

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MODUŁ: BIOMECHANIKA CHODU

Jednostka dydaktyczna A: BIOMECHANIKA CHODU

NORMALNEGO



## SPIS TREŚCI

- Główne cele
- Zarys historii biomechanicznej analizy chodu
- Chód prawidłowy – podstawowe definicje
- Opis chodu prawidłowego
- Atrybuty i wyznaczniki chodu
- Wielkości czasowo-przestrzenne opisujące biomechanikę chodu
- Wielkości kinematyczne opisujące biomechanikę chodu
- Wielkości dynamiczne opisujące biomechanikę chodu – reakcje podłoża
- Inne wielkości dynamiczne opisujące biomechanikę chodu
- Praca mięśni podczas chodu
- Kluczowe zagadnienia
- Bibliografia

## GŁÓWNE CELE

Dowiedzieć się jak definiuje się chód.

Dowiedzieć się jak opisuje się chód – podział na fazy.

Dowiedzieć się czym są atrybuty i determinanty chodu.

Dowiedzieć się jakie wielkości kinematyczne służą do opisu biomechaniki chodu oraz jakim zmianom podlegają ich wartości podczas cyklu chodu.

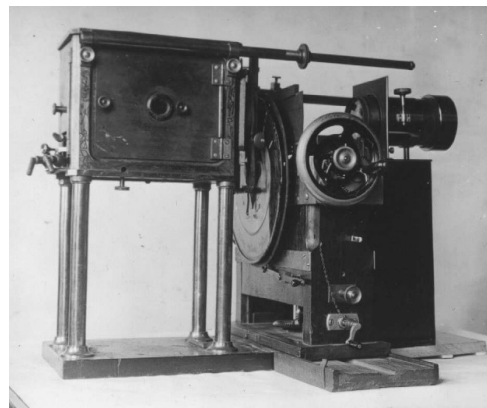
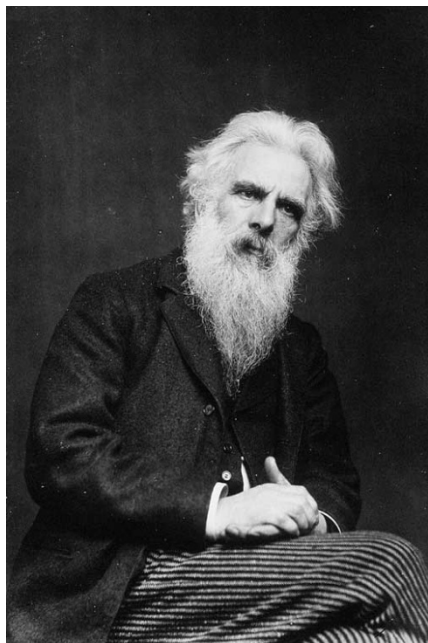
Dowiedzieć się jakie wielkości dynamiczne służą do opisu biomechaniki chodu oraz jakim zmianom podlegają ich wartości podczas cyklu chodu.

Dowiedzieć się jak wygląda praca mięśni podczas cyklu chodu.

# ZARYS HISTORII BIOMECHANICZNEJ ANALIZY CHODU

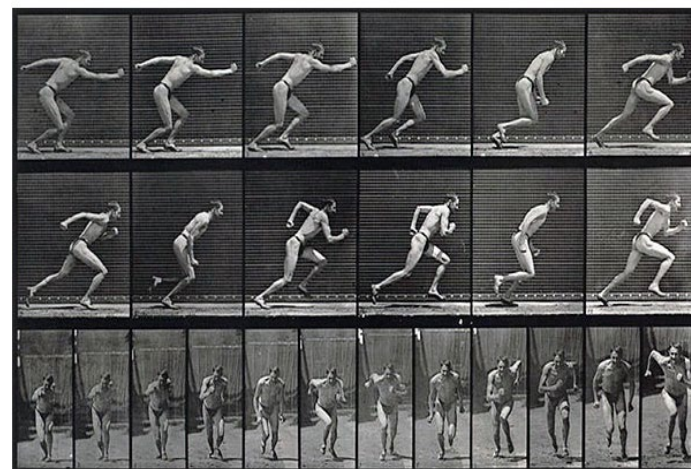


# ZARYS HISTORII BIOMECHANICZNEJ ANALIZY CHODU

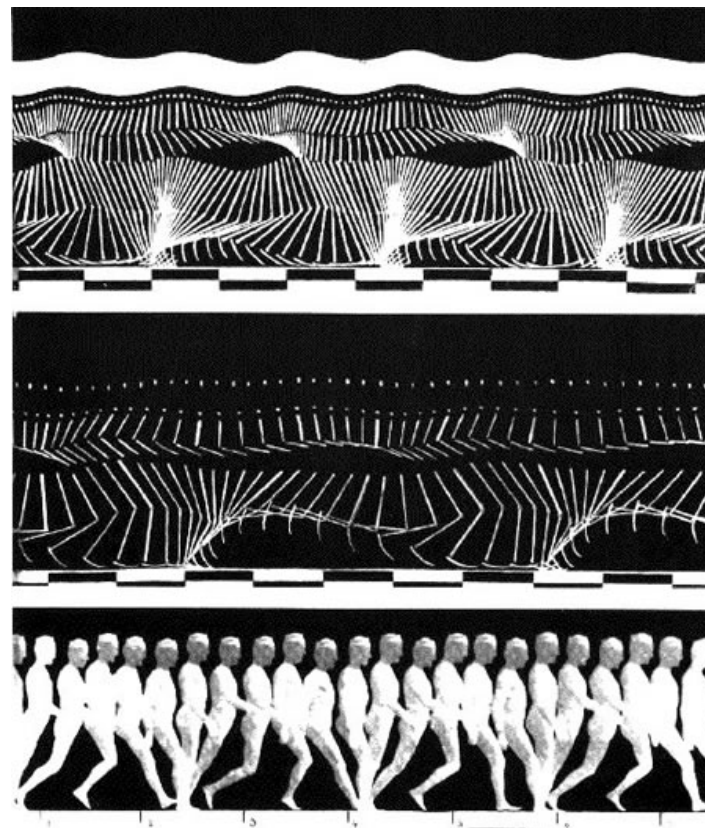


Projektor do wyświetlania „ruchomych” zdjęć

Eadweard Muybridge (1830-1904)



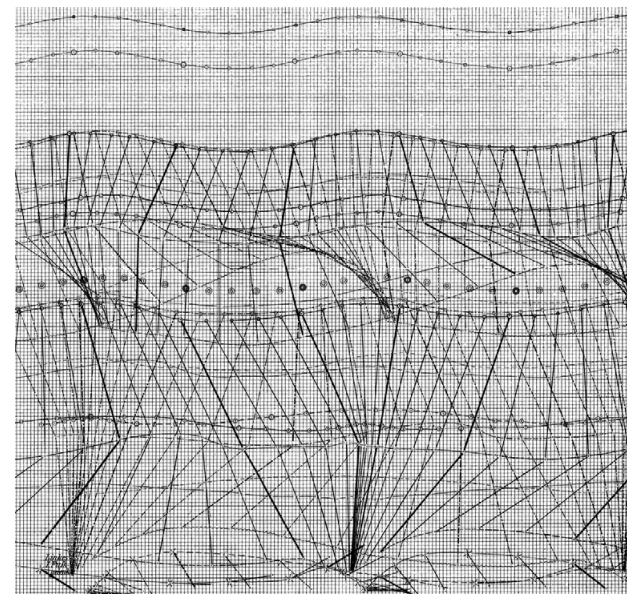
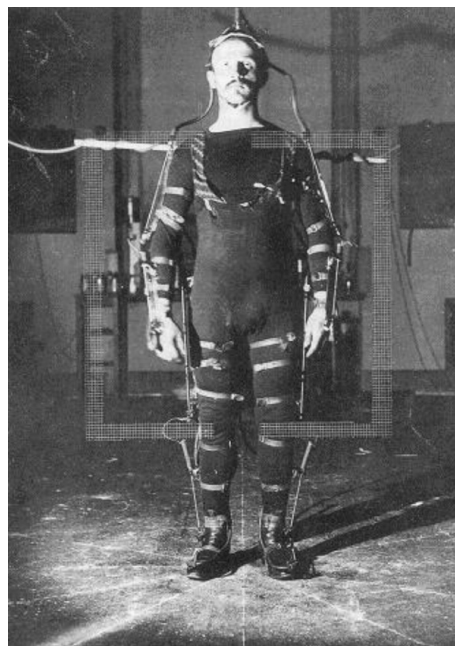
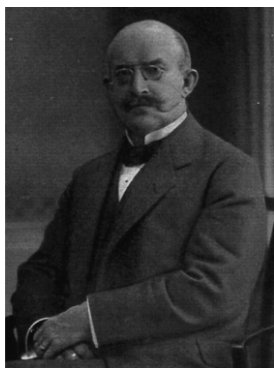
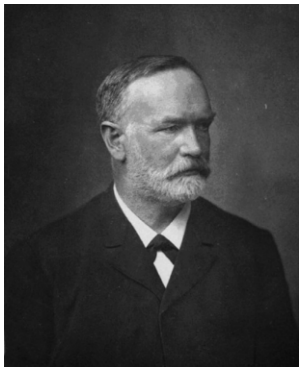
## ZARYS HISTORII BIOMECHANICZNEJ ANALIZY CHODU



**Kombinezon z odblaskowymi paskami stosowany w chronofotografii oraz pierwszy diagram chodu człowieka (1883)**

**Etienne Jules Marey (1830-1904)**

## ZARYS HISTORII BIOMECHANICZNEJ ANALIZY CHODU



**Wilhelm Braune (1831 – 1892)  
i Otto Fisher (1861 – 1917)**

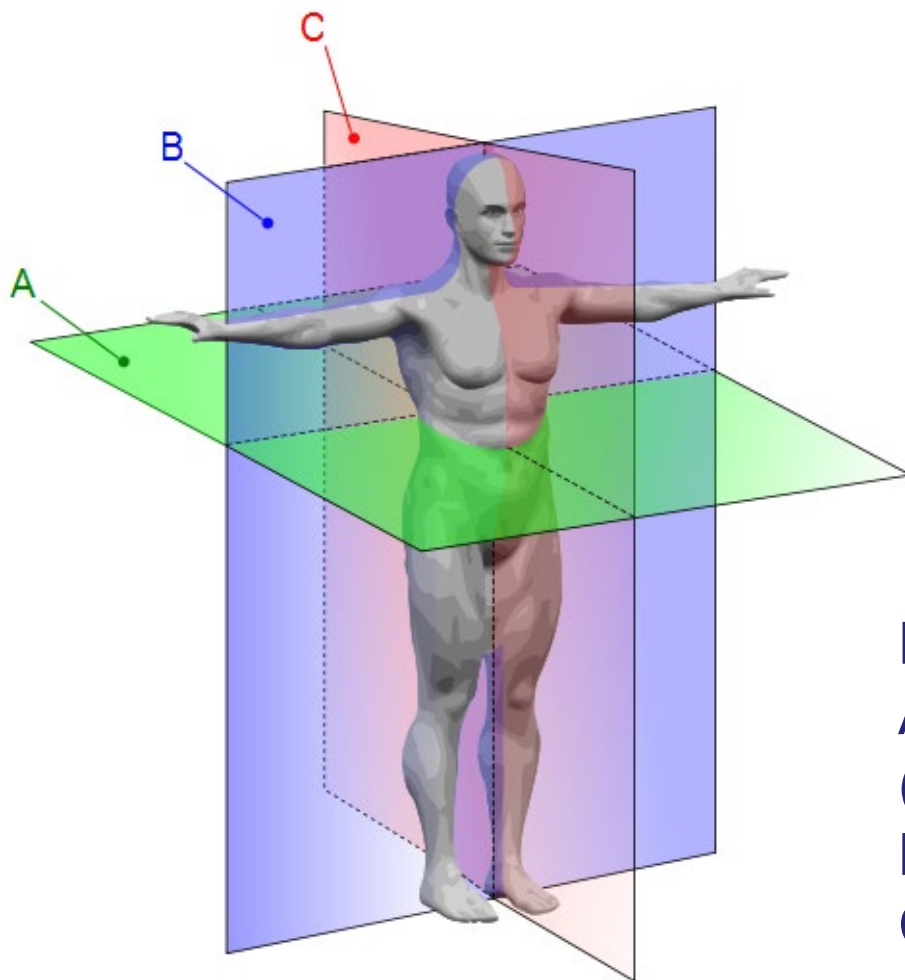
**Kombinezon oraz ręczny wykres kolejnych  
położeń kończyn dolnych (1891)**

## CHÓD PRAWIDŁOWY – PODSTAWOWE DEFINICJE

- Morecki definiuje lokomocję jako ruch prowadzący do zmiany zajmowanego przez obiekt miejsca w stosunku do przyjętego układu odniesienia.
- Błaszczyk natomiast definiuje pojęcie lokomocji człowieka w następujący sposób: „Lokomocja to proces aktywnego przemieszczania się organizmów związany z realizacją określonych potrzeb życiowych.
- Chód według Degi można zdefiniować jako naprzemienną utratę i odzyskiwanie równowagi w zmieniających się na przemian fazach podporu i wykroku kończyn dolnych.
- W zależności od zakresu szybkości przemieszczania się lokomocję dwunożną można podzielić na kilka form różniących się koordynacją ruchów poszczególnych segmentów ciała: chód, bieg, sprint, skoki”.



## CHÓD PRAWIDŁOWY – PODSTAWOWE DEFINICJE



Płaszczyzny ciała człowieka  
A – płaszczyzna pozioma  
(poprzeczna),  
B – płaszczyzna czołowa,  
C – płaszczyzna strzałkowa

## CHÓD PRAWIDŁOWY – PODSTAWOWE DEFINICJE

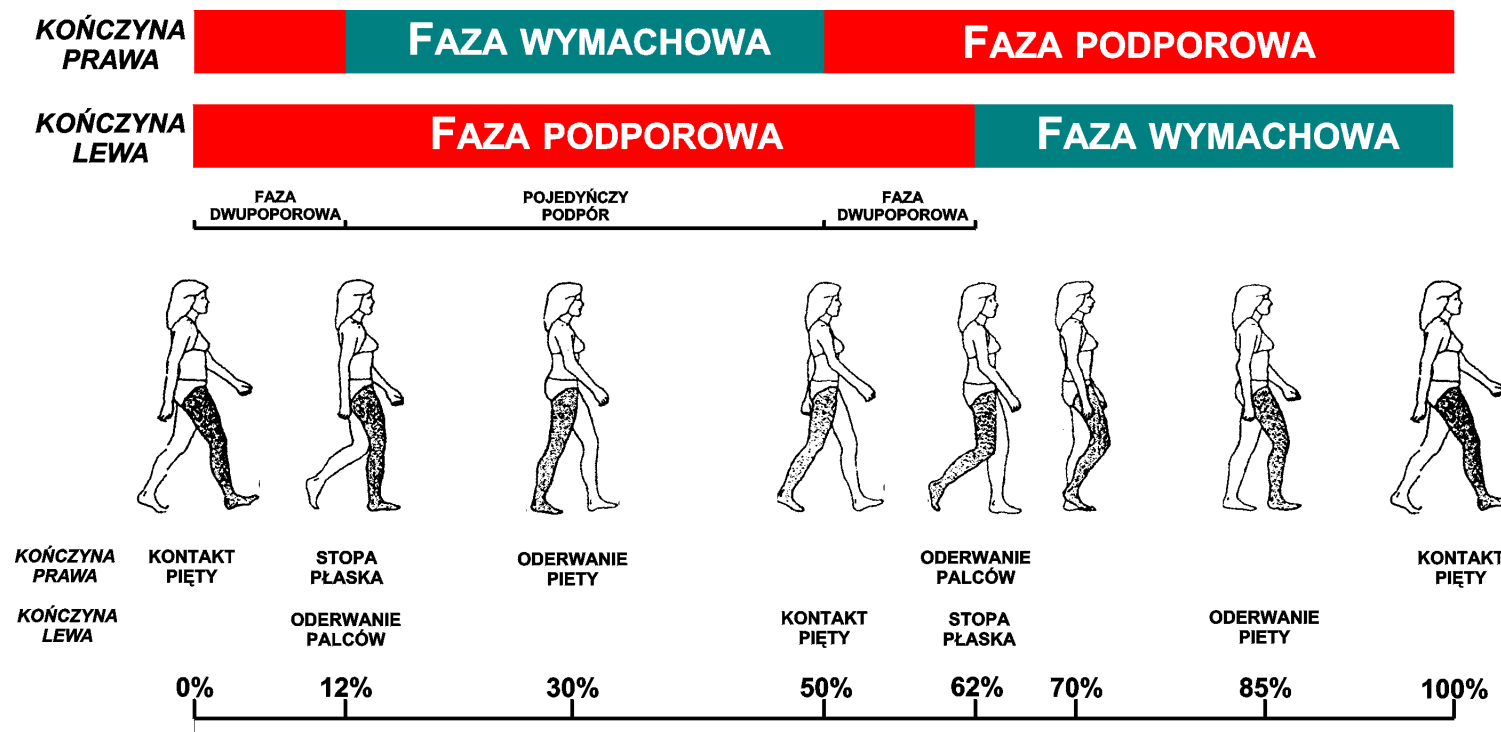
Analizę biomechaniczną chodu przeprowadza się zwykle w oparciu o tak zwany cykl chodu wykorzystując wielkości wyznaczone w trakcie badań doświadczalnych oraz z wykorzystaniem modeli matematycznych. W analizie biomechanicznej chodu najczęściej wykorzystuje się:

- atrybuty chodu,
- wyznaczniki chodu,
- wielkości czasowo przestrzenne,
- wielkości kinematyczne,
- wartości reakcji podłoża,
- wartości momentów sił mięśniowych działających na stawy,
- moc,
- aktywność bioelektryczna mięśni.

# OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO

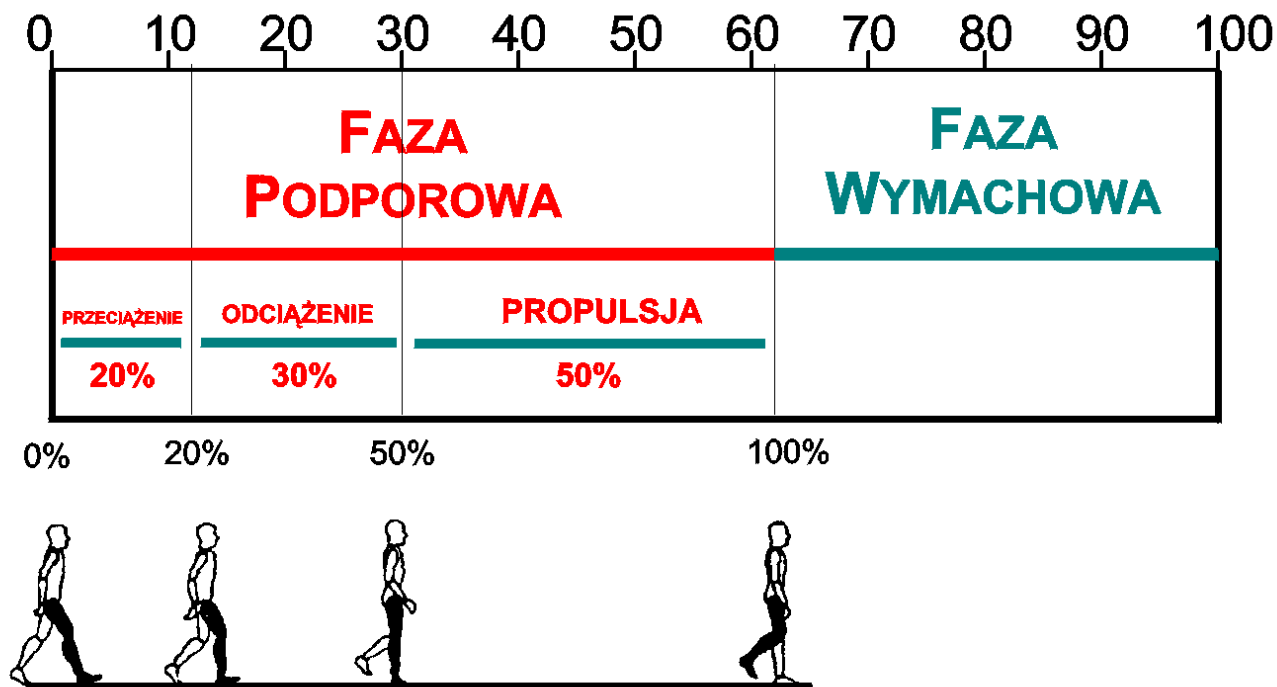


# OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO

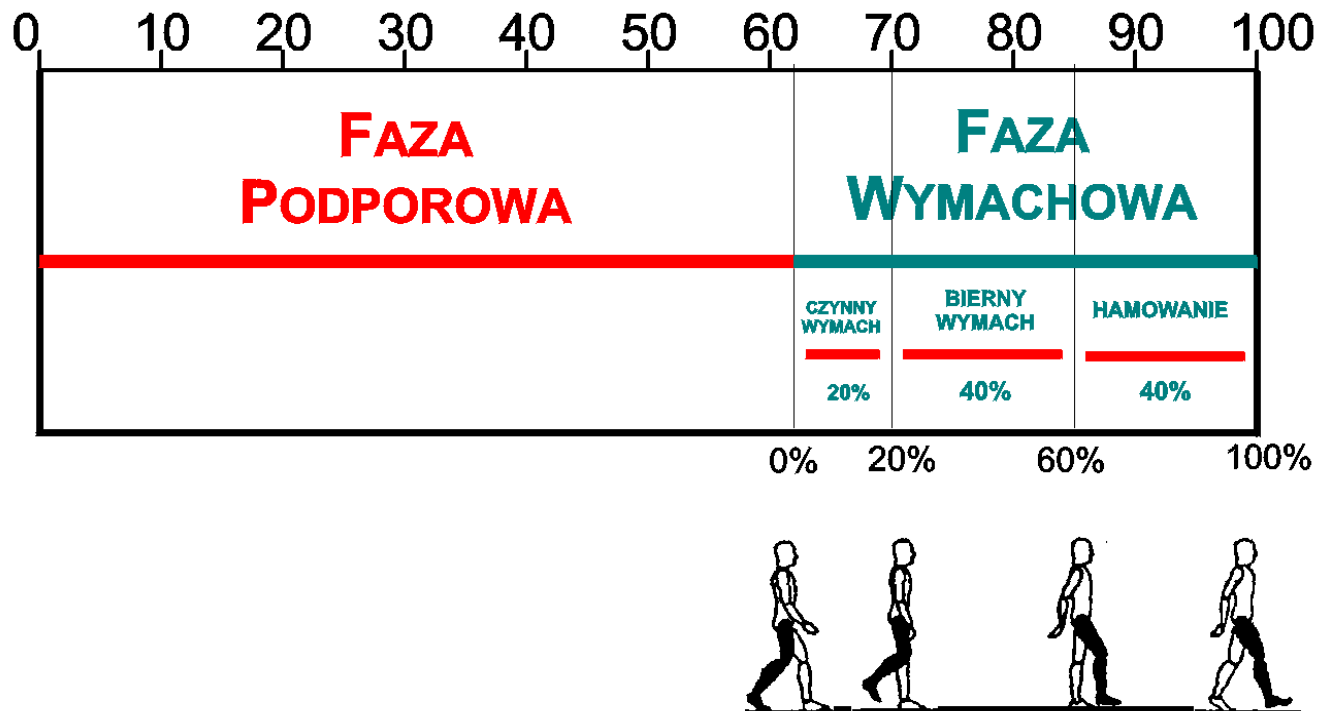


## Kolejne fazy chodu człowieka – nomenklatura tradycyjna

## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO



## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO



## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO

Dla chodu z przeciętną prędkością (około 4 km/h) pojedynczy cykl chodu trwa około 1,1 s,

- faza podporowa stanowi 62% cyklu,
- faza wymachowa około 38 %,
- faza dwupodporowa około 12%.

## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO

Podział fazy podporowej:

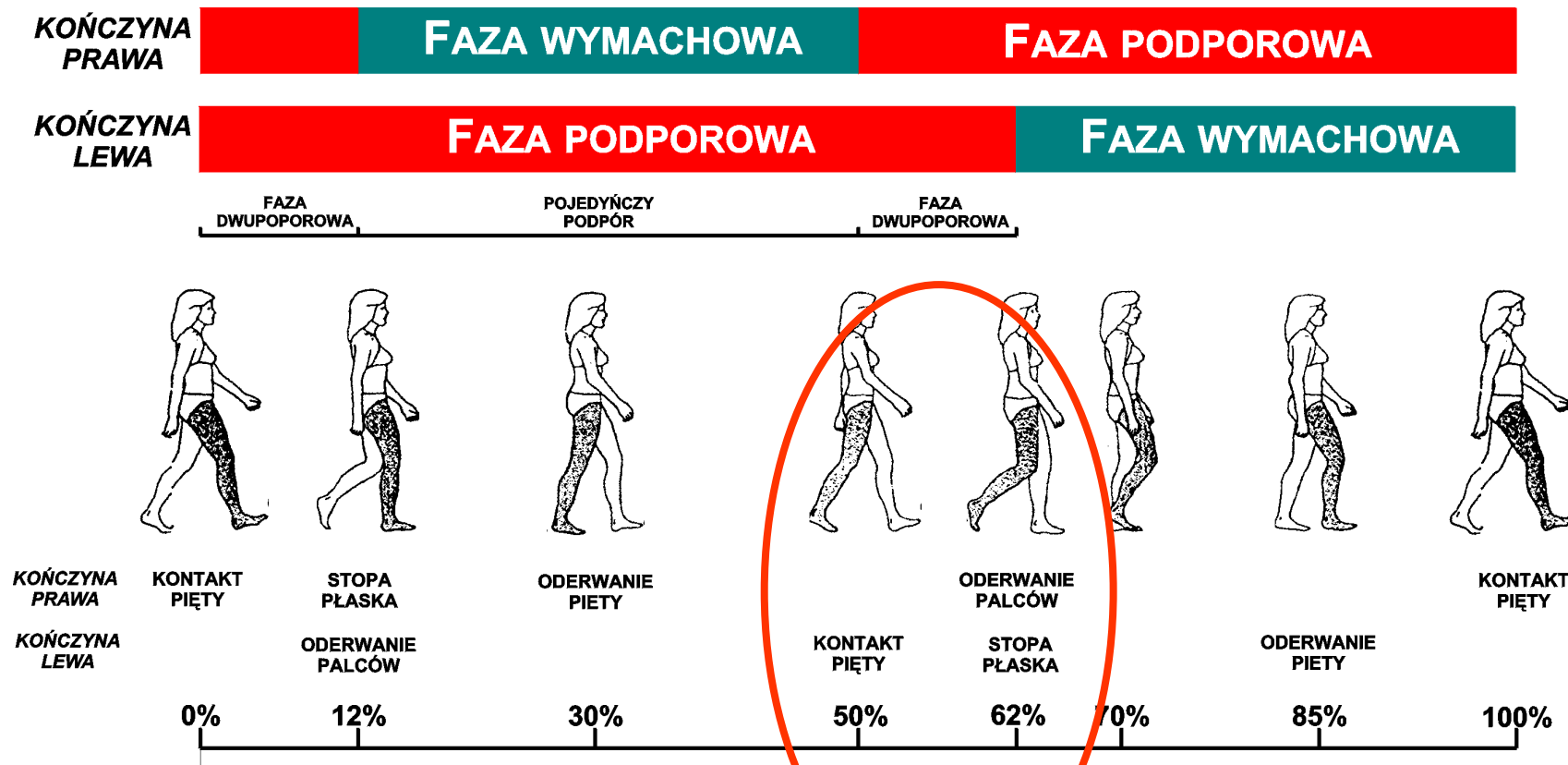
- faza przeciążenia (okres podporu na pięcie),
- faza odciążenia (okres podporu na całej stopie),
- faza propulsji – napędowa (okres podporu na przodostopiu i palcach).

Podział fazy wymachowej:

- faza czynnego wymachu
- faza biernego wymachu
- faza hamowania.



## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO

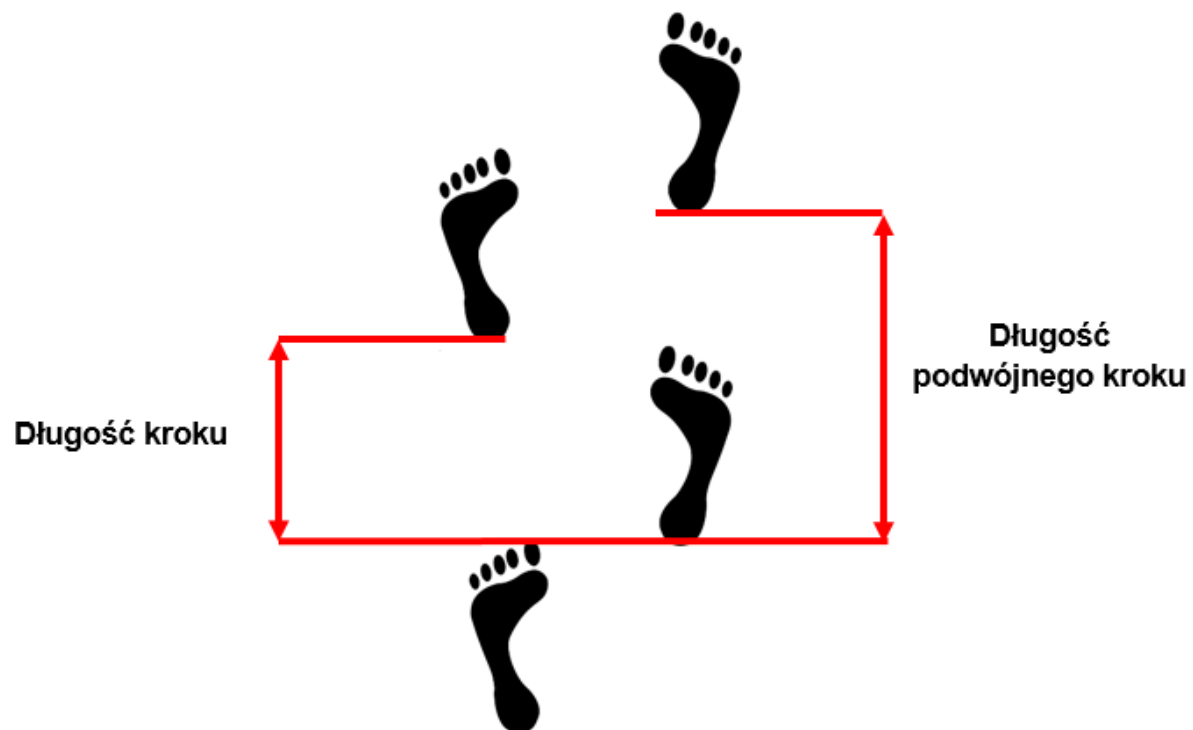


Faza dwupodporowa stanowi 10-12% cyklu chodu

## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO

- **rytm lokomocji (cadence)** – jest to liczba kroków wykonywana w przeciągu jednej minuty. Badania wykazały, że naturalny rytm lokomocji u kobiet wynosi średnio 122 kroki na minutę, natomiast u mężczyzn 116 kroków na minutę,
- **długość podwójnego kroku (stride length)** – jest to odległość pomiędzy kolejnymi, tymi samymi punktami podparcia tej samej kończyny, na przykład punktami, w których dana kończyna rozpoczynała fazę podporową lub kończyła fazę wymachową,
- **długość kroku (step length)** – jest to odległość pomiędzy wybranymi, ale tymi samymi punktami prawej i lewej kończyny, na przykład odległość pomiędzy położeniem pięty prawej i lewej kończyny. Długość kroku może być inna dla prawej i lewej kończyny.

