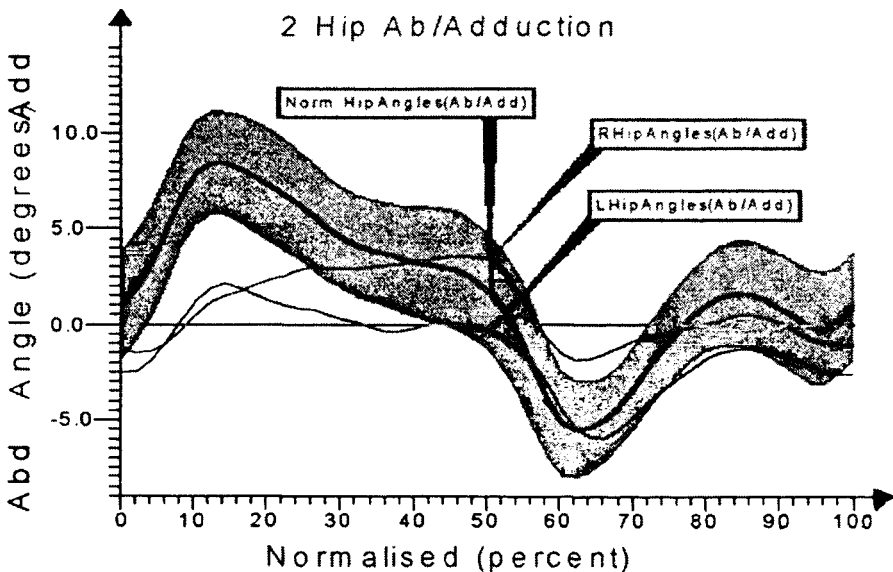
Wykres 2. Zmiany kątowne w stawie biodrowym (płaszczyzna strzałkowa) po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.



Wykres 3. Zmiany kątowne w płaszczyźnie czołowej w stawie biodrowym przed zabiegiem alloplastyki stawu biodrowego.

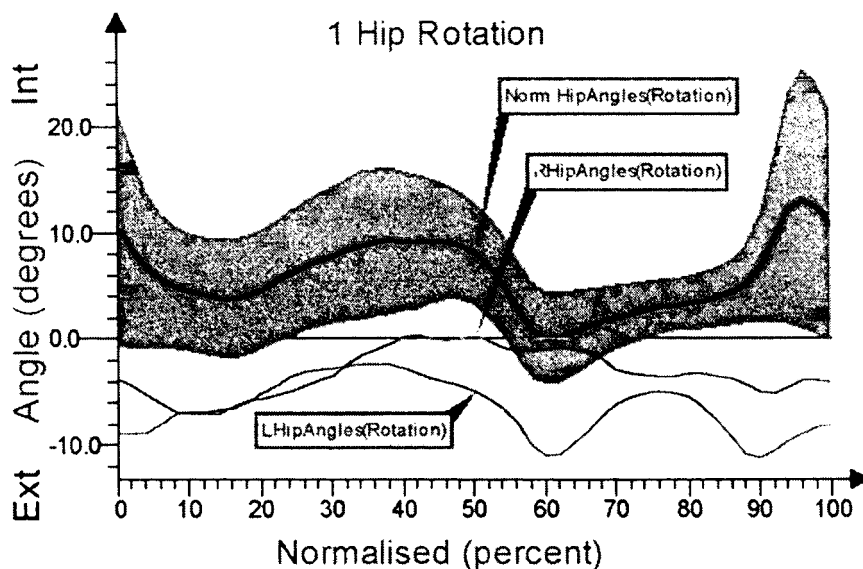
Na wykresie 3 możemy stwierdzić porównanymy odwiedzeniowe ustawienie kości udowych w stawach biodrowych przede wszystkim w fazie podparcia oraz zmniejszony zakres zmian kątowych obu stawów w całym cyklu chodu.

