

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

**Katarzyna Ogrodzka^(A,B,D,E,F), Wiesław Chwała^(A,C,D,E),
Tadeusz Niedźwiedzki^(A,D,E)**

Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków
Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu Collegium Medicum UJ, Kraków
Academy of Physical Education, Kraków, Poland
Clinic of Orthopaedics and Traumatology Collegium Medicum, Jagiellonian University, Kraków, Poland

**Trójwymiarowy schemat pracy kolana
u osób ze zmianami zwyrodnieniowymi
stawów kolanowych**
*Three-dimensional pattern of knee movement
in patients with gonarthrosis*

Słowa kluczowe: lokomocja, trójwymiarowa analiza ruchu, zmiany zwyrodnieniowe stawu kolanowego

Key words: locomotion, three-dimensional motion analysis, gonarthrosis

STRESZCZENIE

Wstęp. Celem badań była próba oceny zmienności parametrów charakteryzujących chód osób ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu kolanowego. Ocenie poddano wartości zmian kątowych stawu kolanowego w trzech płaszczyznach ruchu oraz parametrów czasowo – przestrzennych chodu.

Material i metody. Badania lokomocji przeprowadzone zostały u 33 osób w przedziale wieku od 48 do 74 roku życia z wykorzystaniem systemu do trójwymiarowej analizy ruchu Vicon 250.

Wyniki. Największe odchylenia od normy biomechanicznej uwidoczniły się w płaszczyźnie poprzecznej i czołowej, szybkość chodu pacjentów była wyraźnie zmniejszona, a tym samym pozostałe parametry czasowo-przestrzenne również uległy zmianie.

Wnioski. 1. Choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych w znacznym stopniu wpływa na prawidłowy stereotyp chodu, powodując odstępstwa od normy biomechanicznej w zakresie zmian kątowych stawów kolanowych w trzech płaszczyznach ruchu. 2. Zmieniony wzorzec ruchowy najwyraźniej uwidocznił się w płaszczyźnie czołowej i poprzecznej. 3. W wyniku schorzenia zmieniają również wartości poszczególnych parametrów czasowo-przestrzennych. 4. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice statystyczne ($p < 0,05$) pomiędzy normą a zmiennymi w płaszczyznach czołowej i poprzecznej oraz w płaszczyźnie strzałkowej w grupie osób z kolanami szpotawymi.

SUMMARY

Background. The main goal of this study was to estimate the variability of gait parameters in patients diagnosed with arthroplasty of the knee joint. Angular changes of the knee joint in three planes, and spatio-temporal parameters of gait were analysed.

Material and methods. A three-dimensional analysis of locomotion patterns was carried out using the Vicon 250 system in 33 patients aged 48-74.

Results. The most significant biomechanical deviations from the norm were revealed in the transverse and horizontal planes. Walking speed was visibly decreased, leading to noticeable changes in other spatio-temporal parameters.

Conclusions. 1. Degenerative disease of the knee joints markedly affects the normal gait pattern, resulting in deviations from the biomechanical norm with regard to angular changes in the knee joints in the three planes of movement. 2. The abnormal locomotion pattern was most evident in the frontal and transverse planes. 3. Gonarthrosis also changed the values of particular spatio-temporal parameters. 4. Statistical analysis revealed significant ($p < 0.05$) differences from the biomechanical norm in variables determined in the frontal and transverse planes, and in the sagittal plane in the group with a varus knee deformity.

Liczba słów/Word count: 3805

Tabele/Tables: 3

Ryciny/Figures: 3

Piśmiennictwo/References: 12

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Katarzyna Ogrodzka

Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Collegium Medicum UJ

31-826 Kraków, ul. Złotej Jesieni 1, tel./fax: (0-32) 646-83-16, e-mail: katarzynaogrodzka@wp.pl

Otrzymano / Received

13.08.2007 r.

Zaakceptowano / Accepted

21.11.2007 r.

WSTĘP

Choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych jest jedną z najczęstszych form osteoartrozy. Jako główny objaw choroby podaje się ból w przedniej lub przyśrodkowej części goleni, w początkowym etapie choroby nasilający się podczas obciążania, który z czasem pojawia się również w spoczynku, obrzęk oraz przykurcz zgięciowy stawu, zmniejszając tym samym niezależność funkcjonalną chorego [1,2,3].

