

Aleksandra ŚNIEŻEK, Studenckie Koło Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice
Arkadiusz MEŻYK, Robert MICHNIK, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

ANALIZA DYNAMIKI I KINEMATYKI CHODU PRAWDŁOWEGO

Streszczenie. W pracy wykorzystano system do analizy ruchu APAS oraz platformy dynamometryczne firmy Kistler do wyznaczenia wielkości kinematycznych oraz sił reakcji podłoża podczas chodu prawidłowego. Badania doświadczalne objęły grupę 15 zdrowych osób i realizowane były dla chodu z różnymi prędkościami (chód wolny, normalny i szybki). Uzyskane wyniki zostały poddane analizie w autorskim programie GAIT napisanym w środowisku MatLab.

1. WSTĘP

Badania ruchu kończyn dolnych człowieka, z wykorzystaniem systemów pomiaru przemieszczenia, mają na celu opracowanie kinematycznych i dynamicznych zależności występujących podczas wykonywania czynności ruchu np. chodzenia, biegania. Dane uzyskane na tej drodze niezbędne są do określenia obciążeń występujących podczas ruchu, zarówno człowieka zdrowego jak i z niedowładem kończyn dolnych, lub protezowanego. Często wykorzystuje się je w usuwaniu i korygowaniu nieprawidłowości poruszania się człowieka oraz do prawidłowego kształtowania protez i endoprotez. Systemy do pomiaru przemieszczenia można podzielić na: systemy optoelektroniczne, ultradźwiękowe, magnetyczne oraz elektromechaniczne.[1]

W poniższej pracy został wykorzystany system analizy ruchu APAS (pomiar parametrów kinematycznych) oraz platformy dynamometryczne (pomiar sił reakcji podłoża). Badania doświadczalne przeprowadzone zostały w Górnośląskim Centrum Rehabilitacji w Tarnowskich Górach i objęły grupę piętnastu osób.

2. CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy była analiza wielkości kinematycznych i sił reakcji podłoża podczas chodu prawidłowego. Analiza została przeprowadzona przy wykorzystaniu systemu do analizy ruchu APAS (Ariel Performance Analysis System) oraz oprogramowania BioWare.

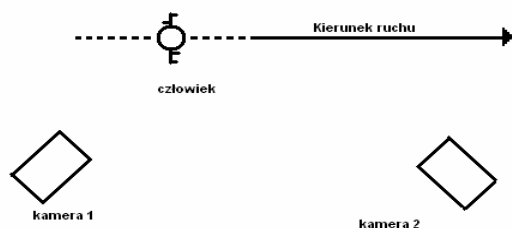
Zakres pracy obejmował badania chodu prawidłowego realizowanego z różnymi prędkościami (chodu wolnego, normalnego i szybkiego) oraz wchodzenia i schodzenia ze schodków.

3. METODYKA BADAŃ

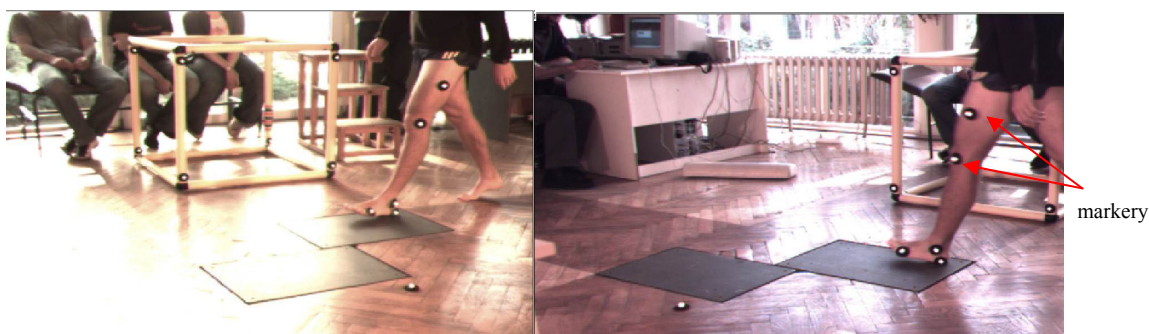
3.1. Pomiar parametrów kinematycznych (wideorejestracja)