Kończyna lewa ustawia się bardziej odwiedzeniowo, niż prawa. Kształt krzywej kończyny lewej zbliżony jest w poszczególnych fazach chodu do krzywej normy, poza dwoma wyjątkami. Pierwszym jest brak przywiedzenia w początkowym okresie fazy obciążania, drugim jest przesunięcie na środek fazy wymachu MSW maksymalnego przywiedzenia, które u ludzi zdrowych przypada na granicę faz MSW i TSW. Krzywa dla kończyny prawej charakteryzuje się spłaszczeniem świadczącym o zmniejszonym zakresie ruchu biodra w płaszczyźnie czołowej.



Wykres 4. Zmiany kątowe w stawach biodrowych w płaszczyźnie czołowej po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

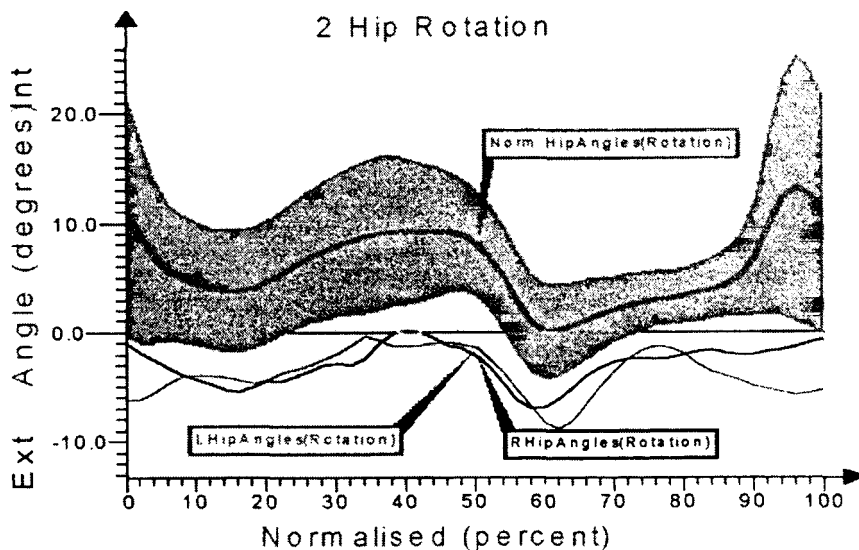
Wykres 4 – zmian kątowych po zabiegu operacyjnym dla kończyny lewej, charakteryzuje się większym przywiedzeniem kości udowej w trakcie cyklu chodu. Wartości zmian kątowych są bardziej zbliżone do wartości średnich normy, a kształt krzywej odzwierciedla kształt krzywej normy.



Wykres 5. Zmiany kątowe w stawie biodrowym w płaszczyźnie poprzecznej przed zabiegiem alloplastyki stawu biodrowego.

Wykres 5 ujawnia ustawienie kończyn dolnych w rotacji zewnętrznej, o nieco większym kącie rotacji dla kończyny lewej.

Krzywa ta jest spłaszczona, a kształt jej znacznie odbiega od kształtu krzywej normy. W fazach podparcia i fазie PSW i ISW zbliżona jest kształtem do kształtu wykresu normy. Jednak w fazie wymachu zmiany kąta rotacji nie odzwierciedlają prawidłowego przebiegu ruchu w stawie biodrowym lewym. Zmiany kątowe w stawie biodrowym prawym charakteryzują się rotacją zewnętrzną i kształtem krzywej odbiegającym od typowego.