Kinematyka kończyn dolnych w trakcie chodu obejmująca pracę stawów w płaszczyźnie strzałkowej stanowiła temat wielu badań i prac naukowych [4,2]. Jednak trójwymiarowa analiza chodu [5,6,7] przeprowadzona u osób ze zmianami zwyrodnieniowymi stawów kolanowych jest nadal problematyką nie do końca opracowaną. Messier i wsp. [8] oraz Börjesson i wsp. [9] w swych badaniach wykazali zmniejszone wartości poszczególnych parametrów czasowo-przestrzennych, jak również ograniczenie ruchu w płaszczyźnie strzałkowej. Wyników tych nie potwierdzają badania Manetty i wsp. [10].

Analiza ta stała się podstawą do określenia założeń i postawienia celu badań, którym była próba oceny parametrów charakteryzujących chód osób ze zmianami zwyrodnieniowymi stawu kolanowego, zakwalifikowanych do zabiegu artroplastyki stawu.

MATERIAŁ I METODY

Ocenie poddano wartości zmian kątowych stawu kolanowego w trzech płaszczyznach ruchu, z uwzględnieniem budowy anatomicznej kończyn dolnych – kolana szpotawe i koślawe, parametrów czasowo-przestrzennych chodu (długość kroku, czas kroku, czas fazy pojedynczego i podwójnego podparcia).

Badania lokomocji przeprowadzone zostały u 33 osób (25 kobiet i 8 mężczyzn) w wieku od 48 do 74 roku życia, u których zdiagnozowano zmiany zwyrodnieniowe stawu kolanowego. U wszystkich pacjentów widoczny był przykurcz zgięciowy w chorym stawie. Na podstawie zdjęć skalometrycznych kończyn dolnych u 20 osób stwierdzono szpotawość kolan, natomiast u 13 pacjentów – koślawość. Charakterystykę badanej grupy przedstawiono w Tab. 1.

Grupę porównawczą stanowiło 30 osób zdrowych w przedziale wieku 50-70 lat (tzw. norma biomechaniczna).

Do analizy statystycznej wykorzystano test istotności różnic pomiędzy zmiennymi metodą kolejności par Wilcoxona (testy nieparametryczne).

Badania lokomocji zostały przeprowadzone w Pracowni Biokinetyki Katedry Antropomotoryki Akademii Wychowania Fizycznego w Krakowie.

BACKGROUND

Gonarthrosis is one of the most common forms of osteoarthritis. Pain in the frontal or medial part of the shin is the main manifestation of the disease. In the initial stage it worsens on loading, but with time it occurs also at rest [1]. The pain is accompanied by swelling and a flexion contracture that diminish functional independence of the patient [2,3].

Kinematics of the lower limbs during locomotion, including work of the joints in the sagittal plane has been the subject of many studies and scientific papers [4,2]. However, three-dimensional analysis of gait [5,6,7] performed in patients with degenerative changes of knee joints is yet to be exhaustively explored. Messier et al. [8] and Börjesson et al. [9] in their studies have shown decreased values of particular spatio-temporal parameters and a limitation of motion in the sagittal plane. However, the results obtained by Manetta et al. [10] do not corroborate these findings.

This analysis underlay the formulation of the aim of the present study, which attempted to assess parameters characterizing the gait of subjects suffering from degenerative changes of knee joints who were qualified for arthroplasty.

MATERIAL AND METHODS

Values of angular changes in the knee joints were evaluated in three planes of locomotion taking into account anatomical deformities of the lower limbs (valgus and varus knees) and spatio-temporal gait parameters (step length, cadence, time of the single and double stance).

Locomotion patterns were examined in 33 subjects (25 women and 8 men) aged 48 to 74 years with confirmed degenerative disease of the knee joint. All patients presented with flexion contractures in the affected limb. Images of the lower limbs compared to a reference scale revealed a varus knee deformity in 20 subjects and a valgus deformity in the remaining 13. Patient characteristics are provided in Table 1 (Tab 1). There was a control group of 30 healthy (biomechanically normal) subjects aged 50-70 years.

A statistical analysis was performed using the non-parametric Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test.