## OPIS CHODU PRAWIDŁOWEGO



# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## ATRYBUTY CHODU

Można wyróżnić następujące 5 atrybutów chodu:

- Stabilność podparcia
- Prawidłowy prześwit pod stopą w fazie przenoszenia, czyli prawidłowe unoszenie kończyny. Za prawidłowy prześwit uważa się odległość około 18 cm.
- Odpowiednie ustawienie stopy przed początkiem fazy podporowej, która przy chodzie prawidłowym rozpoczyna się kontaktem pięty z podłożem.
- Odpowiednia długość kroku
- Minimalizacja zużycia energii

# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

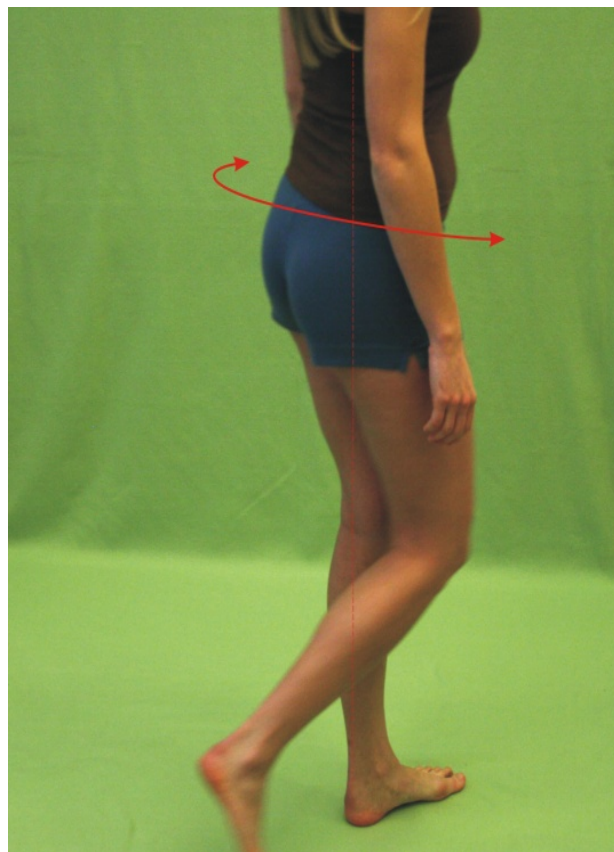
## DETERMINANTY CHODU

Wyróżnia się sześć wyznaczników chodu:

- Rotacja miednicy w płaszczyźnie poziomej
- Pochylenie miednicy w płaszczyźnie czołowej
- Ruchy boczne miednicy
- Zgięcie w stawie kolanowym podczas fazy podporu
- Skrócenie czynnościowe kończyny w fazie wymachu
- Ruch stopy oraz zmiany kątowe w stawie skokowo-goleniowego w płaszczyźnie strzałkowej

# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## Rotacja miednicy w płaszczyźnie poziomej



# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## Pochylenie miednicy w płaszczyźnie czołowej



# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## Ruchy boczne miednicy





# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## Zgięcie w kolanie podczas fazy podporu



# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## Skrócenie czynnościowe kończyny w fazie przenoszenia



# ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

## Ruchy stopy i stawu skokowo-goleniowego w płaszczyźnie strzałkowej

Prawidłowe ustawienie stopy, czyli prawidłowy kąt w stawie skokowo-goleniowym, podczas uderzenia pięty (zgięcie grzbietowe) oraz w chwili oderwania kończyny od podłoża (zgięcie podeszwowe) zwiększają efektywną długość kończyny dolnej.

## ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

### Prawidłowy chód musi spełniać następujące warunki

- kroki obu kończyn dolnych muszą mieć taką samą długość,
- czas obciążania obu kończyn dolnych musi być jednakowy,
- musi być zapewniona właściwa koordynacja całego tułowia oraz kończyn górnych z pracą kończyn dolnych. Polega ona na tym, że równocześnie z wykrokiem kończyny dolnej następuje rotacja tułowia w stronę tej kończyny połączone z wymachem kończyny górnej po tej samej stronie, co noga wykrocza,

## ATRYBUTY I WYZNACZNIKI CHODU

### Prawidłowy chód musi spełniać następujące warunki

- kontakt pięty z podłożem połączony jest z ruchem odwiedzenia stopy, który to ruch zapewnia właściwe ustawienie podudzia i uda w rotacji zewnętrznej,
- oderwaniu stopy od podłoża towarzyszy przywiedzenie stopy, który to ruch rozpoczyna rotację wewnętrzną podudzia i uda.

# WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



# WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU

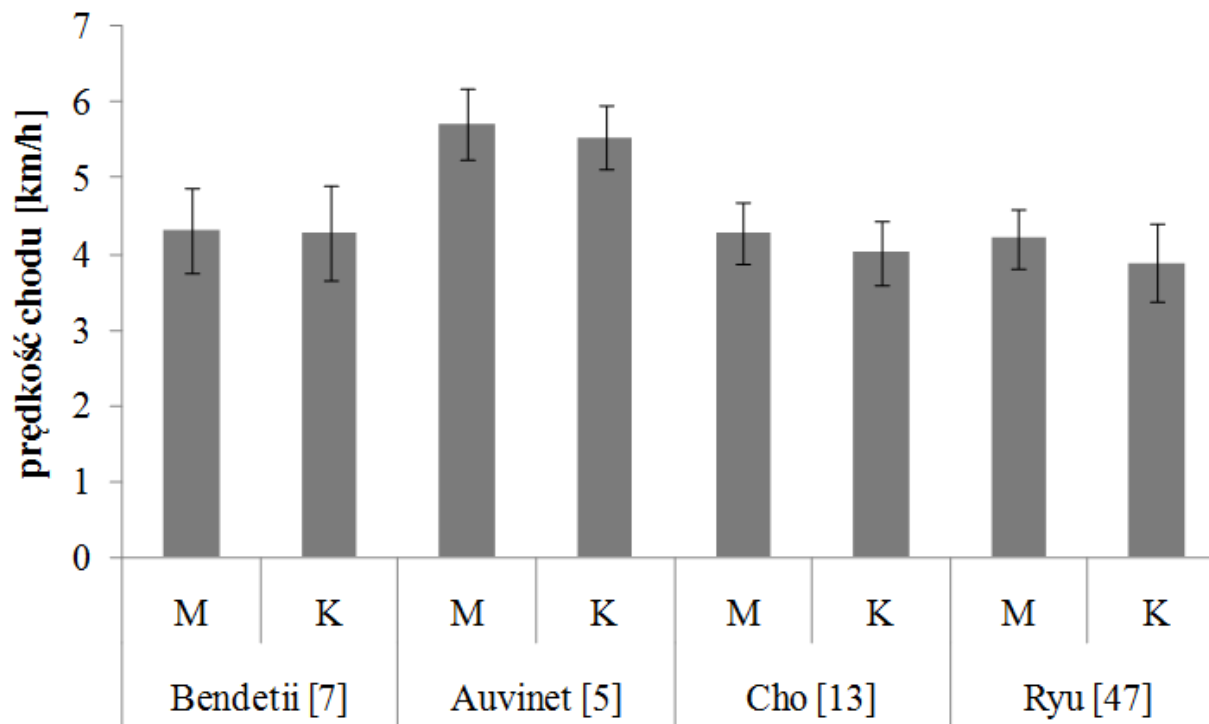
Do podstawowych wielkości opisujących chód należy zaliczyć wielkości czasowo-przestrzenne. Wielkości te można wyznaczyć wykorzystując bardzo proste metody pomiarowe, dlatego należą do jednych z najczęściej wyznaczanych i analizowanych wielkości. Można do nich zaliczyć:

**Prędkość chodu** – wynosi średnio około 4-5 km/h

**Częstotliwość stawiania kroków** – wynosi średnio około 90-120 krok/min

**Długość pojedynczego kroku** – wynosi średnio około 70-82 cm

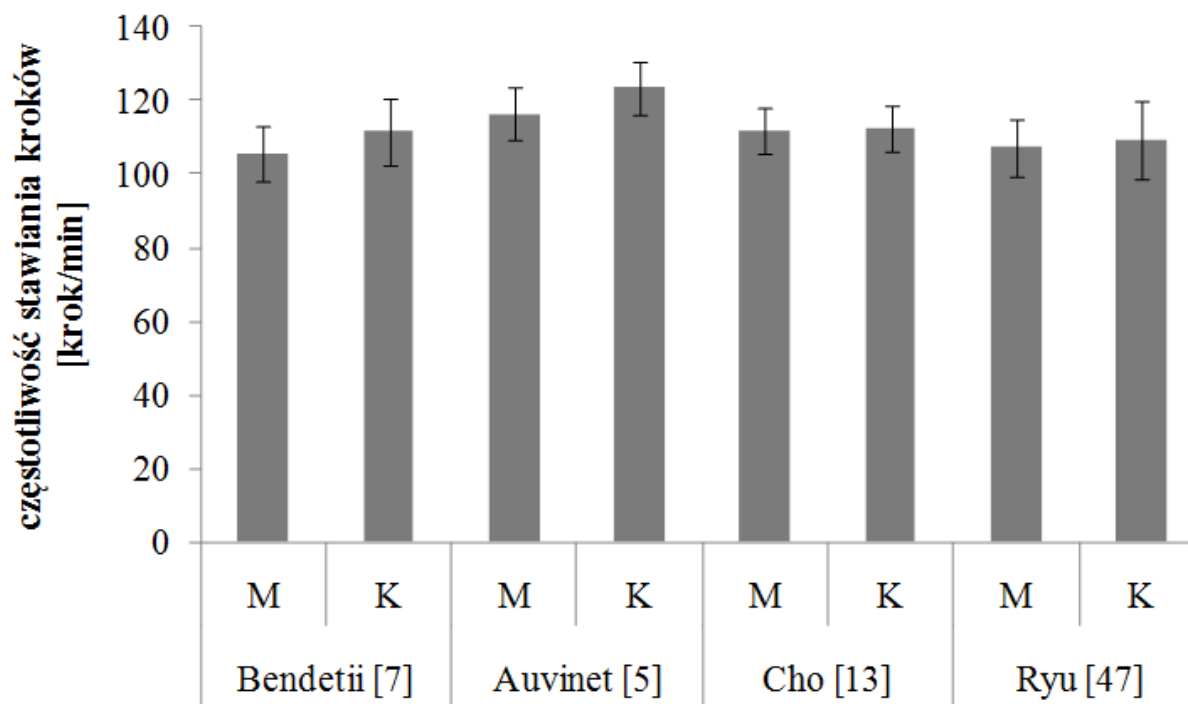
## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



- Prędkość chodu kobiet i mężczyzn wg różnych autorów. Przyjęte oznaczenia K-kobiety, M-mężczyźni

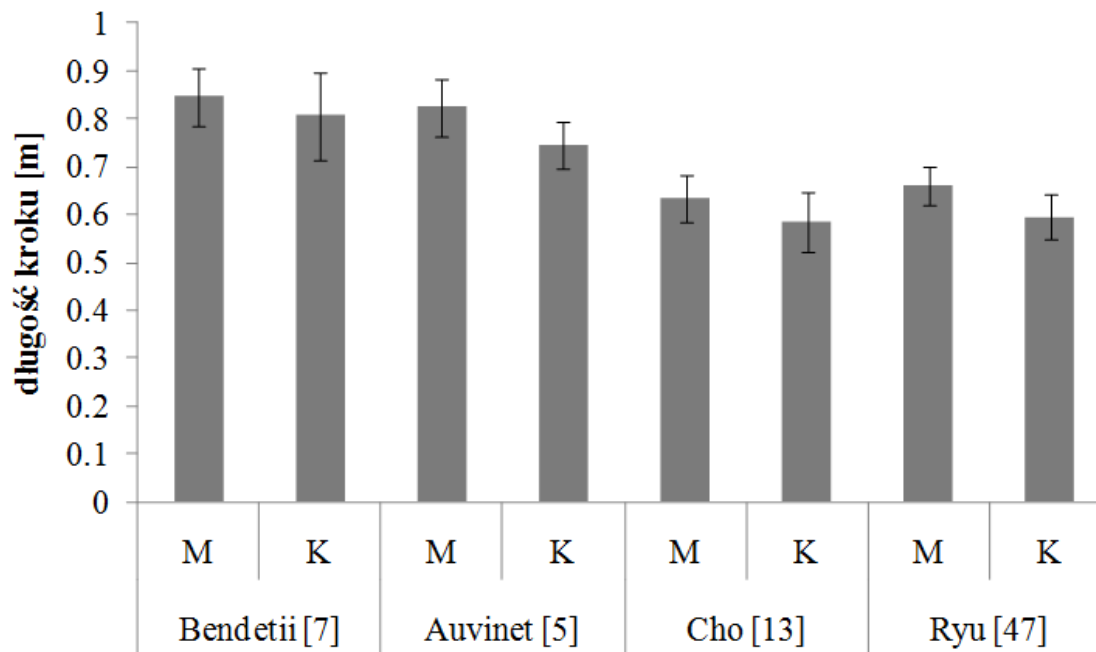


## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



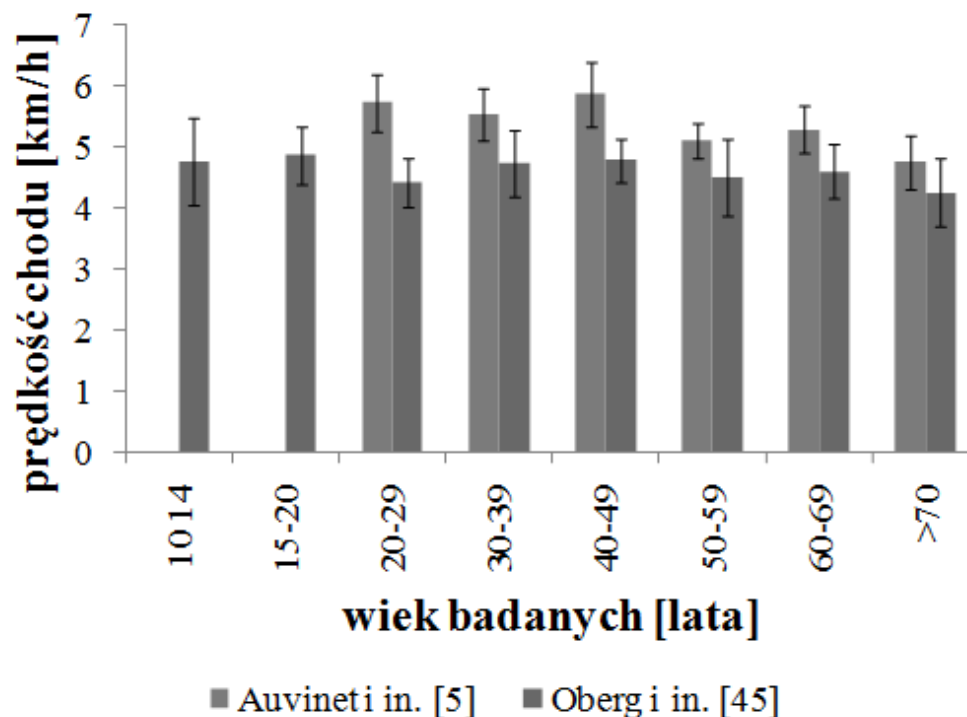
Częstotliwość stawiania kroków wg różnych autorów. Przyjęte oznaczenia K-kobiety, M-mężczyźni

# WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



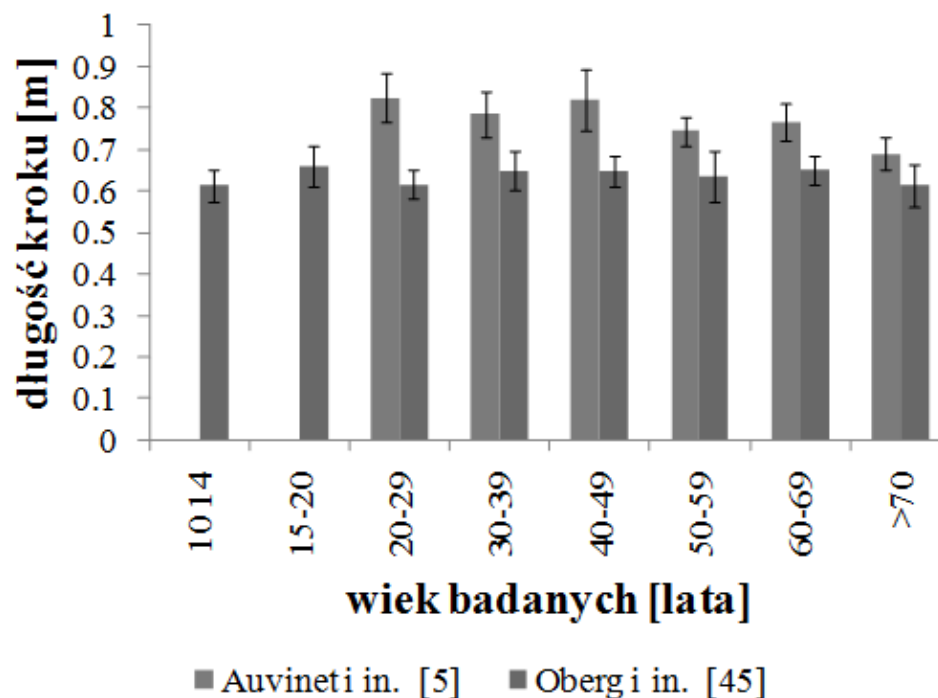
Długość kroku kobiet i mężczyzn wg różnych autorów.  
Przyjęte oznaczenia K-kobiety, M-mężczyźni

## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



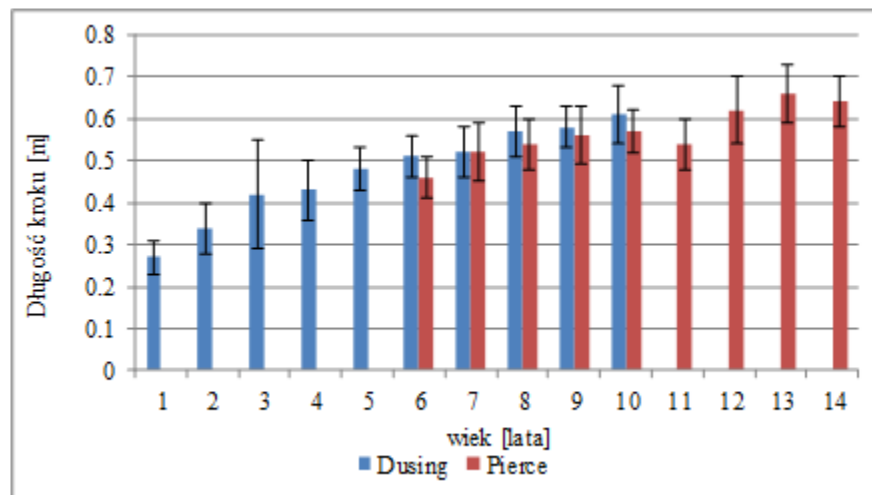
Prędkość chodu w różnych kategoriach wiekowych wg różnych autorów

## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



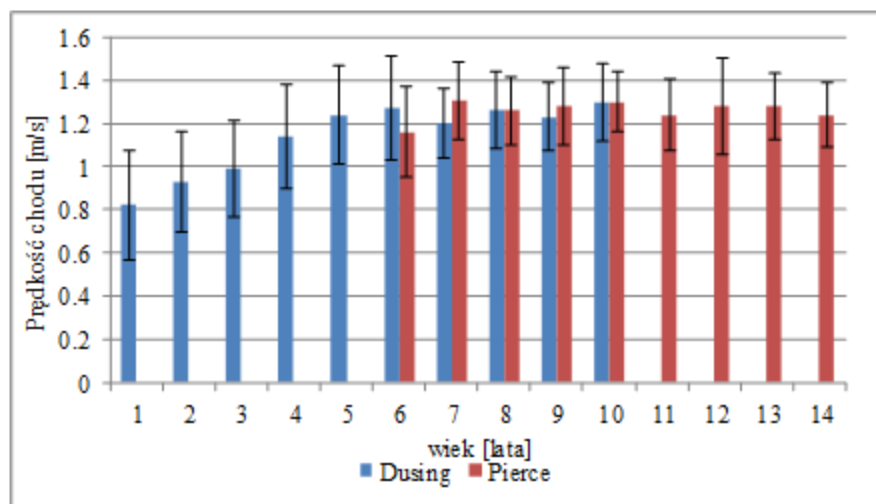
Długość kroku w różnych kategoriach wiekowych wg różnych autorów

# WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



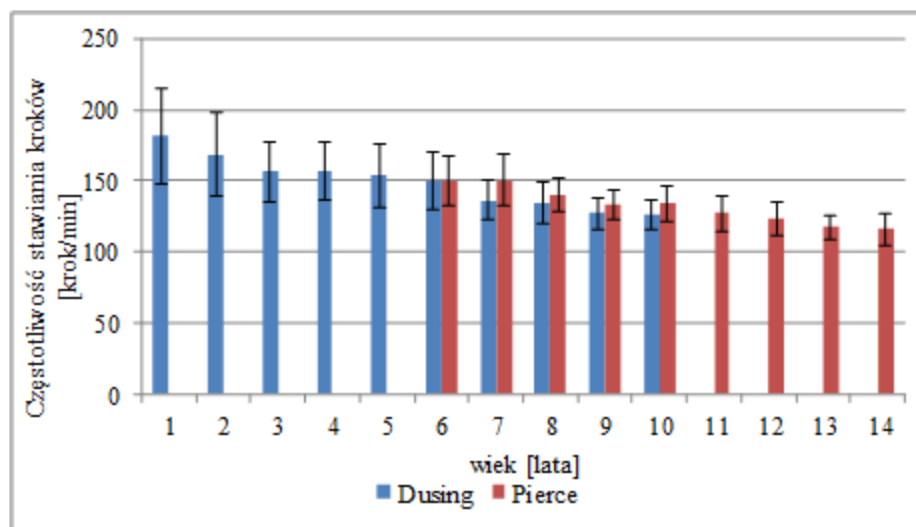
Długość kroku dziecka w zależności od wieku

# WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



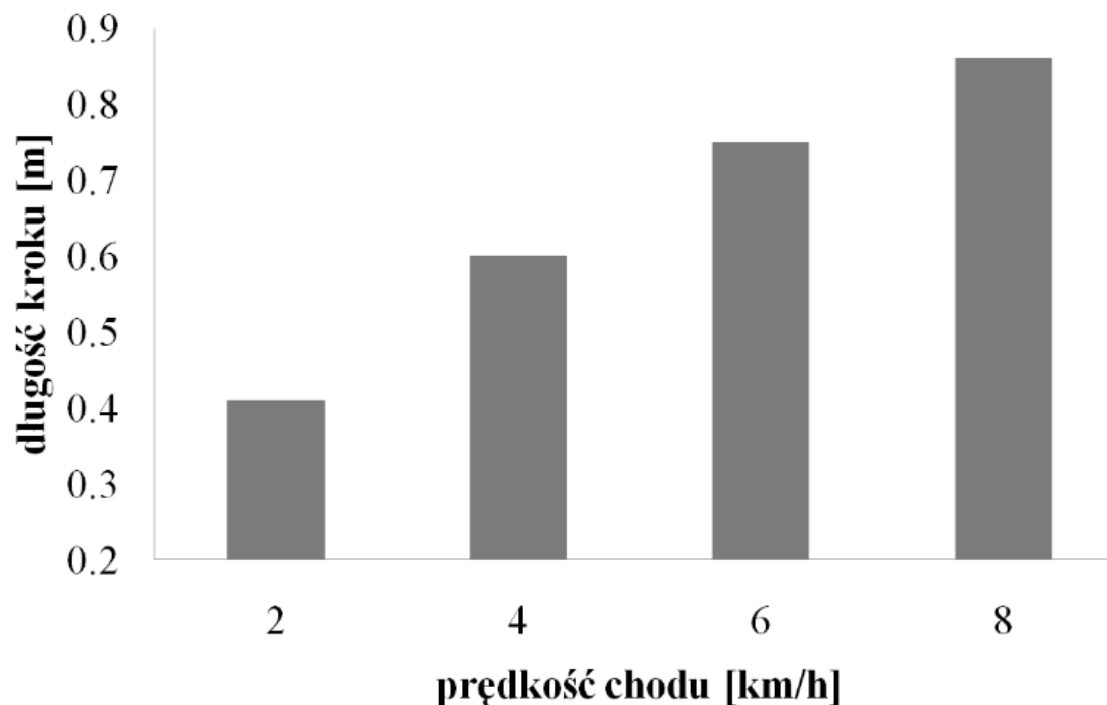
Prędkość chodu dziecka w zależności od wieku

# WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



Częstotliwość stawiania kroków u dziecka w zależności od wieku

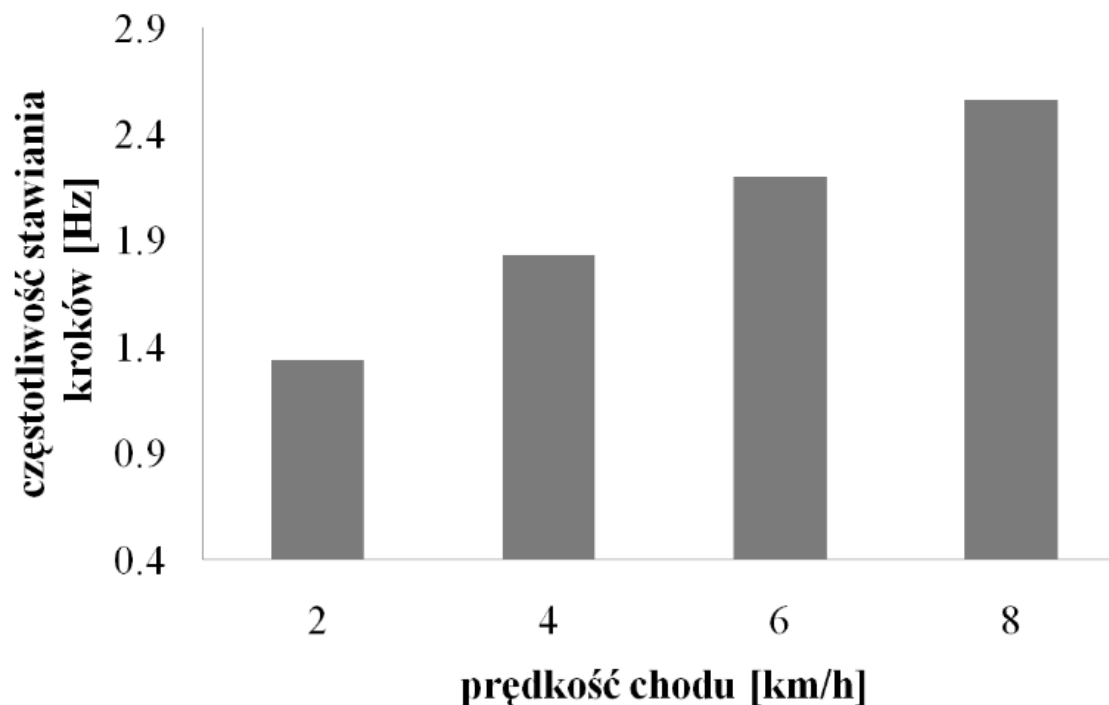
## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



Zmiany długości kroku w zależności od prędkości chodu

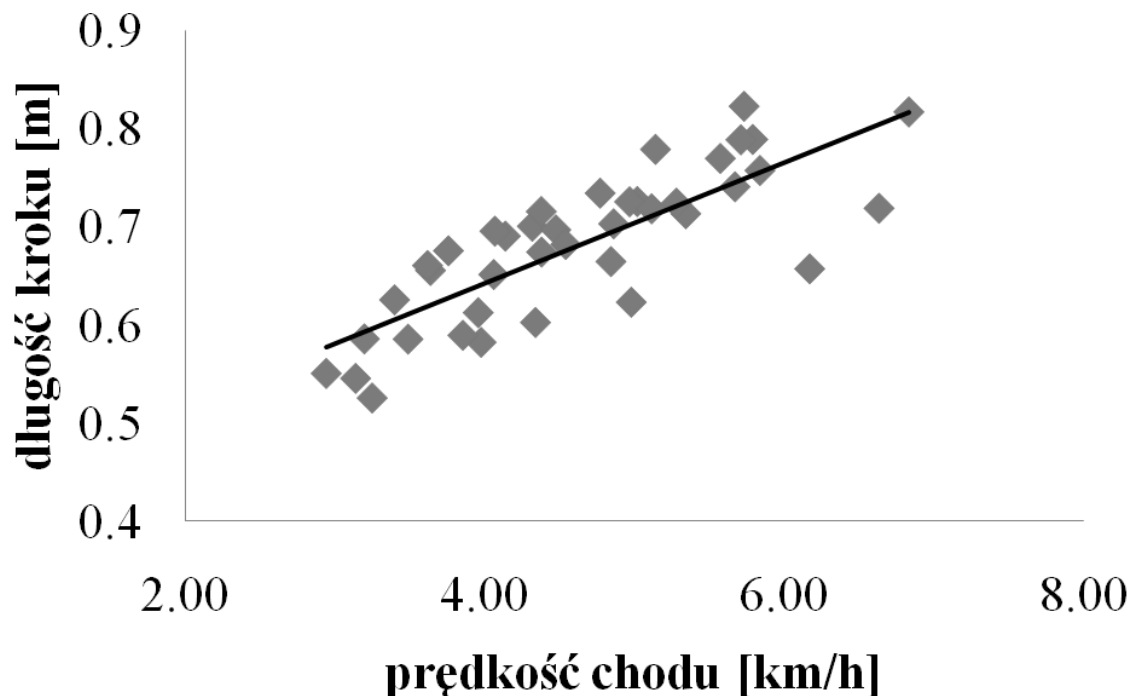


## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



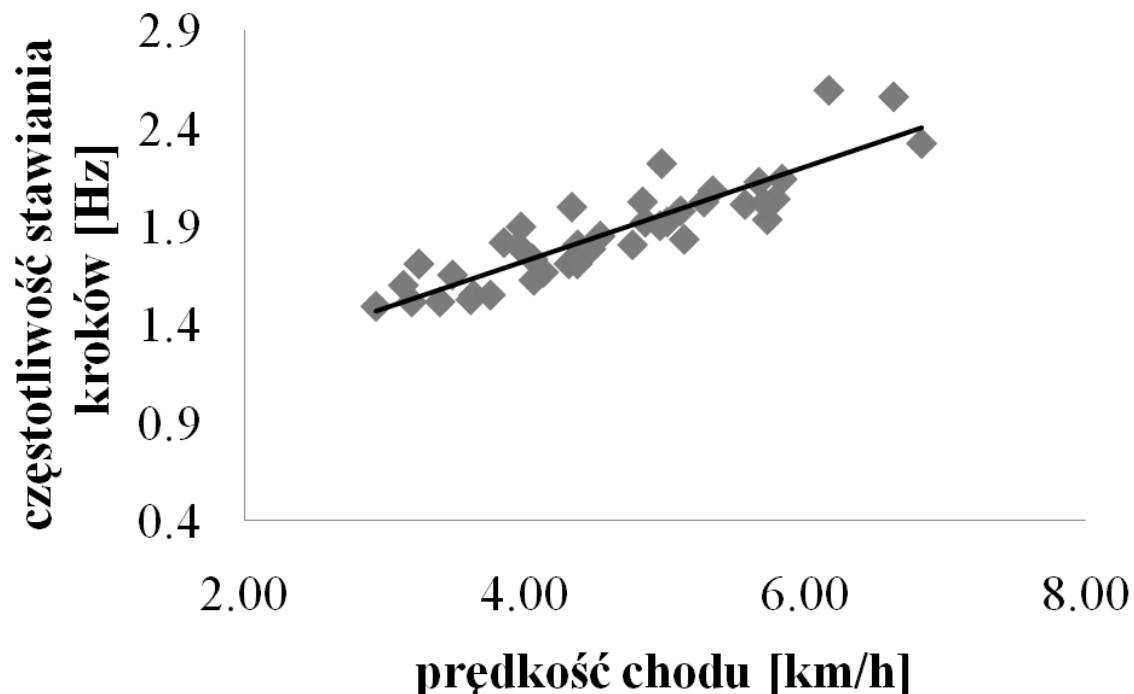
Zmiany częstotliwości stawiania kroków w zależności od prędkości chodu

## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



Zależność pomiędzy prędkością chodu osób zdrowych a długością kroku

## WIELKOŚCI CZASOWO-PRZESTRZENNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



Zależność pomiędzy prędkością chodu osób zdrowych a częstotliwością stawiania kroków

# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE



# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE

Kolejnymi wielkościami opisującymi biomechanikę chodu są wielkości kinematyczne. Najczęściej analizowane są przebiegi poszczególnych kątów stawowych, jednak można również określać trajektorie wybranych punktów ciała oraz prędkości i przyspieszenia liniowe i kątowe.

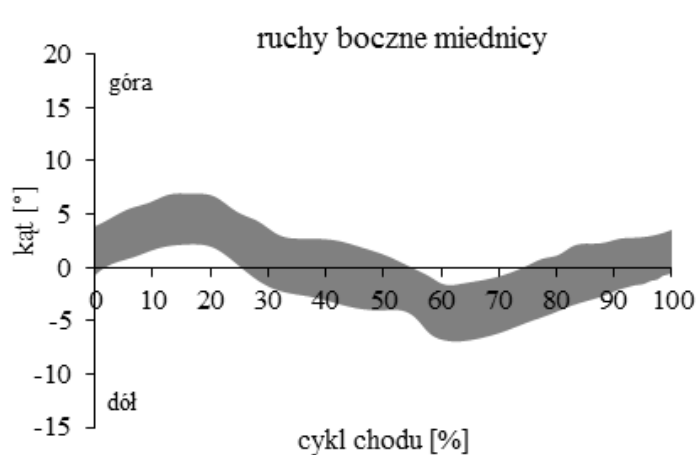
Analiza kątów stawowych polega na określeniu przebiegów poszczególnych kątów anatomicznych w stawach (najczęściej kończyny dolnej) oraz kątów opisujących ustawienie miednicy. Wyznaczone wartości kątów oraz ich przebiegi w czasie odnoszone są następnie do przebiegów wzorcowych otrzymanych dla osób zdrowych.

# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE

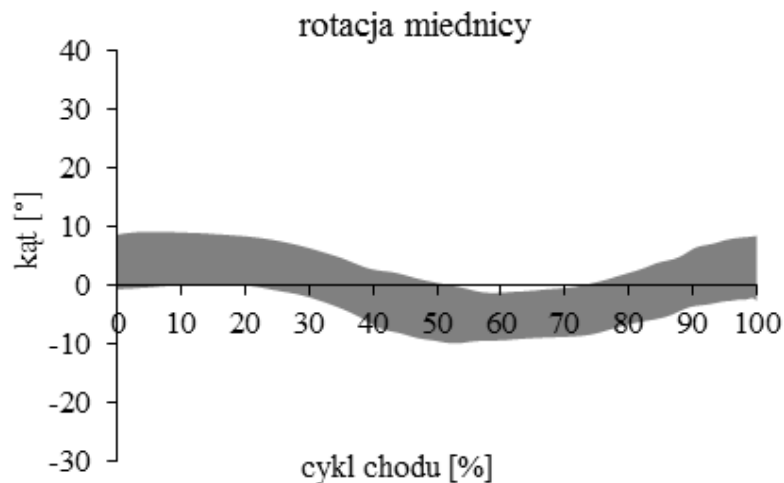
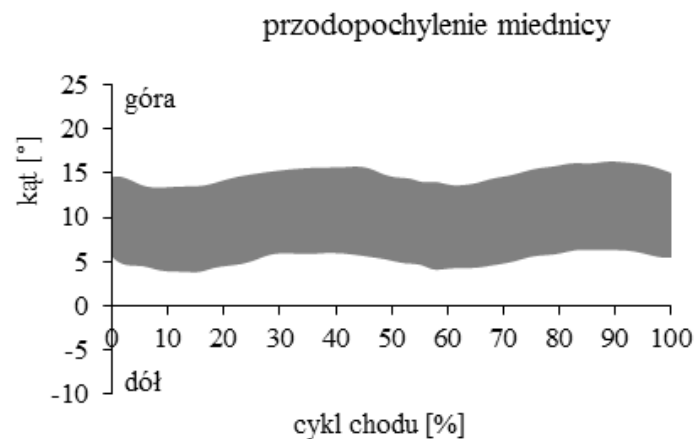
**Analizę wykonuje się najczęściej dla następujących kątów**

- w przypadku miednicy są to kąty przodopochylenia miednicy w płaszczyźnie strzałkowej, ruchy boczne miednicy w płaszczyźnie czołowej oraz rotacja miednicy w płaszczyźnie poprzecznej
- w przypadku stawu biodrowego są to kąty zginania i prostowania uda w płaszczyźnie strzałkowej, odwodzenia i przywodzenia uda w płaszczyźnie czołowej oraz rotacji wokół osi pionowej
- zginania stawu kolanowego w płaszczyźnie strzałkowej
- zginania grzbietowego oraz zginania podszwowego stopy w stawie skokowo-goleniowym oraz ułożenie stopy w płaszczyźnie czołowej

# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE



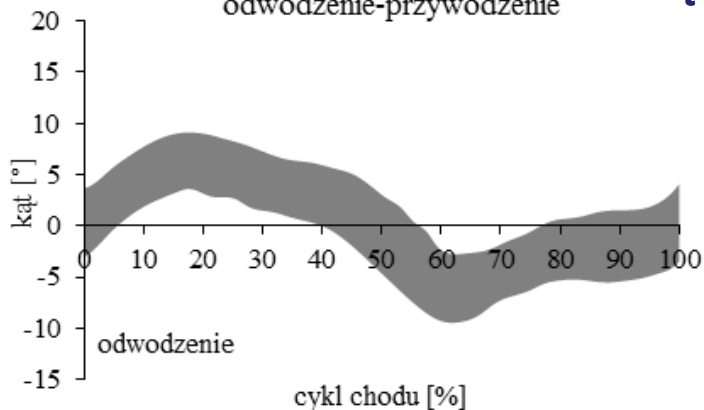
## Kąty miednicy



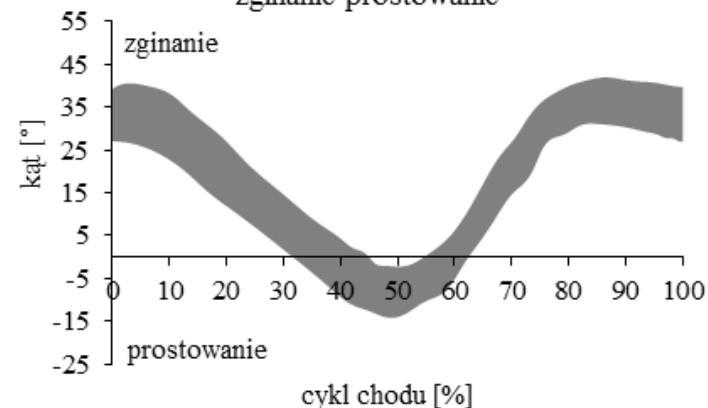
# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE

## Kąty w stawie biodrowym

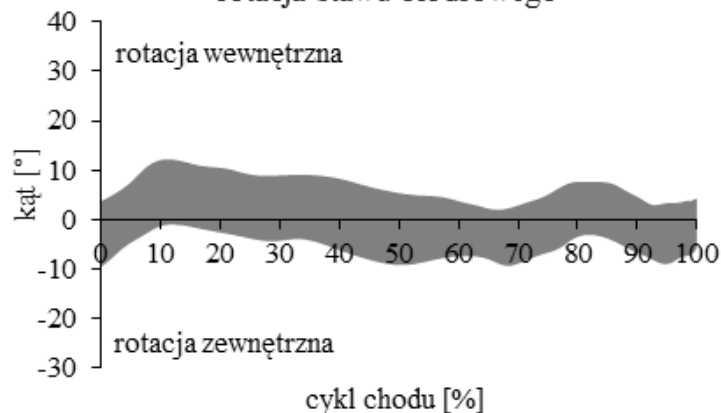
staw biodrowy  
odwodzenie-przywodzenie



staw biodrowy  
zginanie-prostowanie



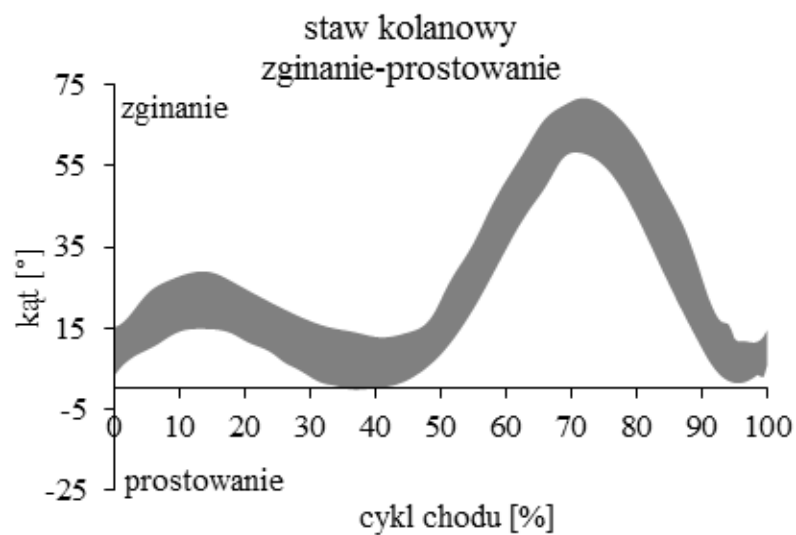
rotacja stawu biodrowego





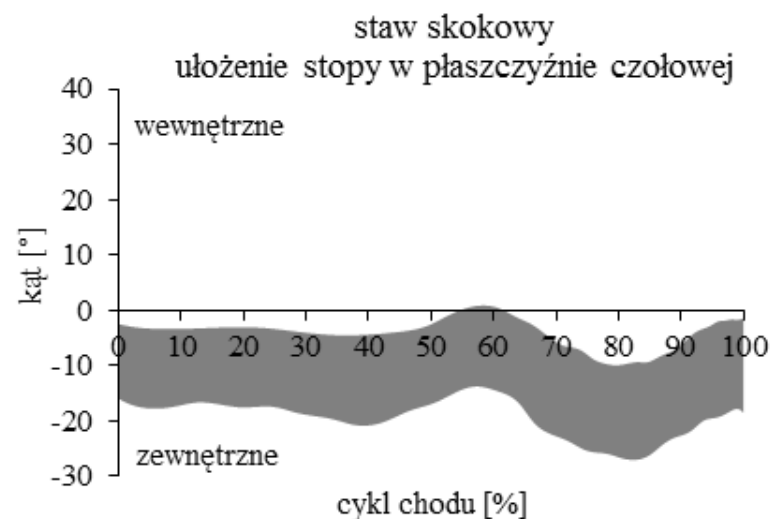
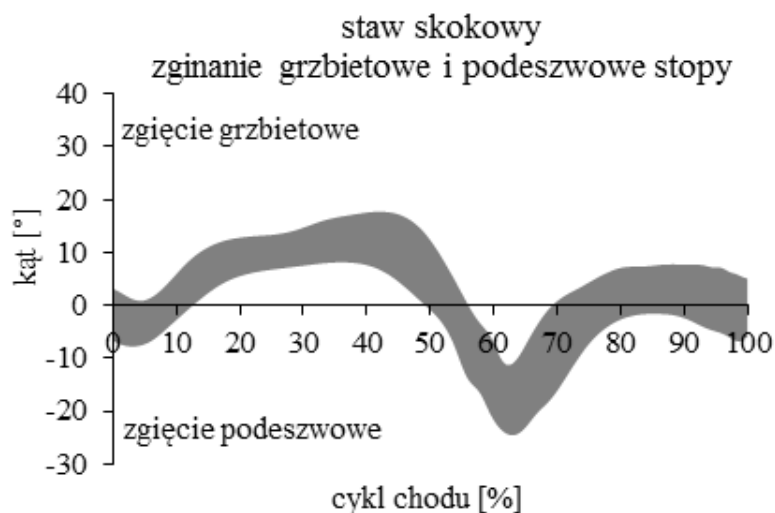
# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE

## Kąty w stawie kolanowym



# WIELKOŚCI KINEMATYCZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – KĄTY STAWOWE

## Kąty w stawie skokowym



# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA



# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

Chód stanowi czynność dynamiczną, w której całe ciało jest napędzane i utrzymywane w równowadze poprzez mięśnie szkieletowe, które generują siły oddziałujące na szkielet człowieka. Oprócz sił mięśniowych na ciało oddziałują również takie siły jak siły grawitacji, siły bezwładności oraz reakcje podłoża. Pomiar tych ostatnich stanowi istotny element analizy i opisu biomechaniki chodu.

# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

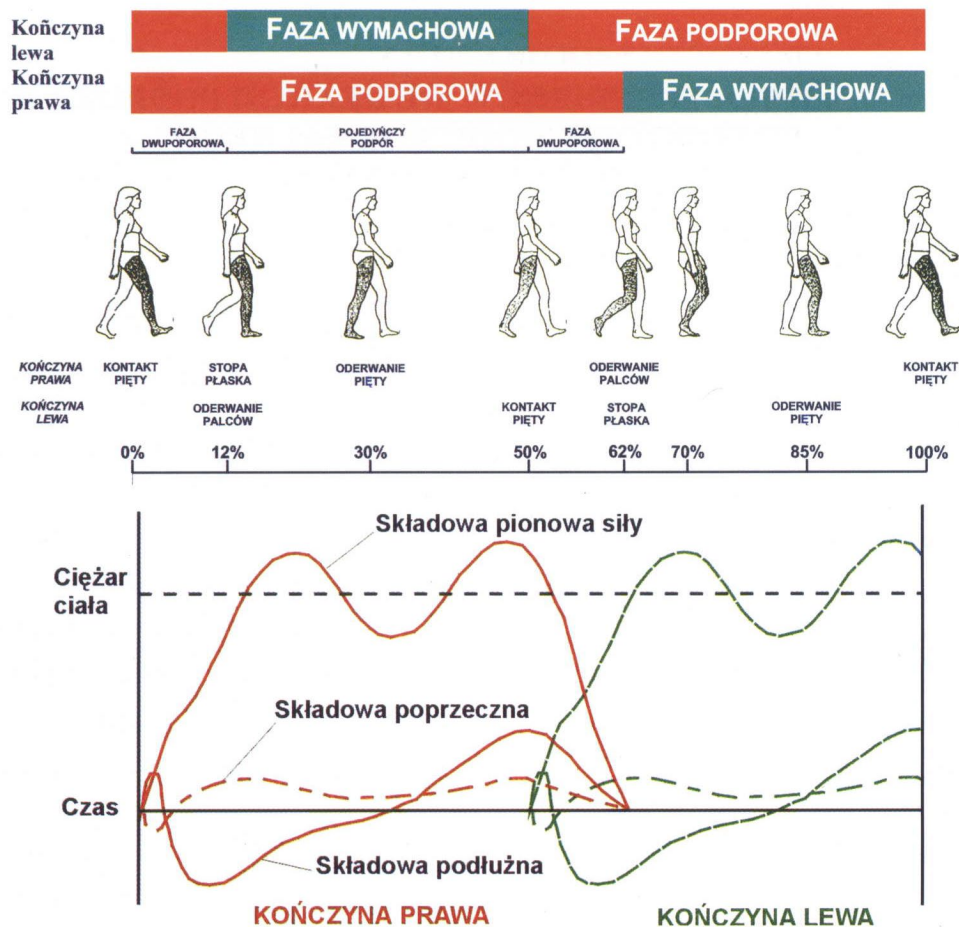
Reakcje podłoża to siły jakie oddziałują na ciało człowieka (podczas chodu na stopy) jako odpowiedź na nacisk ciała na to podłoże, zgodnie z III zasadą dynamiki Newtona, która mówi, że jeśli jedno ciało oddziałuje na drugie, to drugie oddziałuje na pierwsze z siłą taką samą co do wartości i kierunku, ale z przeciwnym zwrotem.

## WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

W opisie biomechanicznym chodu występują najczęściej trzy reakcje podłoża, które są trzema składowymi reakcji podłoża rozłożonej na trzy siły równoległe do trzech osi układu współrzędnych. Te trzy składowe to:

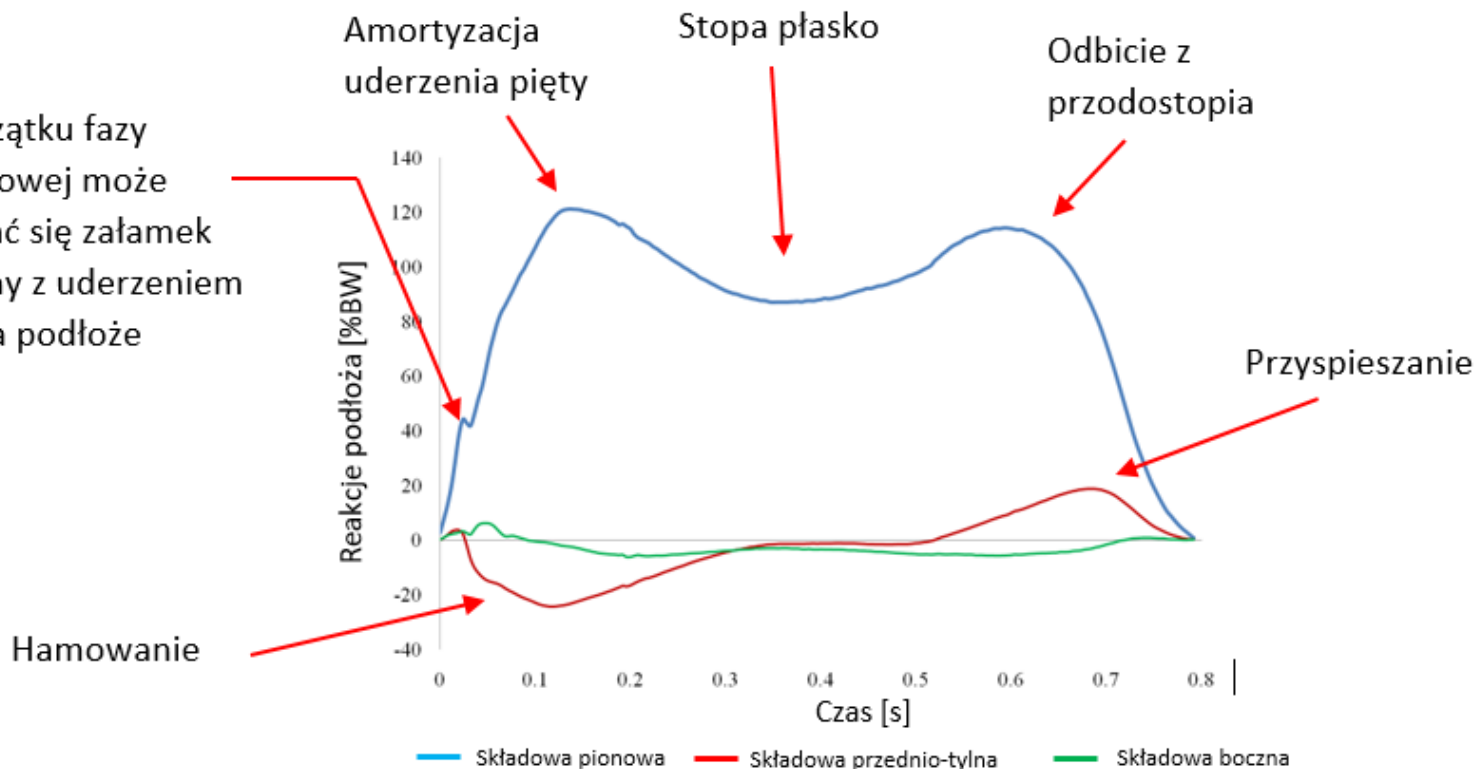
- **reakcja pionowa** równoległa do pionowej osi układu współrzędnych,
- **reakcja przednio-tylna** równoległa do poziomej osi układu współrzędnych wytyczonej zgodnie z kierunkiem chodu badanej osoby,
- **reakcja boczna** (poprzeczna) równoległa do poziomej osi układu współrzędnych wytyczonej w kierunku prostopadłym do kierunku chodu badanej osoby

# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA



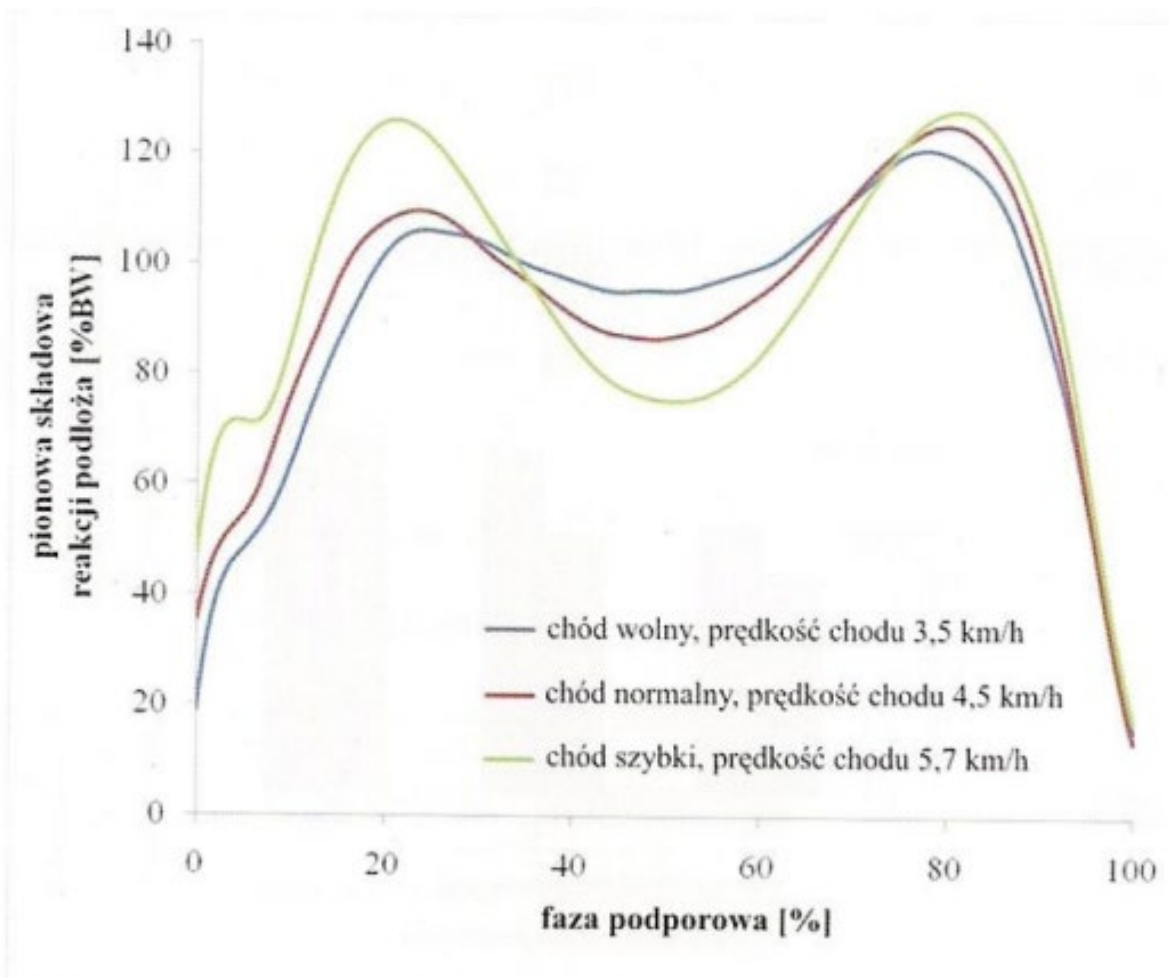
# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

Na początku fazy podporowej może pojawiać się załamek związany z uderzeniem pięty na podłoże

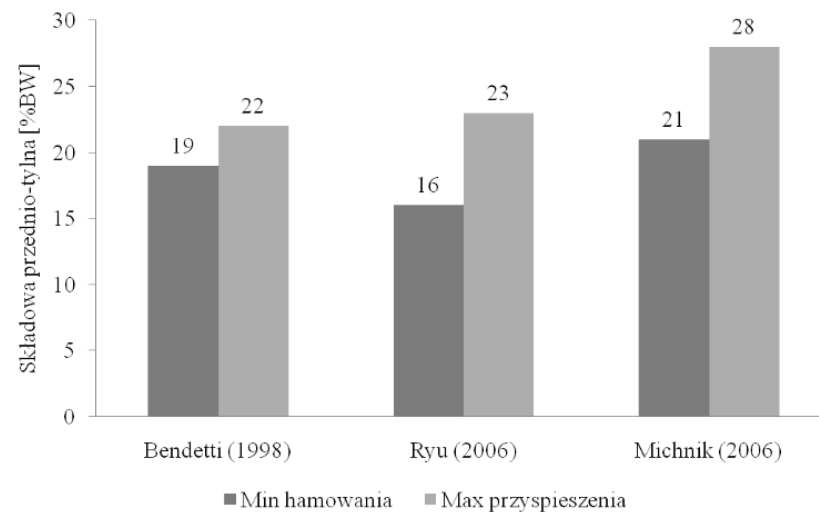
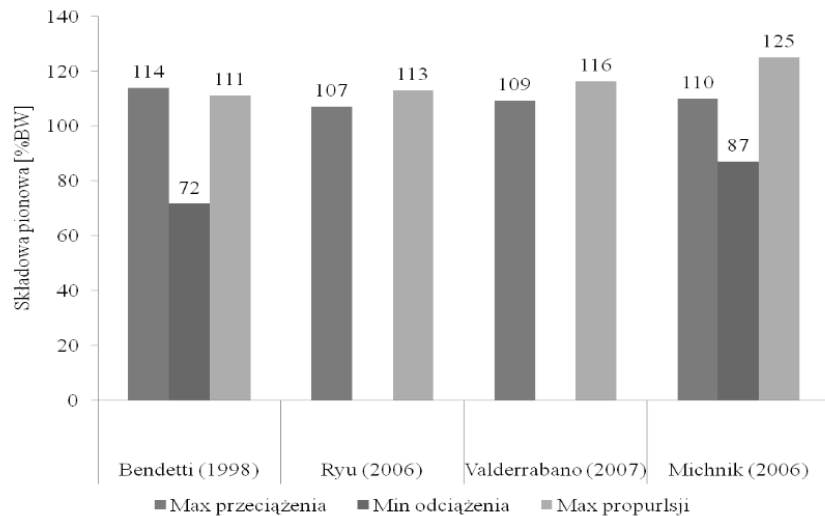




## WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA



# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA



# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

Prowadząc ilościową analizę biomechaniki chodu na podstawie reakcji podłoża wyznacza się pewne wartości, które opisują poprawność lub chodu lub mogą wskazywać na odstępstwa od normy. Każdą z przedstawionych wielkości, za wyjątkiem tych, które odnoszą się do fazy dwupodporowej, wyznacza się osobno dla kończyny prawej i lewej

# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

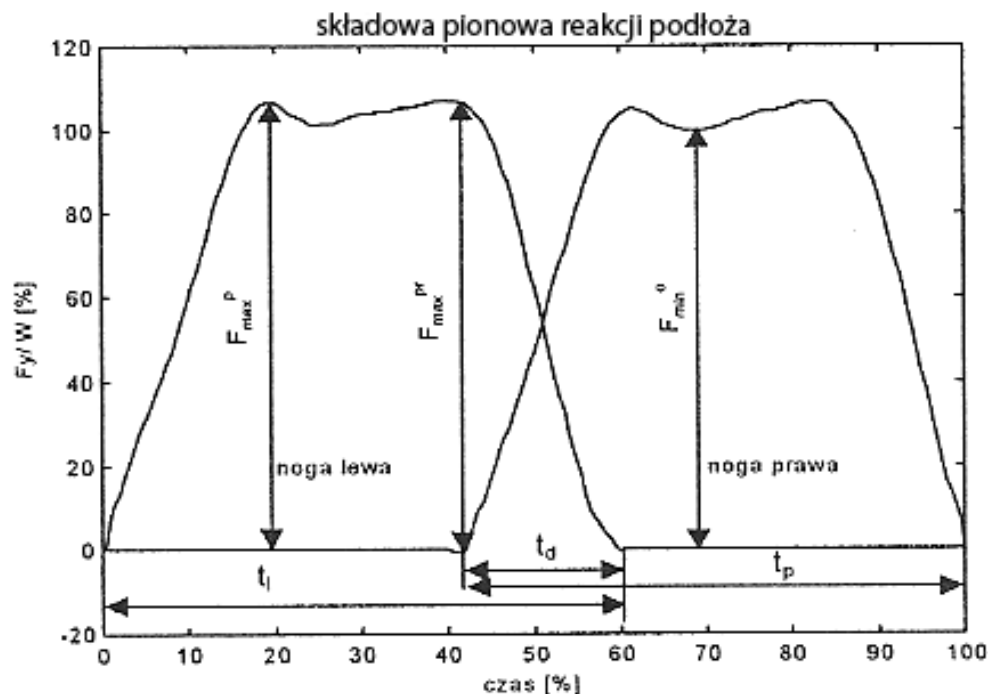
$t_l$ ,  $t_p$  – czas kontaktu lewej i prawej stopy z podłożem,

$t_d$  – czas trwania fazy dwupodporowej,

$F_{max}^p$  – maksimum fazy przeciążenia,

$F_{min}^o$  – minimum fazy odciążenia

$F_{max}^{pr}$  – maksimum fazy propulsji (napędowej)

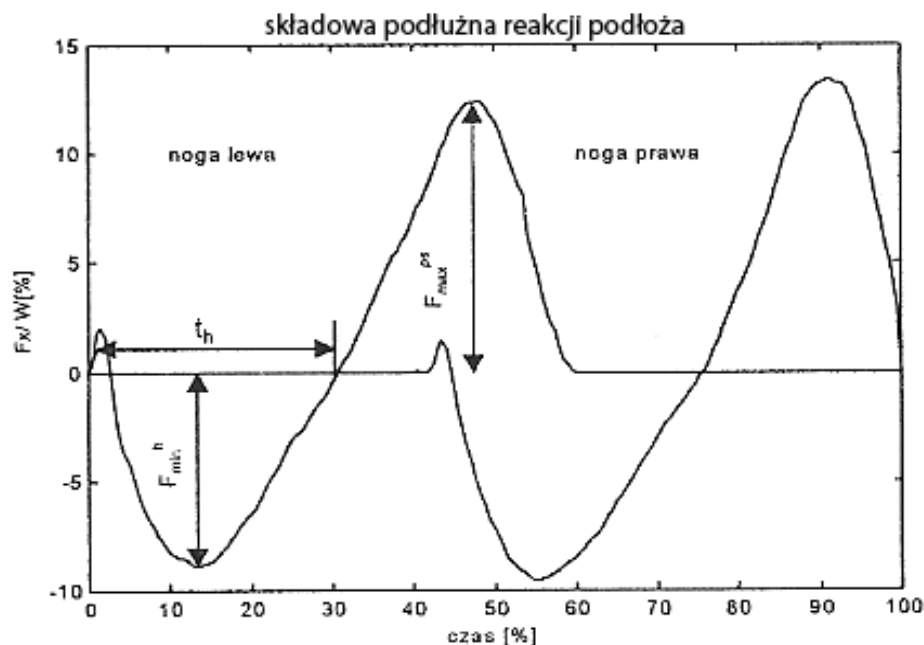


# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

$t_h$  – czas hamowania

$F_{\min}^h$  – minimum fazy hamowania

$F_{\max}^{ps}$  – maksimum fazy przyspieszenia

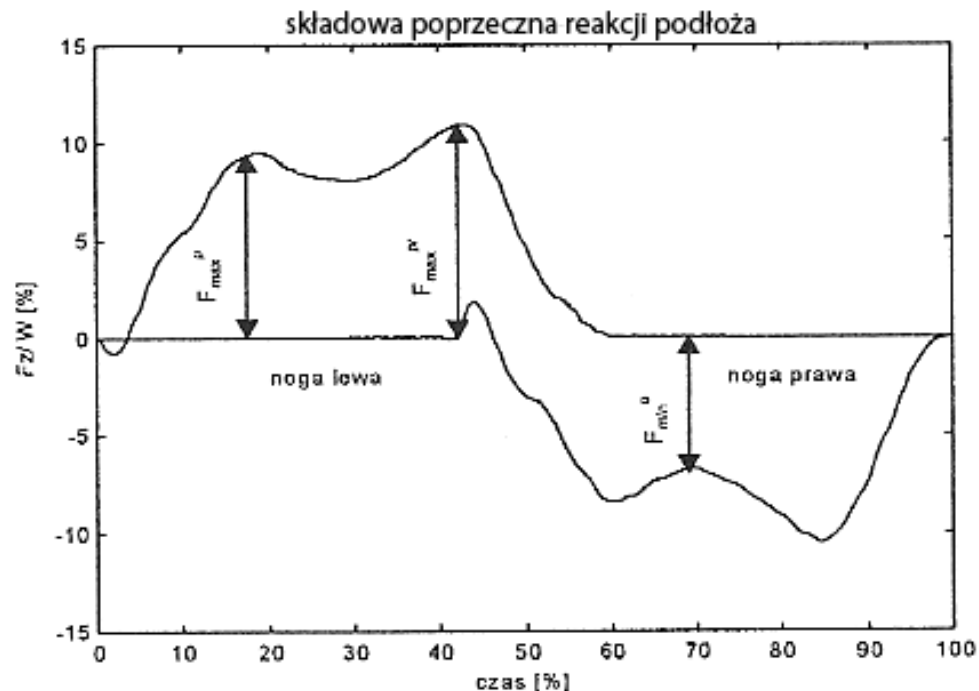


# WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU – REAKCJE PODŁOŻA

$F_{\max}^p$  – maksimum fazy przeciążenia,

$F_{\min}^o$  – minimum fazy odciążenia,

$F_{\max}^{pr}$  – maksimum fazy propulsji (napędowej)



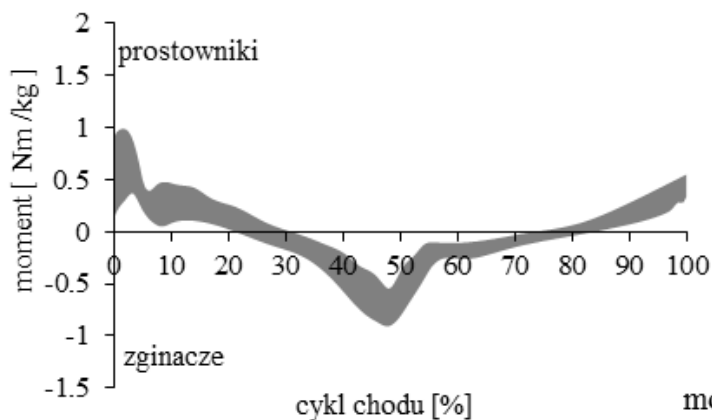
# INNE WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU