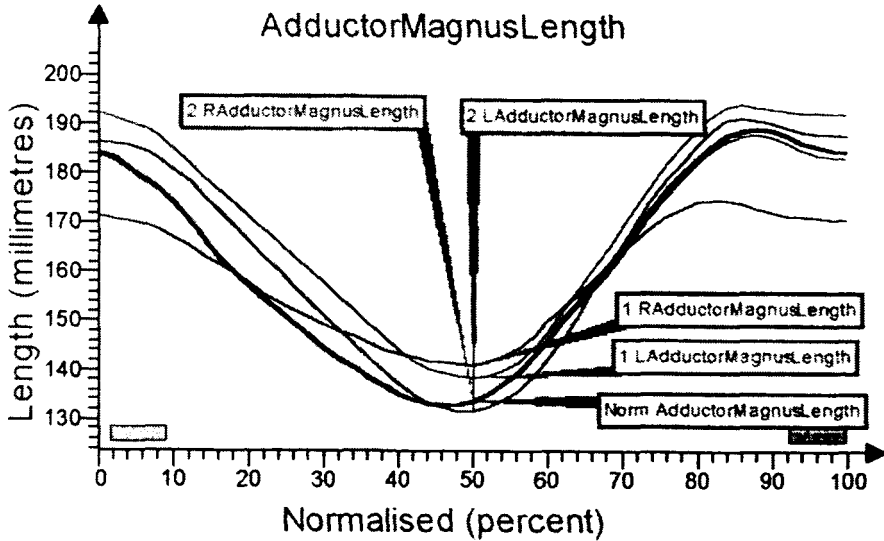
Wykres 6. Zmiany kątowne w stawie biodrowym w płaszczyźnie poprzecznej po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

Wykres 6 prezentujący zmiany kątowne prawej kończyny po zabiegu jest bardziej zbliżony kształtem do wykresu normy. Na granicy faz PSW i ISW pojawił się ruch rotacji zewnętrznej kończyny, którego to ruchu chora nie wykonywała przed zabiegiem.

Kończyna prawa w dalszym ciągu ustawiona jest w rotacji zewnętrznej jednak wartości kąta tej rotacji w przeciągu trwania całego cyklu chodu są mniejsze.

Kończyna lewa również pozostaje w rotacji zewnętrznej w stosunku do normy, jednak jak i w przypadku prawej, wartości tej rotacji w cyklu chodu są mniejsze. Poza tą zmianą kształt krzywej ruchu rotacji biodra lewego nie odbiega od przedoperacyjnego.

### Zmiany długości wybranych mięśni przed i po zabiegu operacyjnym.



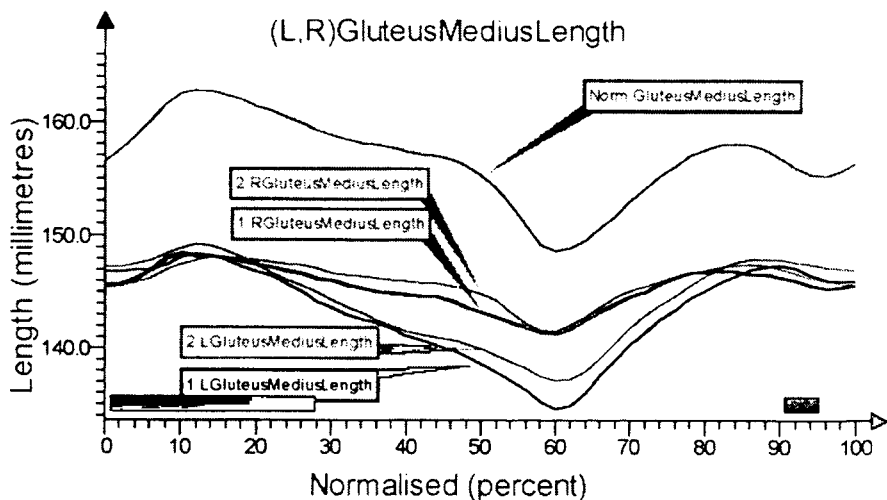
*Prostokątami oznaczono okresy aktywności bioelektrycznej analizowanych mięśni.*

Wykres 7. Zmiany długości mięśni przywodzicieli wielkich (MPW) przed i po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

Na wykresie 7 obserwować można zmiany długości mięśni przywodzicieli. Krzywa charakteryzująca zmiany długości mięśnia przywodziciela prawego jest spłaszczona, ale tak jak w przypadku lewego, kształt jej nie odbiega od kształtu krzywej normy. Długość mięśnia w fazie IC wynosi 172 mm. Długość ta jest o średnio o 13 mm krótsza niż wartości u ludzi zdrowych. W trakcie fazy podparcia skrócenie mięśnia jest mniejsze niż mięśnia strony lewej. W trakcie trwania wymachu wartość maksymalnego wydłużenia mięśnia przypadająca na koniec fazy MSW jest mniejsza niż w przypadku wartości średnich dla normy.