Examinations of locomotion patterns were carried out in the Laboratory of Biokinetics, Department of Human Motorics, University of Physical Education in Kraków.

Registration of gait with natural speed was performed using the Vicon 250 motion analysis system

Tab. 1. Charakterystyka badanej grupy

Tab. 1. Patient characteristics

Cecha Characteristic	$\bar{x} \pm s$	min - max
Wiek Age	63.7±7.5	48-74
masa [kg] Weight [kg]	80.8±12.2	59-111.7
wzrost [cm] Height [cm]	158.4±7.4	141.5-171

Rejestracji chodu z naturalną prędkością dokonano z wykorzystaniem systemu analizy ruchu Vicon 250. System ten pozwala na trójwymiarową rejestrację ruchu. Dzięki umieszczonym na ciele tzw. biernym markerom, możliwe jest odtworzenie w przestrzeni modelu kośćca i mięśni z zachowanymi charakterystycznymi punktami kostnymi i osiami stawów.

System Vicon 250 tworzy 5 kamer z zespołem diod luminescencyjnych oraz stacją danych. Kamery pracowały w paśmie podczerwieni z częstotliwością 120 klatek na sekundę. Zarejestrowany, dwuwymiarowy obraz z jednej z kamer przesyłany był następnie do stacji danych, gdzie w połączeniu z obrazami z pozostałych kamer utworzony został przestrzenny obraz markerów. Stację danych stanowił wyspecjalizowany komputer, który gromadził i przetwarzał dane zarejestrowane przez kamery.

Uzyskane informacje przedstawiane są w postaci prezentacji, do której wykorzystuje się program „Polygon”. Tworzy on raport multimedialny zawierający:

- obraz graficzny w postaci wykresów: w poszczególnych stawach w płaszczyznach strzałkowej, czołowej i poprzecznej, zmian prędkości kątowej i przyspieszenia kątowego w poszczególnych stawach oraz zmian długości wybranych mięśni,
- dane opisowe, które określają zmiany parametrów czasowo-przestrzennych: szybkości, częstotliwości i długości kroków, czasu trwania poszczególnych faz chodu, wartości kątowych w stawach odpowiadających wybranym momentom czasowym itp.,
- animację szkieletu zaopatrzonego w wybrane mięśnie, poruszającego się w przestrzeni trójwymiarowej.

W prezentowanej pracy wykorzystane były raporty graficzne zmian kątowych oraz dane opisowe parametrów czasowo-przestrzennych.

W analizie lokomocji pacjentów wykorzystana została nowa nomenklatura opracowana w Rancho Los Amigos Medical Center [5], która zakłada, że je-

that allows the three-dimensional registration of motion. Thanks to the so called inert markers attached to the body it allows spatial reproduction of the skeleton and muscles while retaining characteristic bone points and axes of joints.

The Vicon 250 system consists of 5 cameras with a set of luminescence diodes and a data station. The cameras operated in the infrared mode with a frequency of 120 frames per second. Two-dimensional pictures registered by one of the cameras were transmitted to the data station, where they were combined with pictures from the remaining cameras to form a spatial image of the markers. The data station consisted of a dedicated computer that saved and processed data registered by the cameras.

The information obtained during an examination is presented as a presentation using "Polygon" software. It generates a multimedia report containing:

- a graphic picture in the form of graphs for particular joints in the sagittal, frontal and transverse planes, changes in angular speed and acceleration in particular joints and length changes in selected muscles.
- descriptive data that define changes in the spatio-temporal parameters, i.e. speed, frequency and length of steps, duration of particular gait phases, angular values in joints corresponding to selected time points, etc.
- animation of the skeleton supplied with selected muscles moving in a three dimensional space.

The present study made use of graphic reports of angular changes and descriptive data regarding spatio-temporal parameters.

The analysis of locomotion patterns employed the new nomenclature devised in Rancho Los Amigos Medical Center [5], which assumes that one walking cycle constitutes 100%. The following phases of gait cycle are discerned:

- initial contact – 0%
- loading response – 0-10%

den cykl chodu stanowi 100%. Wyróżnia ona następujące fazy:

1. initial contact – oparcie pięty – 0%
2. loading response – obciążenie kończyny – 0-10%
3. midstance – podpór jedno nogi – 10-30%
4. terminal stance – końcowa faza podporu – 30-50%
5. preswing- odbicie – 50-60%
6. initial swing – oderwanie palucha – wymach tyłem – 60-70%
7. midswing – przeniesienie – 70-85%
8. terminal swing – wymach przodem – 85-100%.