Najpopularniejszymi metodami w analizie kinematyki ruchu kończyn człowieka są tzw. metody fotogrametryczne, polegające na rejestrowaniu ruchu kończyn za pomocą różnych urządzeń rejestrujących. Najczęściej stosowaną jest metoda wideorejestracji.[5]

W metodzie tej wykorzystywane są systemy automatycznie śledzące ruch markerów pokrytych wysoce odbliaskowym materiałem. Najważniejsze w tej metodzie jest odpowiednie rozmieszczenie kamer oraz innych wykorzystywanych w trakcie filmowania urządzeń tak by przez cały czas nagrywania filmu wszystkie markery były widoczne. Dzięki temu możemy dokonać pomiaru przemieszczeń, prędkości oraz przyspieszeń badanych części ciała.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego



Rys. 2. Widok osoby badanej z perspektywy dwóch kamer

Na potrzeby analizy wyników przed każdym badaniem zbierane były dane (wiek, waga, wzrost) osób przystępujących do badania. W celu identyfikacji położenia poszczególnych stawów kończyny dolnej w programie APAS za pomocą markerów zaznaczano charakterystyczne punkty (pięta, palce stopy, staw skokowy, staw kolanowy oraz środek uda).

Ruch każdej osoby rejestrowany był za pomocą dwóch kamer cyfrowych. W celu wyeliminowania wpływu obuwia na badanie przejścia po platformach odbywały się boso. Badania realizowano dla chodu wolnego, z normalną prędkością, chodu wolnego oraz wchodzenia i schodzenia ze schodów.

3.2. Pomiary na platformach dynamometrycznych

Platformy dynamometryczne firmy Kistlera są najczęściej używane do wyznaczania reakcji podłoża podczas chodu. Sprzęt wykorzystuje cztery pizoelektryczne przetworniki, znajdujące się na rogach platformy do mierzenia oddziaływujących sił. Platformy te umożliwiają pomiar trzech składowych sił reakcji podłoża (F_x , F_y i F_z) w zakresie od -10kN do 20kN oraz wyznaczenie wektora siły wypadkowej (wartości, punktu przyłożenia i kąta nachylenia tej siły). [4]