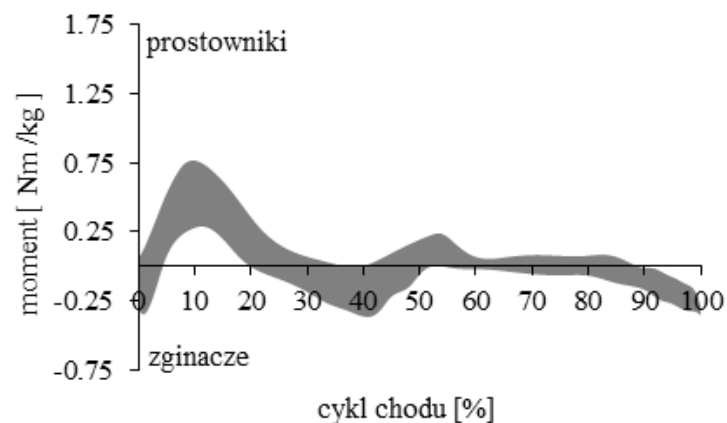
# INNE WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU

## Momenty sił mięśniowych w stawach

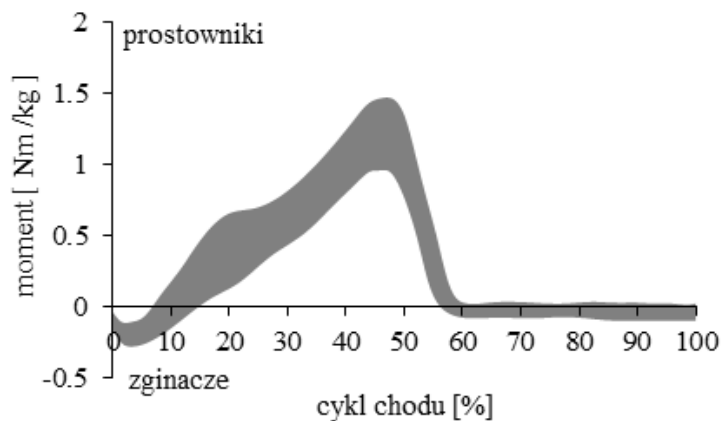
moment sił w stawie biodrowym



moment sił w stawie kolanowym



moment sił w stawie skokowym

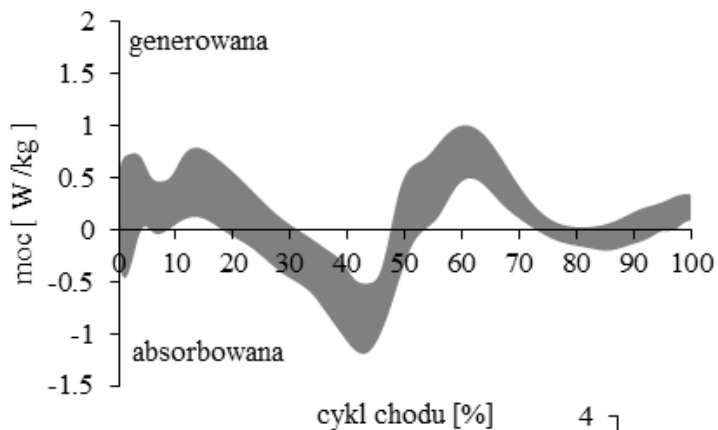




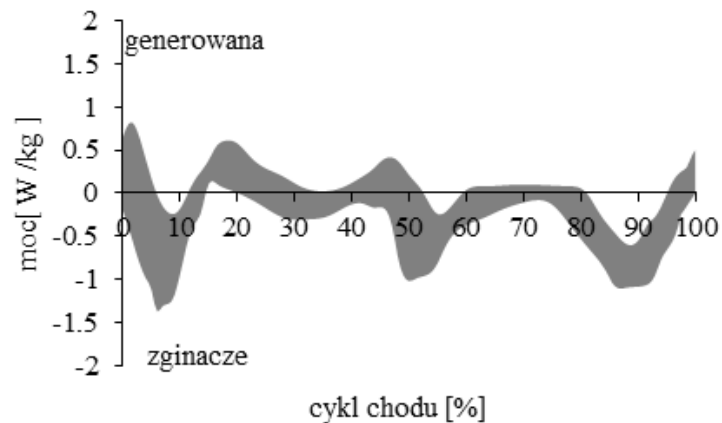
# INNE WIELKOŚCI DYNAMICZNE OPISUJĄCE BIOMECHANIKĘ CHODU

## Moc w stawach

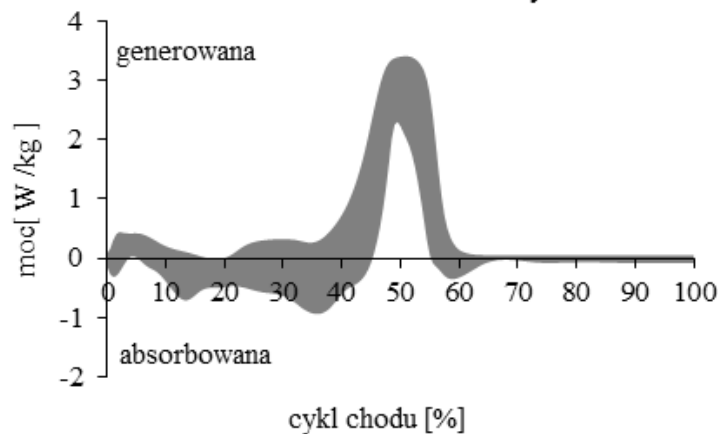
moc w stawie biodrowym



moc w stawie kolanowym



moc w stawie skokowym



# PRACA MIĘSNI PODCZAS CHODU



## PRACA MIĘSNI PODCZAS CHODU

W celu określenia pracy mięśni podczas chodu wykorzystuje się najczęściej do pomiaru powierzchniowe EMG. Bezpośrednio jako wynik pomiaru otrzymuje się różnicę potencjału pomiędzy dwoma elektrodami umieszczonymi wzdłuż włókien mięśniowych. Zmierzona różnica potencjału wynika z faktu powstawania i przemieszczania się potencjału czynnościowego. Ze względu na sposób pomiaru polegający na naklejeniu elektrod na skórę możliwy jest zbiorczy pomiar czynności elektrycznej całego mięśnia lub grupy mięśniowej

## PRACA MIĘSNI PODCZAS CHODU

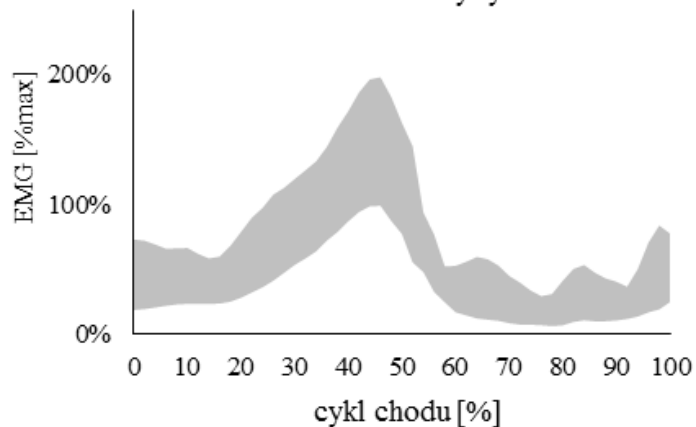
Podczas chodu pomiar EMG wykonuje się najczęściej dla następujących mięśni:

- mięsień piszczelowy przedni,
- mięsień brzuchaty łydki,
- mięsień płaszczkowaty,
- mięsień prosty uda,
- mięsień obszerny uda,
- mięsień pośladkowy wielki.

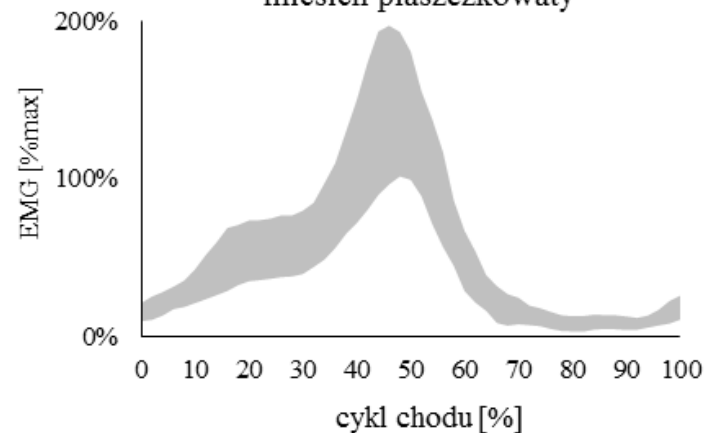
# PRACA MIĘŚNI PODCZAS CHODU

## Praca mięśni w obrębie stawu skokowego

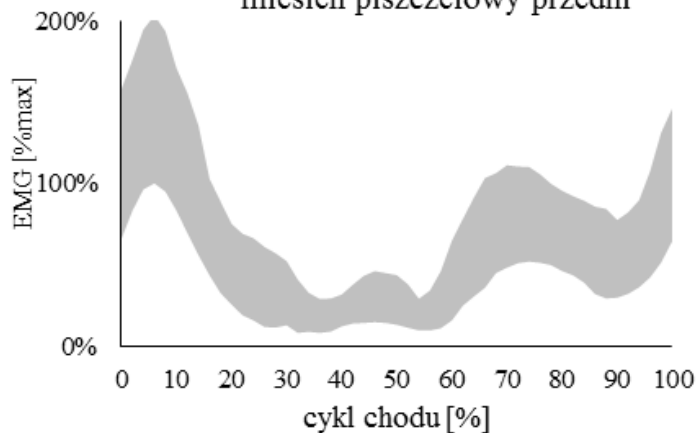
miesień brzuchaty łydki



miesień płaszczkowaty



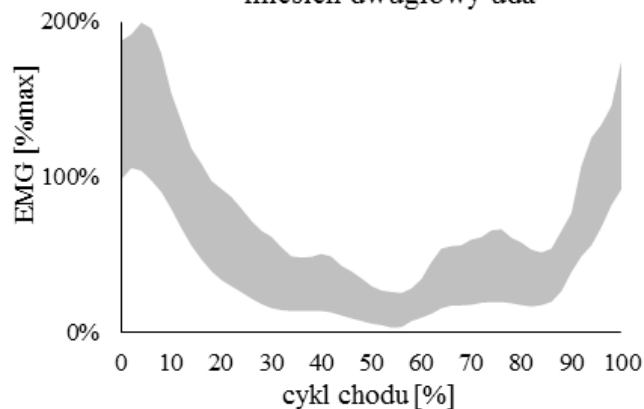
miesień piszczelowy przedni



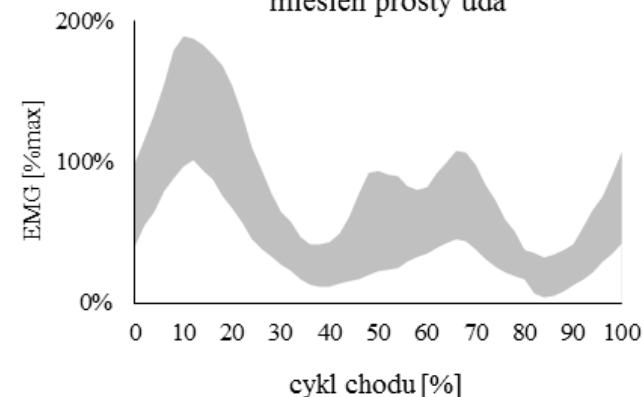
# PRACA MIĘŚNI PODCZAS CHODU

## Praca mięśni w obrębie stawu biodrowego i kolanowego

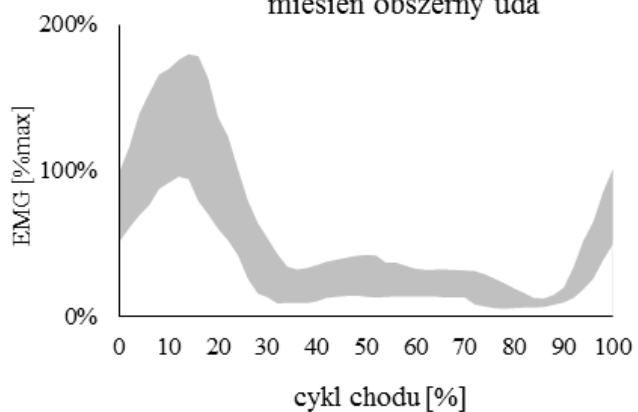
miesień dwugłowy uda



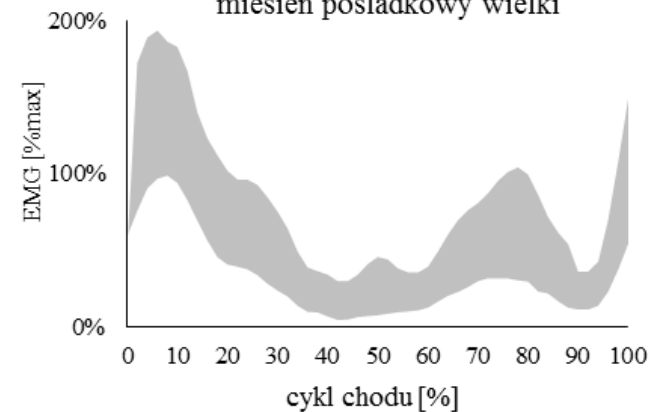
miesień prosty uda



miesień obszerny uda



miesień pośladkowy wielki



## PRACA MIĘŚNI PODCZAS CHODU

Innym sposobem analizy pracy mięśni jest analiza on/off, czyli określanie, kiedy dany mięsień rozpoczyna pracę, a kiedy kończy, czyli w jakiej fazie wykonywanego ruchu dany mięsień jest aktywny. Zdrowy mięsień podczas prawidłowych warunków pracy włącza się tylko wtedy, kiedy to jest konieczne oraz wyłącza się, kiedy jego działanie staje się zbędne.