3. midstance – 10-30%
4. terminal stance – 30-50%
5. preswing – 50-60%
6. initial swing – 60-70%
7. midswing – 70-85%
8. terminal swing – 85-100%.

WYNIKI

Analiza zmian kątowych w stawach kolanowych w płaszczyźnie strzałkowej

Na Rycinie 1 przedstawiono zmiany kątowe w stawach kolanowych w płaszczyźnie strzałkowej. Szara wstęga na każdym wykresie obrazuje zmienność wyników w populacji osób zdrowych (tzw. norma biomechaniczna).

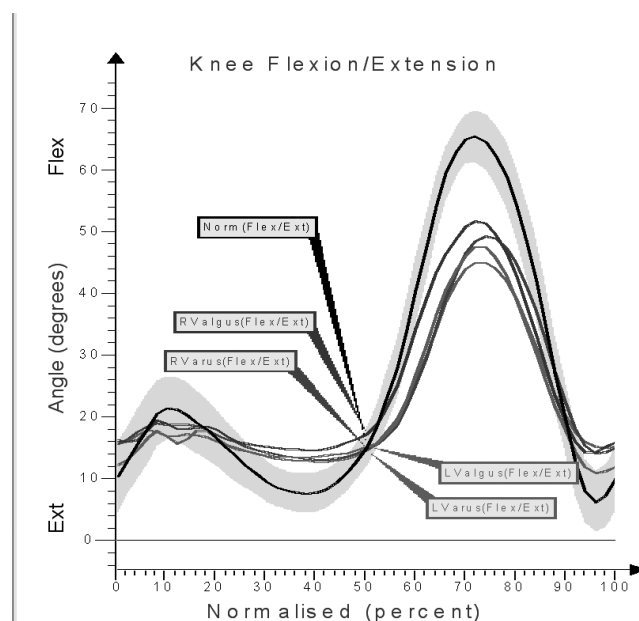
Amplituda zmian kątowych w przypadku kolan szpotawych, jak i koślawych jest nieznaczna, ale wyraźnie odbiega od normy biomechanicznej dla stawu kolanowego. Wynik badania stawu kolanowego w płaszczyźnie strzałkowej wykazał brak fizjologicznego ruchu zgięcia i wyprostowania w fazie midstance i terminal stance, a od fazy preswing do końca fazy midswing wyraźnie zaznaczyło się zmniejszone zgięcie stawów (Ryc. 1).

RESULTS

Analysis of angular changes in the knee joint in the sagittal plane

Figure 1 shows angular changes in the knee joints in the sagittal plane. The grey band in each graph represents the variability of results obtained from the healthy (biomechanically normal) population.

The amplitude of angular changes in the case of both varus and valgus knees was insignificant, but clearly differed from the biomechanical norm established for the knee joint. The results for the sagittal plane indicated the absence of physiological movement of flexion and extension in the midstance and terminal stance phases and a clearly decreased flexion of the joints from the preswing phase till the end of the midswing phase (Fig. 1).



Ryc. 1. Zmiany kątowe w stawie kolanowym w płaszczyźnie strzałkowej

Fig. 1. Angular changes in knee joint, sagittal plane

Analiza zmian kątowych w stawach kolanowych w płaszczyźnie czołowej

W płaszczyźnie czołowej stawy kolanowe pracują symetrycznie. Wyraźnie zaznacza się nadmierna szpotawość i koślawość kolan w danych grupach badanych. W wyniku schorzenia doszło jednak do odwrócenia wzorca ruchowego stawu kolanowego w fazie initial swing i midswing – pojawia się ponadnormatywne szpotawe ustawienie kończyny, zarówno w grupie kolan szpotawych, jak i koślawych (Ryc. 2).

Analiza zmiany kątowych w stawach kolanowych w płaszczyźnie poprzecznej

Ruch poddzia w płaszczyźnie poprzecznej w kolanach szpotawych, jak i koślawych charakteryzował się wyraźnym przesunięciem zakresu zmian kątowych w kierunku rotacji zewnętrznej w całym przebiegu cyklu chodu (Ryc. 3).