Rys.3. Stacjonarna platforma firmy Kistler

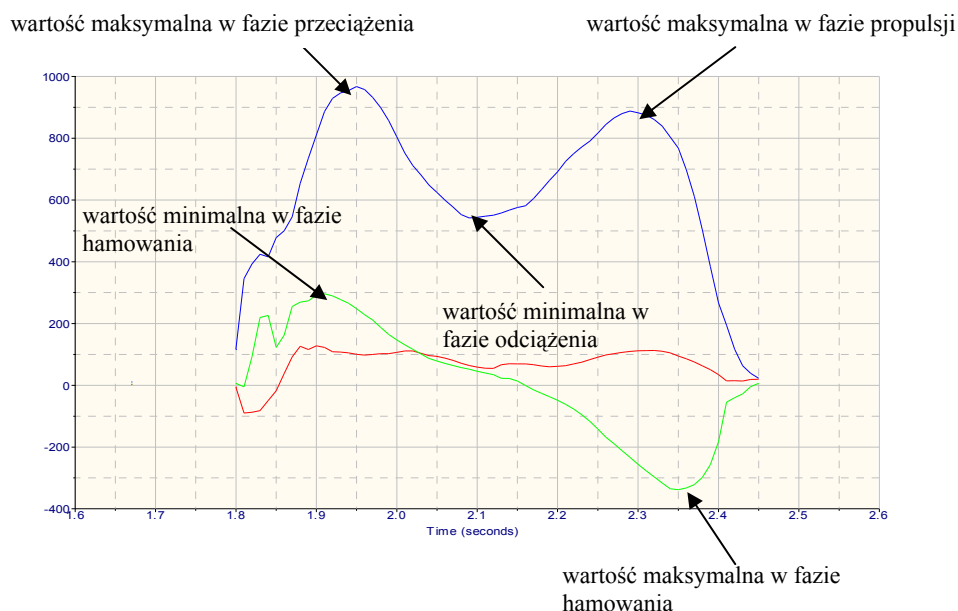
3.3. Analizowane wielkości

Wyniki uzyskane z pomiarów doświadczalnych przy wykorzystaniu systemu APAS i programu BioWare zostały przeanalizowane w programie GAIT. Z grupy wielkości kinematycznych analizowano:

- długość kroku,
- średnia prędkość chodu,
- czas trwania cyklu chodu.

W przypadku pomiarów sił reakcji podłoża analiza została przeprowadzona podstawie następujących wielkości:

- wartość maksymalna w fazie przeciążenia,
- wartość minimalna w fazie odciążenia,
- wartość maksymalna w fazie propulsji,
- wartość minimalna w fazie hamowania,
- wartość maksymalna w fazie hamowania.



Rys. 4. Składowe reakcje podłoża podczas chodu

4. UZYSKANE WYNIKI BADAŃ

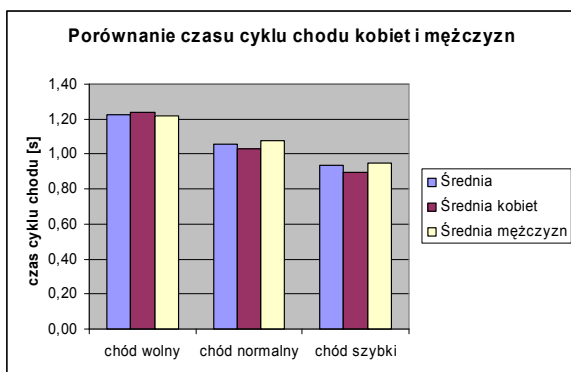
W tabeli 1, zestawiono: wiek, wzrost oraz wagę oraz wskaźnik BMI badanych osób.

Tabela 1: Dane badanych osób.

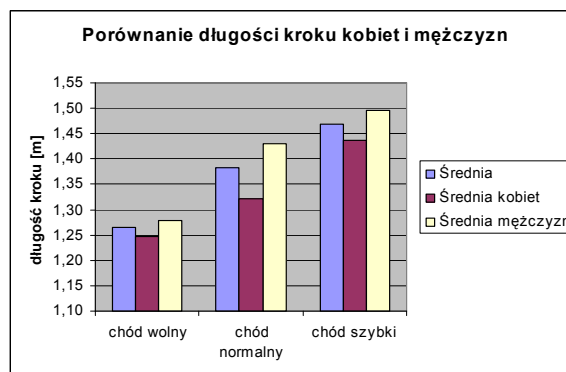
Badany	Wiek	Wzrost [m]	Waga [kg]	BMI	Płeć
1.	22	1,87	76	21,73	M
2.	22	1,75	61	19,92	M
3.	22	1,84	95	28,06	M
4.	23	1,74	73	24,11	M
6.	21	1,85	76	22,21	M
7.	22	1,7	66	22,84	K
8.	23	1,86	82	23,70	M
9.	22	1,63	53	19,95	K
10.	22	1,87	71	20,30	M
11.	22	1,74	60	19,82	K
12.	22	1,68	98	34,72	K
13.	22	1,67	69	24,74	K
14.	22	1,72	85	28,73	M
15.	22	1,85	98	28,63	K

4.1. Porównanie czasu cyklu chodu, długości kroku i prędkości chodu

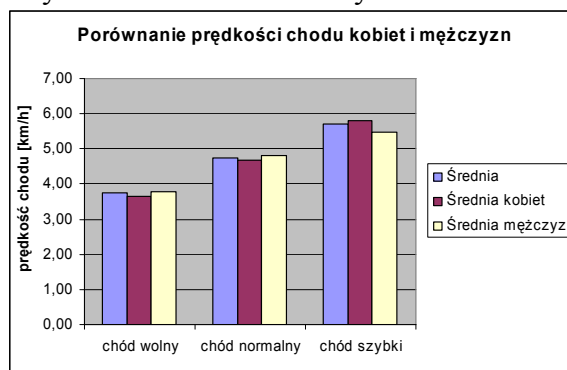
Poniższe rysunki przedstawiają porównanie czasu cyklu chodu, długości kroku oraz prędkości chodu dla kobiet i mężczyzn z uwzględnieniem różnych prędkości chodu.