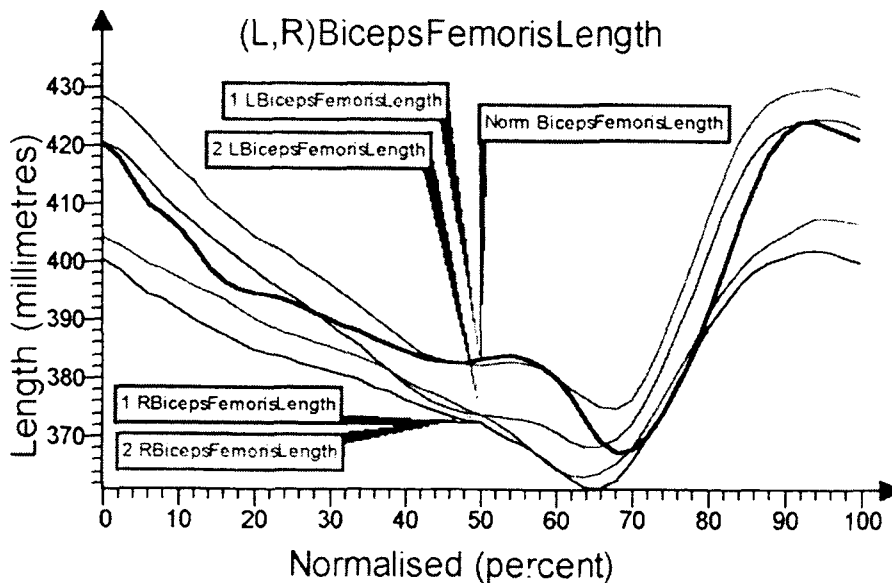
]Lewy mięsień przywodziciel charakteryzuje się przyjmowaniem wartości zbliżonych do wartości średnich dla normy, ale nieco większym wydłużeniem w trakcie całego cyklu chodu.

Po zabiegu operacyjnym zmiany długości mięśnia przywodziciela prawego i lewego są zbliżone do wartości średnich dla normy. Kształty krzywych odpowiadają kształtowi wykresu normy.



Wykres 8. Zmiany długości mięśni pośladkowych średnich (MPŚ) przed i po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

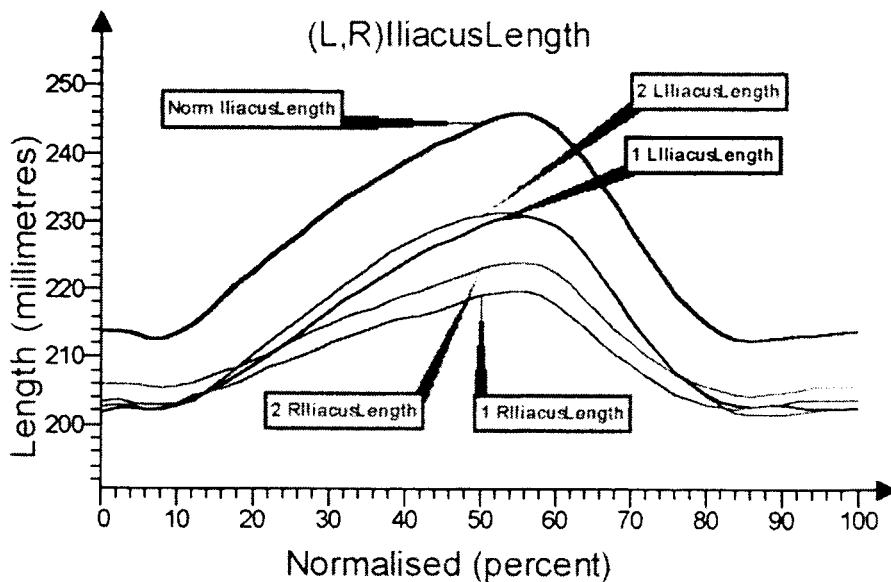
Wykres 8 prezentuje zmiany wartości długości mięśnia pośladkowego średniego w cyklu chodu. Mięsień ten zarówno prawy jak i lewy charakteryzuje się skróceniem o ok. 1cm w stosunku do wartości średnich, a długości mięśnia prawego i lewego przed, jak i po zabiegu operacyjnym nie różnią się istotnie.