Analiza parametrów czasowo-przestrzennych chodu

Tabela przedstawia średnie wartości parametrów czasowo-przestrzennych chodu badanych osób w odniesieniu do grupy kontrolnej (Tab. 2).

Na podstawie analizy parametrów czasowo-przestrzennych zauważyć można w badanych grupach wyraźne zmniejszenie wartości szeregu zmiennych w stosunku do wyników grupy kontrolnej: liczby kroków w ciągu minuty (cadence), długości kroku (step length), oraz prędkości chodu (walking speed) oraz długość cyklu (stride length). Wydłużona jest natomiast faza podwójnego podparcia (double support), czasu kroku (step time) i czas pełnego cyklu (stride time).

Analysis of angular changes in the knee joint in the frontal plane

In the frontal plane the knee joints worked symmetrically. Varus and valgus deformities were clearly manifested in the respective subgroups. However, gonarthrosis had caused a reversal of the movement pattern of the knee joint during the initial swing and midswing phases with excessive varus positioning of the extremity, in both varus and valgus subgroups (Fig. 2).

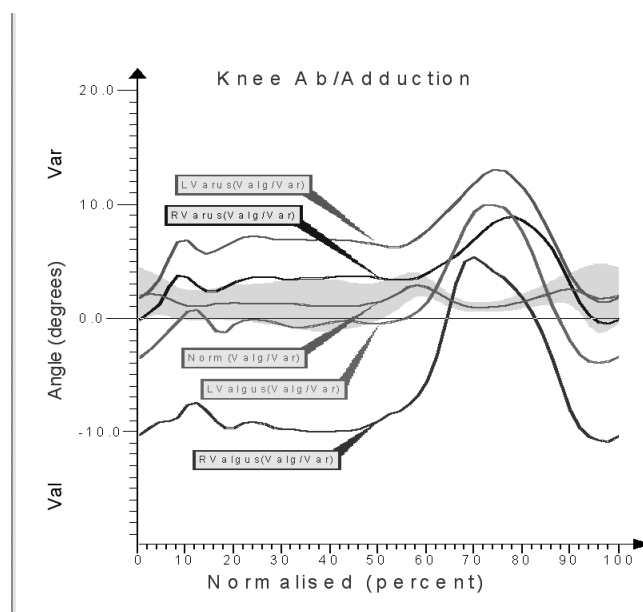
Analysis of angular changes in the knee joint in the transverse plane

The movement of the shank in the transverse plane in both varus and valgus subgroups was characterized by a marked shift in the range of angular changes towards external rotation throughout the gait cycle (Fig. 3).

Analysis of spatio-temporal parameters of gait

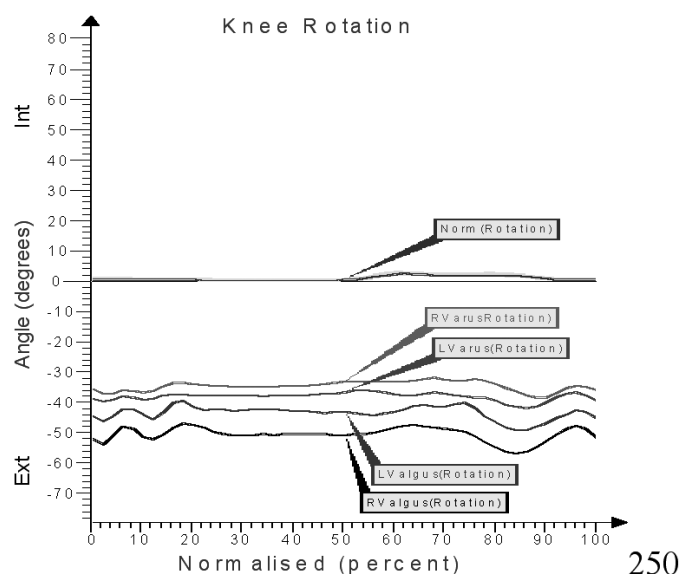
The table shows the mean values of spatio-temporal gait parameters of the subjects when compared to the control group (Tab 2).