Rys. 5. Porównanie czasu cyklu chodu



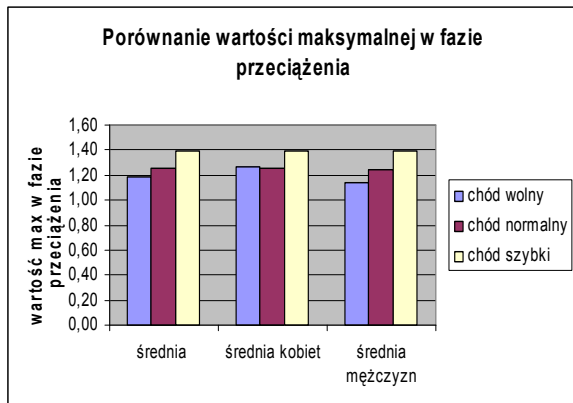
Rys. 6. Porównanie długości kroku



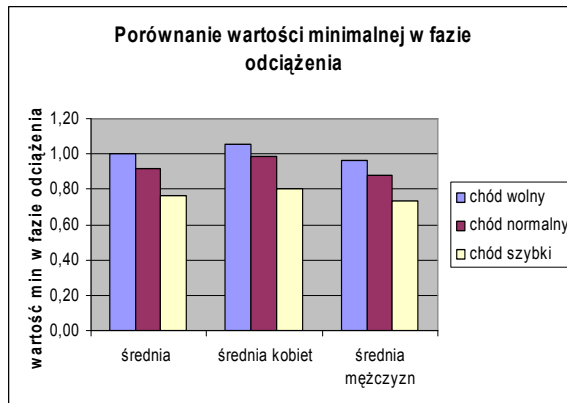
Rys. 7. Porównanie prędkości chodu

4.2. Porównanie wartości reakcji podłoża

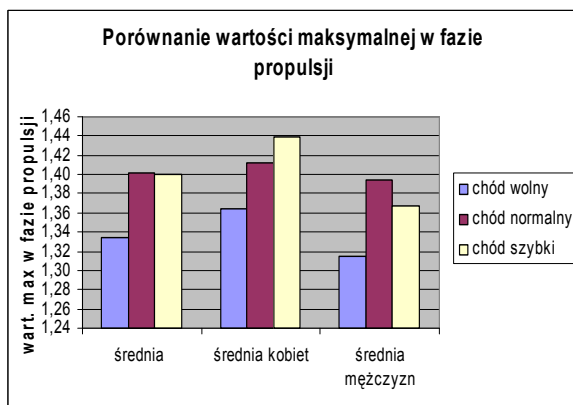
Poniższe rysunki przedstawiają porównanie wartości składowych sił reakcji podłoża. Porównanie to zostało wykonane z podziałem na kobiety i mężczyzn oraz według prędkości chodu.



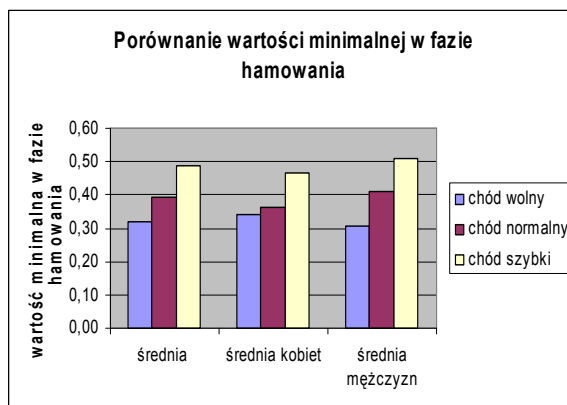
Rys. 8. Porównanie wartości maksymalnej w fazie przeciążenia