Wykres 9. Zmiany długości mięśni dwugłowych uda (MDU) przed i po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

Wykres 9 prezentuje zmiany długości głowy długiej mięśnia dwugłowego uda w cyklu chodu. Krzywa długości mięśnia lewego nie odbiega wartościami i kształtem od krzywej normy. Mięsień dwugłowy prawy charakteryzuje się skróceniem w chwili kontaktu stopy z podłożem o ok. 20 mm (przed zabiegiem operacyjnym). Mięsień jest skrócony przez cały czas trwania cyklu. Krzywa zmian długości mięśnia jest nieco bardziej nachylona w fazie podporu co świadczy o mniejszych prędkościach zmian długości. Zakres zmian długości mięśnia prawego mieści się w granicach od 400 do 364 mm, gdy tymczasem wartości średnie dla normy wynoszą od 420 do 380 mm.





Wykres 10. Zmiany długości mięśni biodrowych (MB) przed i po zabiegu alloplastyki stawu biodrowego.

Mięśnie biodrowe również nie osiągają długości mięśni populacji zdrowej, prawy mięsień rozpoczyna pracę od długości 204 mm, dla wartości prawidłowych średnio 214 mm.

Różnica ta pogłębia się w fazach PSW i ISW gdzie na granicy faz wartości prawidłowe wynoszą średnio 243 mm, a dla mięśnia biodrowego osoby badanej 217 mm.

Mięsień biodrowy lewy wydłuża się w większym zakresie, na granicy faz PSW/ISW długość jego wynosi średnio 222 mm.

Zabieg operacyjny nie wpłynął na zachowanie się długości mięśnia lewego. Prawy mięsień biodrowy osiąga większe wartości długości w trakcie trwania całego cyklu chodu o ok. 5 mm.

### Podsumowanie wyników

Z wybranych przykładowych wykresów cyklu chodu w poszczególnych płaszczyznach można uzyskać bardzo wiele informacji i danych potwierdzających złożoność patologii chodu u osoby z koksartrozą prawego stawu biodrowego, która w badaniu klinicznym nie ujawnia się w pełni. Przeprowadzone badanie systemem Vicon dostarcza szerokie spektrum danych z których do analizy wybrano najważniejsze zmienne kinematyczne.

Biodro (a więc i kończyny dolne) ustawione jest w ponadnormatywnej rotacji zewnętrznej (różnice dochodzą aż do 14 stopni dla kończyny prawej i aż 19 dla kończyny lewej w stosunku do średniej dla normy) i odwiedzeniu (dla KDL różnica wynosi  $5^\circ$  względem średniej wartości w grupie osób zdrowych).

Zabieg operacyjny wpłynął na zgięcie w stawie biodrowym – pojawił się przeprost biodra prawego w fazie TST, stąd kończyna rozpoczyna zgięcie z pozycji przeprostu, a nie neutralnej. W płaszczyźnie czołowej poprawił się zakres ruchu biodra prawego. Z większego niż przed zabiegiem przywiedzenia biodra, jest ono odwodzone do ustawienia nieco przywiedzeniowego w stosunku do normy. Przywiedzenie biodra lewego odbywa się w zakresie normy. W płaszczyźnie poprzecznej zmienił się zakres ruchu rotacji zewnętrznej w kończynie dolnej prawej.