The analysis of spatio-temporal parameters in the study groups showed a distinct decrease in the values of a number of variables such as cadence, step length, walking speed and stride length compared to the control group. However, the double support phase, step time, and stride time were elongated.



Ryc. 2. Zmiany kątowe w stawie kolanowym w płaszczyźnie czołowej

Fig. 2. Angular changes in knee joint, frontal plane



Ryc. 3. Zmiany kątowe w stawie kolanowym w płaszczyźnie poprzecznej
Fig. 3. Angular changes in knee joint, transverse plane

Tab. 2. Parametry czasowo-przestrzenne
Tab. 2. Spatio-temporal parameters

parametry czasowo-przestrzenne spatio-temporal parameters	kolana koślawe valgus knees	kolana szpotawe varus knees	norma biomechaniczna biomechanically normal controls
Cadence [steps/min]	93.2±1.5	93.1 ±1.5	113±9.68
Double support [s]	0.45±0.17	0.52±0.46	0.19±0.02
Single support [s]	0.44±0.06	0.41±0.06	0.47±0.02
Step length [m]	0.48±0.1	0.46±0.2	0.69±0.045
Step time [s]	0.64±0.076	0.69±0.24	0.54±0.051
Stride length [m]	0.96±0.22	0.98±0.24	1.38±0.09
Stride time [s]	1.31±0.21	1.32±0.22	1.07±0.09
Walking speed [m/s]	0.77±0.23	0.79±0.25	1.30±0.14

Analiza statystyczna

W tabeli zebrane zostały wyniki testu kolejności par Wilcoxon. Zaznaczone wyniki są istotne z $p < 0,05$ (Tab. 3).

Spośród analizowanych zmiennych, jedynie zależność pomiędzy zmianami kątowymi w płaszczyźnie strzałkowej w grupie osób z koślawymi kolanami i normą biomechaniczną nie okazały się znamienne na poziomie $p < 0,05$.

Porównanie statystycznej istotności różnic pomiędzy analogicznymi zmiennymi w grupie osób z kolanami szpotawymi i normą biomechaniczną, wskazuje na występowanie istotnych różnic $p = 0,004339$.

Porównanie pozostałych zmiennych w płaszczyznach czołowej i poprzecznej pozwala na wyciągnię-

Statistical analysis

The table contains the results of Wilcoxon test-based analysis. Marked results are statistically significant at $p < 0.05$ (Tab. 3).

Of the analyzed variables, only the relationship between angular changes in the sagittal plane between the valgus group and the biomechanical normal control group did not prove statistically significant at $p < 0.05$.

A comparison of the statistical significance of differences between analogous variables in the varus group and the biomechanical normal controls shows that the differences were statistically significant at $p = 0.004339$.

A comparison of the remaining variables studied in the frontal and transverse planes allowed a con-

Tab. 3. Wyniki testu kolejności par Wilcoxon (wyniki istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$)
 Tab. 3. Results of Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test (statistically significant at $p < 0.05$)

Zmienne Variables	Z	Komputerowy poziom p Computer- based p.value
Koś flex/ext & Norma flex/ext Valg lex/ext & normal flex/ext	1.063718	0.287457
Szp flex/ext & Norma flex/ext Var flex/ext & normal flex/ext	2.852390	0.004339
Koś valg/var & Norma Valg/var Valg valg/var & normal valg/var	8.071044	0.000000
Szp valg/var & Norma Valg/var Var valg/var & normal valg/var	8.531763	0.000000
Koś rot int/ext & Norma Rot int/ext Valg int/ext rot & normal int/ext rot	8.724858	0.000000
Szp rot int/ext & Norma Rot int/ext Var int/rext rot & normal int/ext rot	8.724858	0.000000

cie z wysokim prawdopodobieństwem ($p < 0,001$) wniosków o występowaniu pomiędzy nimi znamienych różnic statystycznych.