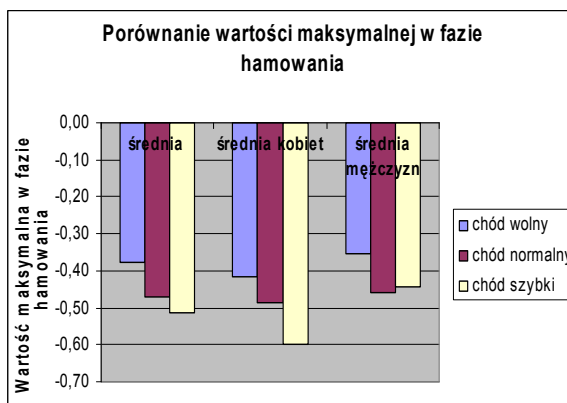
Rys. 9. Porównanie wartości minimalnej w fazie odciążenia



Rys. 10. Porównanie wartości maksymalnej w fazie propulsji



Rys. 11. Porównanie wartości minimalnej w fazie hamowania



Rys. 12. Porównanie wartości maksymalnej w fazie hamowania

5. ANALIZA OTRZYMANYCH WYNIKÓW

Analizując wykresy przedstawiające porównanie parametrów chodu dla kobiet i mężczyzn widzimy, że czas cyklu chodu różni się nieznacznie pomiędzy kobietami i mężczyznami. Obserwujemy to w każdym przypadku chodu (przy każdej prędkości). Znaczące różnice obserwujemy w długości kroku, we wszystkich trzech przypadkach chodu mężczyźni stawiają dłuższe kroki niż kobiety. Analizując wykres prędkości chodu zaobserwować możemy iż w przypadku chodu wolnego i normalnego mężczyźni stawiają dłuższe kroki. Jeśli chodzi o przypadek chodu szybkiego to znowu kobiety stawiały dłuższe kroki.

W przypadku analizy wartości składowych reakcji podłoża możemy zauważyć, że wartości rozkładają się równomiernie według prędkości chodu i są zbliżone dla kobiet i mężczyzn. Wyraźną różnicę zauważamy u mężczyzn w czasie propulsji. Wartość ta jest wyraźnie mniejsza niż u kobiet, obserwowana w czasie chodu normalnego i szybkiego. W fazie hamowania wartość maksymalna jest u mężczyzn wyraźnie mniejsza niż w przypadku tej samej fazy u kobiet.

6. PODSUMOWANIE

W pracy zostały przedstawione wyniki badań chodu prawidłowego. Analizowany był chód wolny, normalny i szybki. Wyniki badań posłużyć mają do wyznaczenia normy stanowiącej odniesienie w badaniach chodu patologicznego. Kolejnym etapem pracy będzie analiza wchodzenia i schodzenia ze schodków.

LITERATURA

- [1] Burcan J.: Laboratorium z aparatury medycznej. Łódź 2005
- [2] Będziński R.: Biomechanika inżynierska : zagadnienia wybrane. Oficyna Wydaw. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997
- [3] Dworak L. B.: Niektóre metody badawcze biomechaniki i ich zastosowania w sporcie, medycynie i ergonomii, Poznań 1991
- [4] http://www.awf.wroc.pl/awfnew/site.php?ID=Skb_pab (16.01.2007)
- [5] Tejszerska D., Świtoński E.: Biomechanika inżynierska : zagadnienia wybrane. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004

ANALYSIS OF DYNAMICS AND KINEMATICS OF CORRECT GAIT

Summary. Measurements were done using videoregistration method and researches on the Kistler platforms. Results of experimental measurements were analyzed with GAIT application written in MatLab programming language, with support of Ariel Performance Analysis System and BioWare Software. Analysis of those results shows differences in regular gait of man and women measured in different speeds of walking (slow, normal, fast).