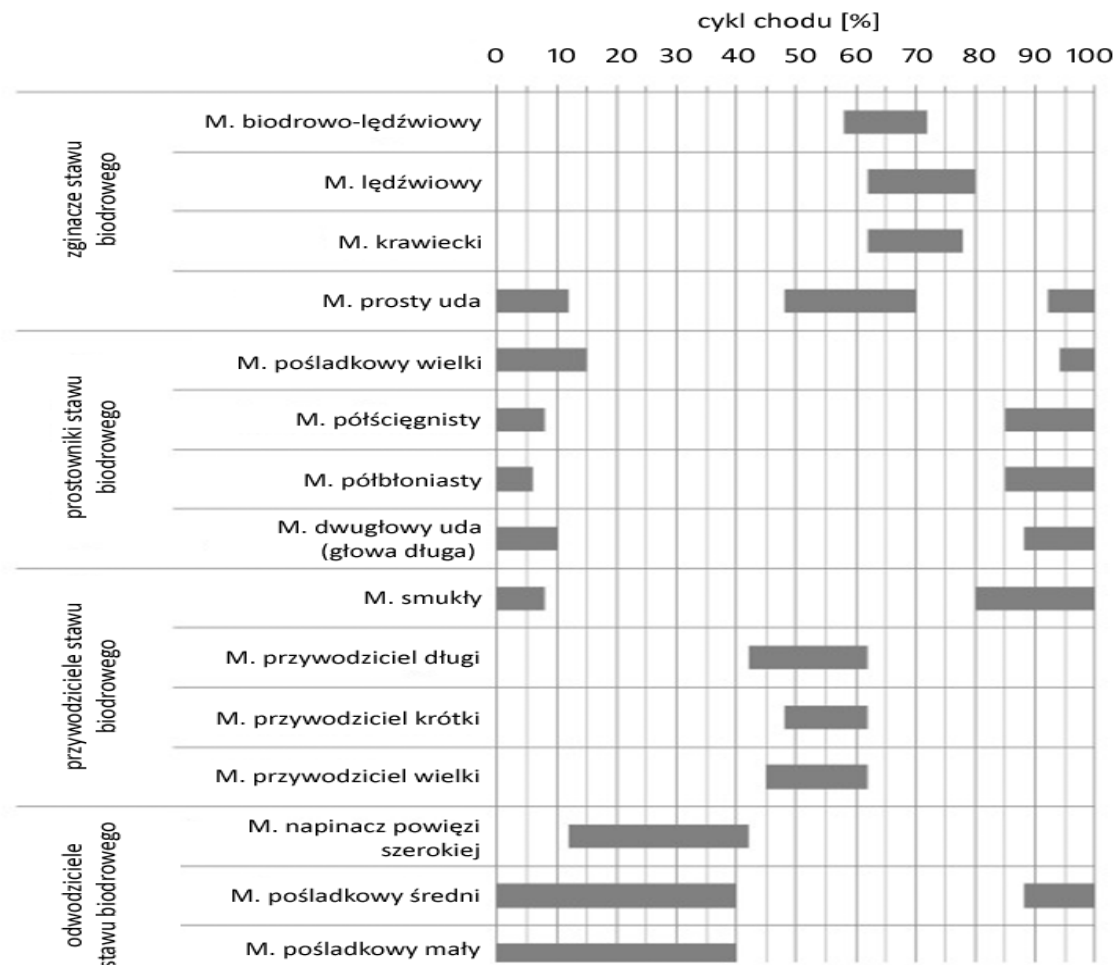
## PRACA MIĘŚNI PODCZAS CHODU

Wykrycie aktywności mięśnia w fazie ruchu, kiedy u osoby zdrowej mięsień ten jest wyłączony może wskazywać na istnienie pewnych nieprawidłowości, takich jak na przykład: dolegliwości bólowe, wzmożone napięcie (na przykład wynikające ze spastyki), niestabilność stawów lub być skutkiem takich elementów jak stres lub zła koordynacja ruchowa. Niewłaściwa praca mięśni może wskazywać również na istnienie ruchów kompensacyjnych odbiegających od prawidłowego wzorca ruchowego. Informacje te mogą stanowić bardzo ważną informację umożliwiającą właściwe zdiagnozowanie pacjenta, a następnie jego leczenie



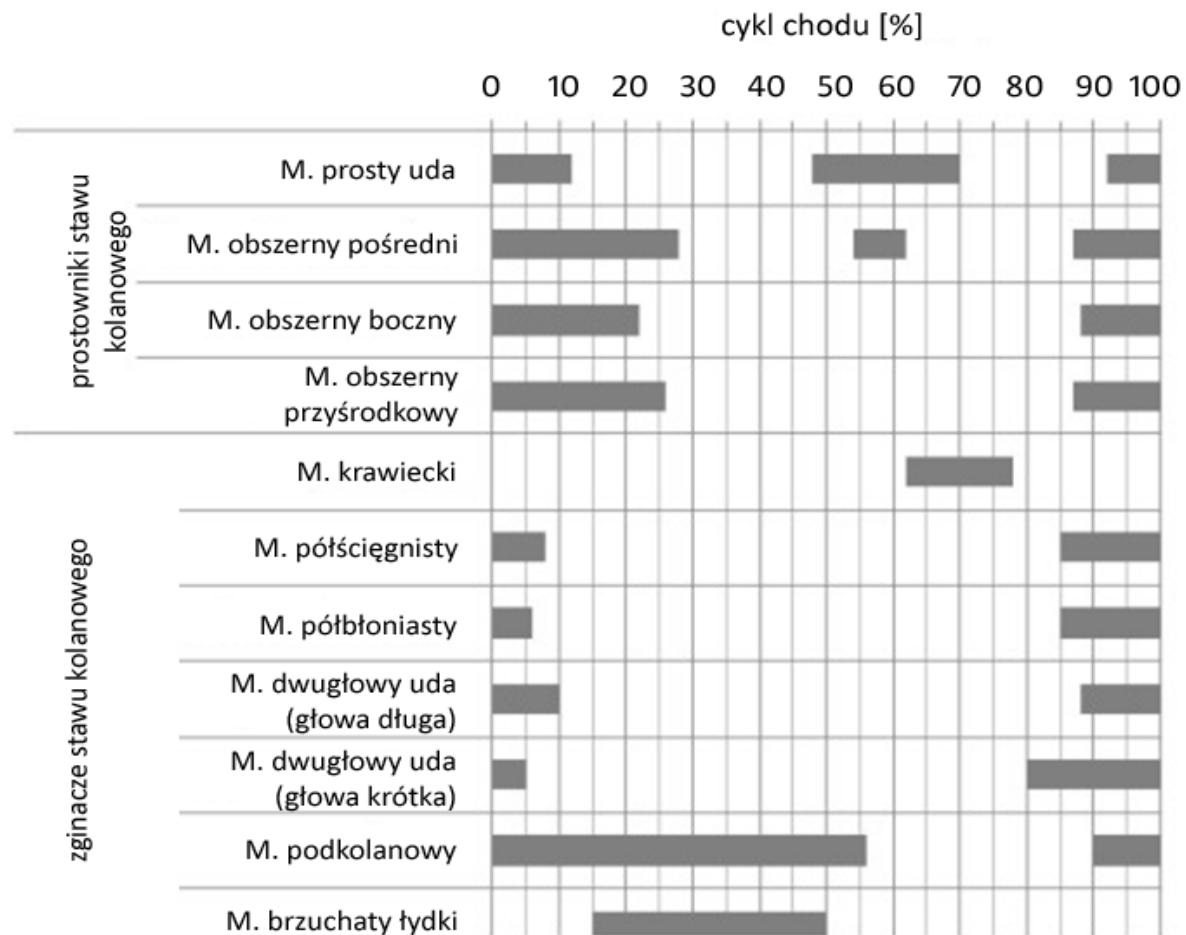
# PRACA MIĘSNI PODCZAS CHODU

Aktywność mięśni działających w obrębie stawu biodrowego podczas cyklu chodu prawidłowego



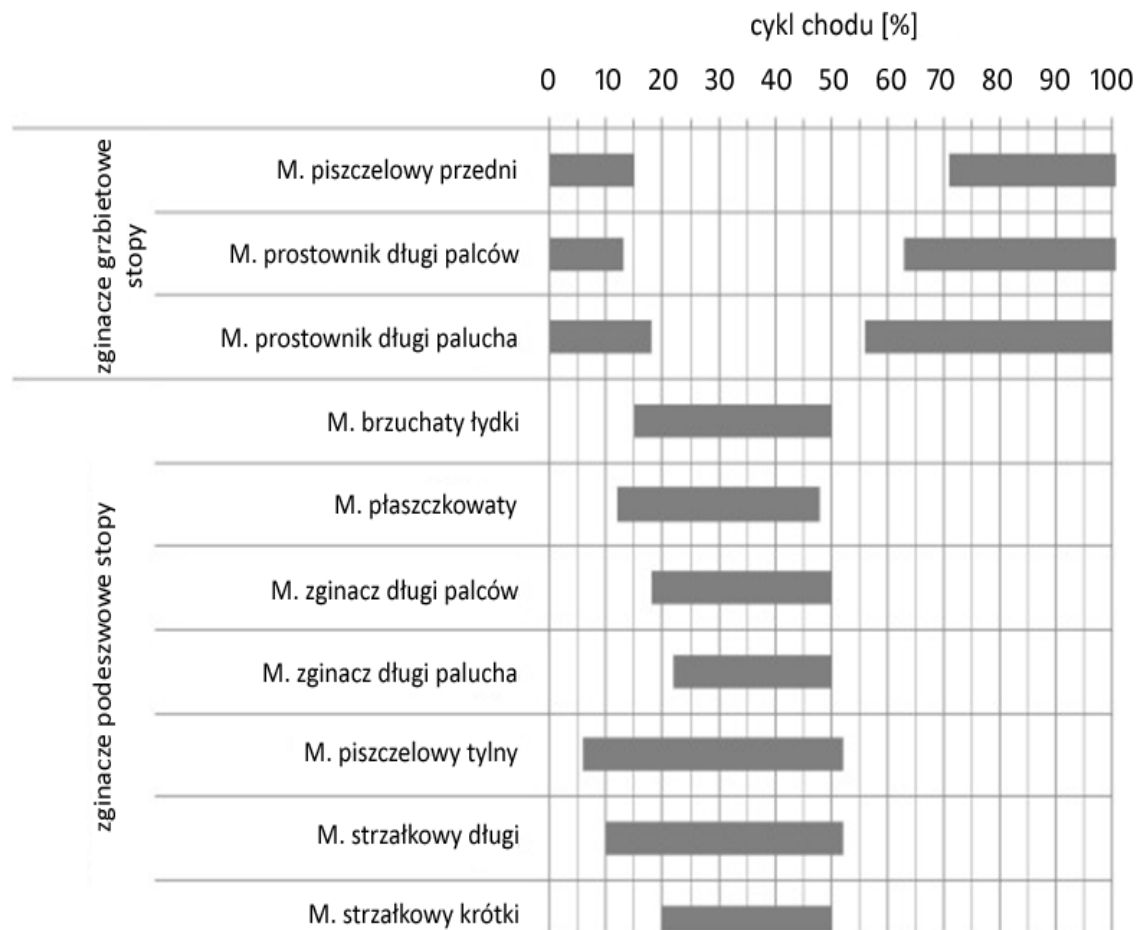
## PRACA MIĘSNI PODCZAS CHODU

Aktywność mięśni działających w obrębie stawu kolanowego podczas cyklu chodu prawidłowego



## PRACA MIĘSNI PODCZAS CHODU

Aktywność mięśni działających w obrębie stawu skokowego podczas cyklu chodu prawidłowego



# KLUCZOWE ZAGADNIENIA



## KLUCZOWE ZAGADNIENIA

Znajomość biomechaniki chodu stanowi niezbędną wiedzę do oceny narządu ruchu człowieka.

Do opisu biomechaniki chodu wykorzystuje się wielkości określane za pomocą obserwacji oraz mierzone przy wykorzystaniu specjalistycznego sprzętu pomiarowego.

Przy ocenie chodu należy bazować równocześnie na wyznaczanych wielkościach kinematycznych, dynamicznych jak również na pomiarze czynności mięśni. Dopiero wykorzystanie wszystkich tych elementów daje pełny obraz biomechaniki chodu, co z kolei umożliwia poprawną ocenę ewentualnych zaburzeń.

## BIBLIOGRAFIA



## BIBLIOGRAFIA

- Assi A, Ghanem I., Lavaste F., Skalli W.: Gait analysis in children and uncertainty assessment for Davis protocol and Gillette Gait Index, *Gait & Posture* 2009, vol. 30, Issue 1, s. 22–26
- Auvinet B., Berrut G., Touzard C., Moutel L., Collet N., Chaleil D., Barrey E.: Reference data for normal subject obtained with an accelerometric device. *Gait&Posture*, 2002, 16 (2), 124-134
- Baker R. The history of gait analysis before the advent of modern computers. *Gait&Posture*, 2007, 26, 331-342
- Benedetti M.G., Catani F., Leardini A., Pignotti E., Giannini S.: Data management in gait analysis for clinical applications. *Clinical Biomechanics*, 1998, 13 (3), 204-215
- Błaszczak J.W.: *Biomechanika kliniczna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2004.
- Bober T.: *Biomechanika chodu i biegu*, Studia i monografie AWF we Wrocławiu, zeszyt nr 8, Wrocław 1985

## BIBLIOGRAFIA

- Cho S.H., Park J.M., Kwon O.Y.: Gender differences in three dimensional gait analysis from 98 healthy Korean adults. *Clinical Biomechanics*, 2004, 19 (2), 145-152
- Davis R.B., Ounpuu S., DeLuca P.A.: *Analysis of gait. Biomechanics. Principles and application*, CRC Press, 2008
- De Lisa J.A. (ed): *Gait Analysis in the science of rehabilitation. Monograph*, 002, 1998
- Dec J.B., Saunders M., Inman V.T., Eberhart H.D.: The major determinants in normal and pathological gait. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1953, 35, 543-558
- Dega W.: *Ortopedia i rehabilitacja*, Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2006.
- Dusing S., Thorpe D.: A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the GAITRite electronic walkway. *Gait&Posture*, 2007, 25, 135–139.



## BIBLIOGRAFIA

Kadaba M.P., Ramarkrishnan H.K., Wootten M.E.: Measurement of lower extremity kinematics during level walking. *Journal of Orthopaedic Research*, 1989, 8, 383-392 27

Konrad P.: *The ABC or EMG. A practical Introduction to Kinesiological Electromyography*. Noraxon INC. USA, Version 1.0, April 2005

Kwolka A.: *Rehabilitacja medyczna*, Wydawnictwo Medyczne Urban & Partner, Wrocław 2001.

Leardini A., Sawacha Z. i in.: A new anatomiacally based protocol for gait analysis in children. *Gait & Posture*, 2007, 26, 560-571

Michnik R., Jurkojć J., Guzik A., Tejszerska D.: Analysis of loads of the lower limb during gait, carried out with the use of the mathematical model, made for patients during rehabilitation progress. *Eccomas Conference Multibody Dynamics 2007*, Milano

## BIBLIOGRAFIA

Michnik R., Jurkojć J., Jureczko P., Guzik A., Tejszerska D.: Analysis of gait kinematics of patient after total hip or knee replacement. *Journal of Vibroengineering*, 2006, 8 (3).

Morecki A., Ramotowski W.: *Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej*, tom 5, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990

Neptune R.R., Sasaki K.: Ankle plantar flexor force production is an important determinant of the referred walk-to-run transition speed. *Journal of Experimental Biology*, 2005, 208, 799-808

Öberg T., Karsznia A., Oberg K.: Joint angle parameters in gait: Reference data for normal subjects 10-79 years of age. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 1994, 31 (3), 199-213

## BIBLIOGRAFIA

Öberg T., Karsznic A., Öberg K.: Basic gait parameters: Reference data for normal subjects, 10-79 years of age. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 1993, 30 (2), 210-223

Pierce R., Orendurff M., Sienko Thomas S.: Gait parameters norms for children ages 6-14. *Gait & Posture*, 2002, 16, Suppl. 1, 53-54.

Romei R., Galli M., Motta F., Schwartz M., Crivellini M.: Use of the normalcy index for the evaluation of gait pathology. *Gait & Posture*, 2004, 19 (1), 85-90

Ryu T., Soon Choi H., Choi H., Chung M.H. .: A comparison of gait characteristics between Korean and Western people for establishing Korean gait reference data. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2006, 36, 1023–1030

Schutte L.M. i in.: An index for quantifying deviations from normal gait. *Gait&Posture* 2000, 11, 25-31



## BIBLIOGRAFIA

Śnieżek A., Mężyk A., Michnik R.: Analiza dynamiki chodu prawidłowego. Aktualne problemy biomechaniki, 2007, 1

Staszek R., Ruchlewicz T., Nosiadek L.: Zmiany wybranych parametrów chodu w zależności od prędkości. Acta of Bioengineering and Biomechanics, 1999, 1 (1)

Syczewska M: Diagnostyka rehabilitacyjna narządu ruchu dziecka, Standardy Medyczne 2003, tom 5, Nr 9, s. 1254 – 1264

Syczewska M, Dembowska-Baginska B., Perek-Polnik M., Perek D.: Functional status of children after treatment for a malignant tumor of the CNS: a preliminary report, Gait & Posture 2006, vol. 23, s. 206–210

## BIBLIOGRAFIA

Syczewska M., Lebiodowska M., Kalinowska M.: Analiza chodu w praktyce klinicznej, [W:] Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, Pod red. Macieja Nałęcz, Tom 5, Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna, Red. Romuald Będziński [i in.], Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004

Tejszerska D., Świtoński E.: Biomechanika inżynierska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004

Valderrabano V., Nigg B.M., Vinzenz von Tscharnner, Darren J. Stefanyshyn D.J., Goepfert B., Hintermann B.: Gait analysis in ankle osteoarthritis and total ankle replacement. *Clinical Biomechanics*, 2007, 22, 894-904

Vaughan Ch. L., Davis B.L., O'Connor J.C.: Dynamics of human gait. Kiboho Publisher, Cape Town, 1999

## BIBLIOGRAFIA

Winter D.A., Biomechanics of human movement. John Wiley&Sons, New York, 1979

[https://brain.fuw.edu.pl/edu/index.php/Pracownia\\_Sygna%C5%82%C3%B3w\\_Biologicznych/Zajecia\\_9](https://brain.fuw.edu.pl/edu/index.php/Pracownia_Sygna%C5%82%C3%B3w_Biologicznych/Zajecia_9)

<https://pl.pinterest.com/pin/420242208980082843/#>

<https://www.imaging-resource.com/news/2012/11/27/eadward-muybridge-the-photographic-pioneer-who-froze-time-and-nature>



Wsparcie Komisji Europejskiej dla produkcji tej publikacji nie stanowi poparcia dla treści, które odzwierciedlają jedynie poglądy autorów, a Komisja nie może zostać pociągnięta do odpowiedzialności za jakiekolwiek wykorzystanie informacji w niej zawartych.