DYSKUSJA

Analizując wyniki badań lokomocji u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi można zauważyć wpływ schorzenia na schemat pracy stawów kolanowych w trzech płaszczyznach ruchu, zarówno w przypadku kolan szpotawych, jak i koślawych. Stawy kolanowe pracują symetrycznie, ale zakres ruchu wyraźnie odbiega od prawidłowego wzorca lokomocji. Bardzo wyraźnie zaznacza się rotacja zewnętrzna stawów, potwierdza się również niewielki przykurcz zgięciowy w fazie stancy, który jest jednym z objawów klinicznych, charakteryzujących gonartrozę [1]. Odwrotny wzorec ruchowy stawu kolanowego (w fazie initial swing i midswing), zarówno w grupie kolan szpotawych, jak i koślawych jak dotąd nie był opisywany w literaturze. Również badania Manetty i wsp. [10] nie potwierdzają ograniczenia ruchu w stawie kolanowym.

Schorzenie stawów kolanowych wpłynęło również na zmianę wartości parametrów czasowo-przestrzennych [12]. Pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi charakteryzuje typowy chód antalgiczny, czyli skrócenie fazy swing, a wydłużenie fazy stancy. Uzyskane wyniki, które w znaczny stopniu odbiegają od normy biomechanicznej, są spowodowane dolegliwościami bólowymi, wynikającymi z zaawansowanych zmian chorobowych w stawach. Mniejsza liczba oraz długość kroków, zmniejszona prędkość chodu, jak również wydłużenie fazy podparcia wpłynęło na wydłużenie cyklu chodu.

Uzyskane wyniki badań parametrów czasowo-przestrzennych są zgodne z wynikami otrzymanymi w badaniach przeprowadzonych przez Börjessona i wsp. [9] oraz Messiera i wsp. [8]. U badanych osób

conclusion that differences between them were statistically significant with a high probability ($p < 0.001$).

DISCUSSION

The results of examinations of locomotion patterns in the patients with degenerative changes in the knee joint show how the disease affected the pattern of knee joint work in three planes of movement in the case of both varus and valgus deformity. Knee joints worked symmetrically, but the range of motion clearly deviated from the normal locomotion pattern. There was distinct external rotation of the joints, and the presence of a slight flexion contracture was also confirmed in the stance phase, which is a clinical sign characteristic of gonarthrosis [1]. A reversal of the locomotion pattern of the knee joint (in the initial swing and midswing phases), in both the varus and valgus group has not been previously described in the literature. The study by Manetta et al. [10] also did not confirm the presence of movement restriction in the knee joint.

Gonarthrosis also affected the values of spatio-temporal parameters [12]. Patients with degenerative joint disease present with a typical antalgic gait i.e. shortening of the swing phase and a prolongation of the stance phase. The results obtained in this study differed substantially from the biomechanical norm, which was due to pain resulting from advanced pathological changes within the joints. A smaller number of steps and step length, decreased walking speed, as well as an increase in the stance phase led to lengthening of stride time.

The results concerning spatio-temporal parameters are in agreement with those published by Börjesson et al. [9] and Messier et al. [8]. Our subjects demonstrated a decrease in the walking speed, short-

odnotowano spadek szybkości chodu, skrócenie długości kroku oraz zmniejszoną częstotliwość kroków, jak również skrócenie fazy pojedynczego podparcia po stronie kończyny zmienionej chorobowo. Podobne wyniki danych parametrów uzyskane zostały przez Kaufmana i wsp. [1], Erdmanna i wsp. [11] oraz Otsuki i wsp. [12].

W świetle analizy powyższych wyników badań lokomocji, jak i przyczynkowej interpretacji parametrów czasowo-przestrzennych chodu oraz zmian kątowych w stawach kończyn dolnych u osób przed artroplastyką stawu kolanowego, w odniesieniu do całego biomechanizmu, uzasadnione wydaje się podjęcie badań mających na celu określenie schematu pracy stawów kolanowych u pacjentów ze zmianami zwyrodnieniowymi, z wykorzystaniem wyników trójwymiarowej analizy ruchu, koncentrującej się na eksponowaniu wzajemnych uwarunkowań segmentów ciała w trzech płaszczyznach.

Wobec kontrowersyjnych wyników badań niektórych autorów zajmujących się określeniem stereotypu chodu u osób z osteoartrozą, celowa staje się dokładna weryfikacja zmian zachodzących w stawie kolanowym przed artroplastyką stawu, która będzie miała istotne znaczenie w zaplanowaniu i doborze leczenia usprawniającego u tych chorych.