Wybrane do analizy mięśnie charakteryzują skróceniem średnio ok. 1 cm w stosunku do średniej długości mięśni u zdrowych ludzi. Z wyjątkiem mięśnia biodrowego wszystkie są aktywne w chwili kontaktu pięty z podłożem. Prostowniki biodra (przywodziciel wielki, dwugłowy uda) są w szczycie aktywności, odwodziciel (pośladkowy średni) rozpoczyna aktywność, a zginacz (mięsień biodrowy) jest nieaktywny. (Allard i wsp. 1997, Voughan i wsp. 1999, Perry 1992, Ounpuu i wsp 1989).

Na podstawie trójwymiarowej analizy ruchu zaobserwowano u badanej szereg zaburzeń chodu mających swoje podłoże w zmianach zwyrodnieniowych w obrębie chorego stawu biodrowego, których nie udało się wychwycić na podstawie badania fizykalnego.

Na podstawie porównania wyników badań przed i pooperacyjnych należy stwierdzić, że patologiczny wzorzec chodu udało się poprzez zabieg alloplastyki zmienić, szczególnie poprzez zbliżenie zakresów ruchów w stawie biodrowym do normy biomechanicznej.

Badanie pooperacyjne wskazuje na utrzymywanie się zaburzeń charakteru pracy mięśni, wymuszających w dalszym ciągu kompensacyjną pracę kończyny po stronie nieoperowanej.

**Piśmiennictwo**

1. Allard P., Cappozzo A., Lundberg A., Vaughan C.L., Three – dimensional Analysis of Human Locomotion, Wiley et Sons New York 1997
2. Allard P., Stokes I.A.F., Blachi J.P., Three – dimensional Analysis of Human Movement, Human Kinetics, New York 1995.
3. Basmajian J. V., The human bicycle. W : Biomechanics V-A, University Park Press, Baltimore 1976 s. 297-302.
4. Będziński R., Biomechanika inżynierska. Wrocław 1997.
5. Bober T., Biomechanika chodu i biegu, AWF Wrocław 1985.
6. Bochenek A., Reicher M. Anatomia człowieka tom I, PZWL Warszawa 1997.
7. DeLuca P.A., Gait analysis in the treatment of the ambulatory child with CP., Clin.Orthop.Relet.Res.,64,1991,(65 – 75)
8. Eyring E.J, Murray W.R, The effect of join position on the pressure of intra – articular effusion. J Bone et Joint Surge., 1964
9. Gage J.R., The role of gait analysis in treatment of cerebral palsy, J.Pediatr. Orthop., 4, 1994 (715 – 725)
10. Gruca A, Tylman D, Dziak A, Chirurgia ortopedyczna t. III, PZWL Warszawa 1993.
11. Hof A., Scaling gait data to body size. Gait Posture 1996, 4, 222-223.
12. Inman V. T., Ralston H. J., Todd F., Human Walking, Wiliams et Wilkins Baltimore 1981
13. Kruger J., Ortopedia. Springer Warszawa 1997
14. Ounpuu S., Davis R.B., DeLuca P.A., Joint kinetics: methods, interpretation and treatment decision making in children with CP and myelomeningocele., Gait and Posture , 4, 1996 (62 – 72)
15. Ounpuu S., Winter D., Bilateral electromyographical analysis of the lower limbs during walking in normal adults, Electroencephalo. Clin. Neurophysiol., 72. 1989.
16. Perry J. Gait analysis. Thorofare, SLACK 1992.
17. Saunders M., Inman V.T., Eberhard H.D., The major determinants in normal et pathological gait. J Bone et Joint Surg., 1953 (543 – 558)
18. Seyfried A., Dudziński K.,(2002) „ Analiza chodu patologicznego w przebiegu rzs” w Rehabilitacja medyczna Tom 6 Nr 1.
19. Vaughan C.L., Davis B.L., O’Connor J.C., Dynamics of Human Gait, Kiboho Publishers Cape Town South Africa, (1999).
20. Vaughan C.L., Davis B.L., O’Connor J.C., Dynamics of Human Gait, Kiboho Publishers Cape Town South Africa, (1999).