WNIOSKI

1. Choroba zwyrodnieniowa stawów kolanowych w znacznym stopniu wpływa na prawidłowy stereotyp chodu, powodując odstępstwa od normy biomechanicznej w zakresie zmian kątowych stawów kolanowych w trzech płaszczyznach ruchu.
2. Zmieniony wzorzec ruchowy najwyraźniej uwidocznił się w płaszczyźnie czołowej i poprzecznej.
3. W wyniku schorzenia zmiany ulegają również wartości poszczególnych parametrów czasowo-przestrzennych.
4. Analiza statystyczna wykazała istotne różnice statystyczne ($p < 0,05$) pomiędzy normą a zmiennymi w płaszczyznach czołowej i poprzecznej oraz w płaszczyźnie strzałkowej w grupie osób z kolanami szpotawymi.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Deluzio KJ, Wyss UP, Zee B, Costigan A, Sorbie C. Principal component models of knee kinematics and kinetics: Normal vs. pathological gait patterns. *Hum Mov Sci* 1997; 16: 201-217.
2. Kaufman KR, Huges C, Morrey BF, Morrey M, An K – N. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis, *J Biomech* 2001; 34: 907-915.
3. Yu S, Stuart MJ, Kienbacher T, Growney ES, An K – N. Valgus – varus motion of the knee in normal level walking and stair climbing. *Clin Biomech* 1997; 12 (5): 286-293.
4. Andriacchi TP, Alexander EJ. Studies of human locomotion: past, present and future. *J Biomech* 2000; 33: 1217-1224.
5. Perry J. Gait analysis. Thorofare, SLACK 1992

ening of step length, decreased cadence, as well as shortening of the single support phase in the affected limb. Similar results concerning these parameters were obtained by Kaufman et al. [1], Erdmann et al. [11], and Otsuki et al. [12].

Analysis of the above results and contributory interpretation of spatio-temporal gait parameters and angular changes in the joints of the lower limbs in subjects before knee arthroplasty in relation to the biomechanism as a whole, it seems advisable to undertake studies aimed at the description of knee joint work pattern in patients with degenerative changes based on three-dimensional analysis of locomotion focusing on exposing mutual dependence between body segments in three planes.

Taking into account discrepancies in the results of studies carried out by various authors working to determine the gait pattern in patients with gonarthrosis, precise verification of changes occurring in the knee joints before arthroplasty is of importance since it can affect the planning and choice of rehabilitation therapy in these patients.

CONCLUSIONS

1. Degenerative disease of the knee joints markedly affects the normal gait pattern, resulting in deviations from the biomechanical norm with regard to angular changes in the knee joints in the three planes of movement.
2. The abnormal locomotion pattern was most evident in the frontal and transverse planes.
3. Gonarthrosis also changed the values of particular spatio-temporal parameters.
4. Statistical analysis revealed significant ($p < 0.05$) differences from the biomechanical norm in variables determined in the frontal and transverse planes, and in the sagittal plane in the group with a varus knee deformity.

6. Allard P, Cappozzo A, Lundberg A, Vaughan CL. Three – dimensional Analysis of Human Locomotion, Wiley et Sons New York 1997
7. Allard P, Stokes IAF, Blachi JP. Three – dimensional Analysis of Human Movement, Human Kinetics, New York 1995
8. Messier SP, DeVita P, Cowan RE, Seay J, Young HC, Marsh AP. Do older Adults with knee osteoarthritis place greater loads on the knee during gait? A preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 703-709.
9. 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. *Knee* 2005; 12: 121-127.
10. Manetta J, Franz LH, Moon C, Perell KL, Fang M. Comparison of hip and knee muscle moment in subject with and without knee pain, *Gait Posture* 2002; 16: 249-254.
11. Erdmann WS, Prętkiewicz – Abacajew E, Cieśla P. Kinematyczne parametry chodu w przypadku szpotawości kolan w aspekcie usprawniania leczniczego, *Fizjoterapia* 1995; 3 (3): 40-43.
12. Otsuki T, Nawata K, Okuno M. Quantitative evaluation of gait pattern in patients with osteoarthritis of the knee before and after total knee arthroplasty. *Gait analysis using a pressure measuring system. J Orthop Sci* 1999; 4: 99-105.