

Edyta KANIA, Koło Naukowe Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice,
Agnieszka GŁOWACKA - KWIECIEN, **Katarzyna JOCHYMCZYK**, **Paweł JURECZKO**, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

BADANIA DOŚWIADCZALNE CHODU DZIECI ZDROWYCH*

Streszczenie. Niniejszy artykuł zawiera opis zastosowanej metody analizy chodu dzieci zdrowych oraz przykład uzyskanych wyników dla jednego z nich. Celem pracy jest wyznaczenie wzorca chodu dzieci zdrowych, stanowiących grupę porównawczą dla wyników badania chodu dzieci z guzami mózgu. Badania realizowane są w Centrum Zdrowia Dziecka w Katowicach - Ligocie.

1. WSTĘP

Choroby układu mięśniowo – szkieletowego i nerwowego oraz choroby cywilizacyjne (otyłość, cukrzyca) to w dzisiejszych czasach schorzenia doskwierające nie tylko osobom dorosłym, ale i ogromnej liczbie dzieci. Powodują one stany patologiczne oraz dysfunkcje narządów ruchu człowieka, a to wpływa między innymi na wydajność i jakość chodu [1].

Aby zapobiec i zminimalizować to zjawisko niezbędna staje się ilościowa, obiektywna analiza chodu. Obiektywna analiza chodu nie tylko pomaga w stwierdzeniu patologii chodu, ale przede wszystkim pomaga w ustaleniu przyczyn nieprawidłowości oraz pozwala na indywidualne i trafne dobranie programu rehabilitacyjnego pacjentów, który w przyszłości na pewno będzie skutkować lepszymi wynikami usprawniania pacjentów.

„Chód jest jedną z ważniejszych funkcji człowieka, która jest jego charakterystyczną cechą osobniczą [11]”. Jest to jedna z pierwszych czynności ruchowych, jaką opanowuje człowiek i właśnie dlatego stanowi podłoże merytoryczne dla następnych czynności ruchowych [2]. Prawidłowy rozwój chodu możliwy jest dzięki zintegrowanemu działaniu dwóch układów mięśniowo – szkieletowego i stałej kontroli pochodzącej z układu nerwowego, przy zapewnieniu minimalnego nakładu energetycznego [3].

Dla dziecka chód jest trudnym zadaniem ruchowym, jednak gdy się go nauczy, staje się czynnością prawie automatyczną [3][4]. Ogólnie przyjmuje się, że ukształtowany, dojrzały chód posiada dziecko w wieku siedmiu lat [2]. Zatem człowiek potrzebuje sześć lat na uformowanie dwunożnej lokomocji. Jest to długi okres, który spowodowany jest trudnością w połączeniu dwóch ważnych czynników związanych z motoryką człowieka: utrzymania równowagi w pozycji pionowej oraz skoordynowania ruchu, który pozwala na przemieszczenie [2]. W procesie wzrastania i rozwoju osobniczego zmianie podlegają wymiary dziecka, proporcje i masa ciała co wpływa na wzorec ruchu i mięśni [5].

* Pracę wykonano pod kierunkiem opiekuna naukowego – prof. dr hab. inż. Dagmary Tejszerskiej

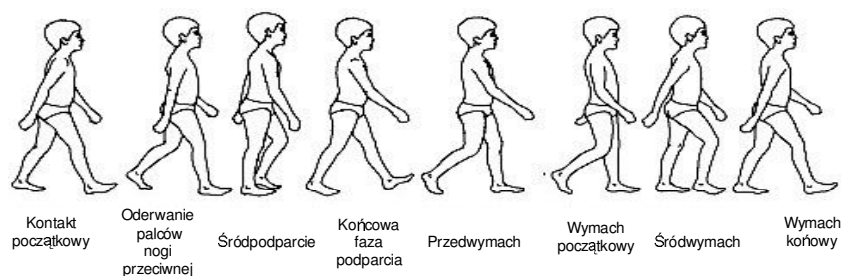
2. CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy jest wyznaczenie normy chodu dzieci zdrowych. Do normy tej porównywane będą wyniki badania chodu dzieci z guzami mózgu, które realizowane są w Centrum Zdrowia Dziecka w Katowicach - Ligocie. Zagadnienie to jest bardzo istotne, ponieważ za pomocą ilościowej analizy chodu porównuje się wybrane parametry kinematyczne i kinetyczne chodu, do poprzednich wyników tej samej osoby lub w odniesieniu do grupy porównawczej [3]. Precyzyjne i wiarygodne wyznaczenie norm jest szczególnie ważne w przypadku dzieci, gdyż wiadomo, że rozwój funkcji ruchowych związany jest z ich rozwojem. W pierwszej kolejności dynamicznemu wzrostowi ulegają wymiary i masa ciała [5]. Proporcje ciała dziecka zmieniają się proporcjonalnie z wiekiem i różnią się od proporcji ciała osób dorosłych [5]. W artykule zamieszczono metodykę badań doświadczalnych chodu oraz przykładowe wyniki uzyskane dla zdrowego dziecka. W swoim zakresie praca obejmuje przebadanie grupy porównawczej dzieci, a następnie za pomocą metod statystycznych wyznaczenie normy oraz korelacji pomiędzy wiekiem, wagą, wzrostem oraz parametrami chodu.

3. BADANIE CHODU DZIECI

Ilościowa, obiektywna analiza chodu w praktyce klinicznej znajduje coraz szersze zastosowanie. Polega ona na pomiarze, opisie i interpretacji wielkości charakteryzujących lokomocję [3]. Jednakże do ich wyznaczenia potrzebny jest nowoczesny sprzęt optoelektroniczny, wyposażony w stanowisko komputerowe umożliwiające analizę uzyskanych pomiarów.

Jako podstawową jednostkę funkcjonalną do standardowej oceny chodu przyjmuje się cykl chodu, a jest to okres między kontaktem z podłożem jednej kończyny do momentu ponownego zetknięcia się tej samej kończyny z podłożem. Wyznaczenie jakichkolwiek charakterystyk odnosi się do cyklu chodu, którego schemat pokazany został na rys. 1 [10].



60% Faza podporowa			40% Faza wymachowa
10%	40%	10%	40%
Faza podwójnego podporu	Faza pojedynczego podporu pkd	Faza podwójnego podporu	Faza pojedynczego podporu lkd
Długość kroku lkd		Długość kroku	
Długość cyklu chodu			

Rys. 1. Schemat cyklu chodu zdrowego człowieka [6]

Za pomocą ilościowej analizy chodu można wyznaczyć następujące parametry:

- czasowo-przestrzenne: prędkość chodu, długość kroków, częstość kroków,
- kinematyczne: trajektorie wybranych punktów ciała pacjenta w przestrzeni podczas chodu, kątów pomiędzy segmentami ciała w stawach, prędkości i przyspieszeń.
- kinetyczne: siły i momenty sił występujące podczas chodu [5, 7]

3.1. Zastosowany sprzęt do trójplaskczyznowej analizy ruchu

Pomiar parametrów kinematycznych i kinetycznych wykonano przy pomocy systemu do trójplaskczyznowej analizy ruchu BTS Smart. Dane rejestrowane były za pomocą sześciu kamer cyfrowych i próbkowane z częstotliwością 250 Hz. System wyposażony był również w platformę dynamometryczną służącą do pomiaru sił reakcji podłoża.

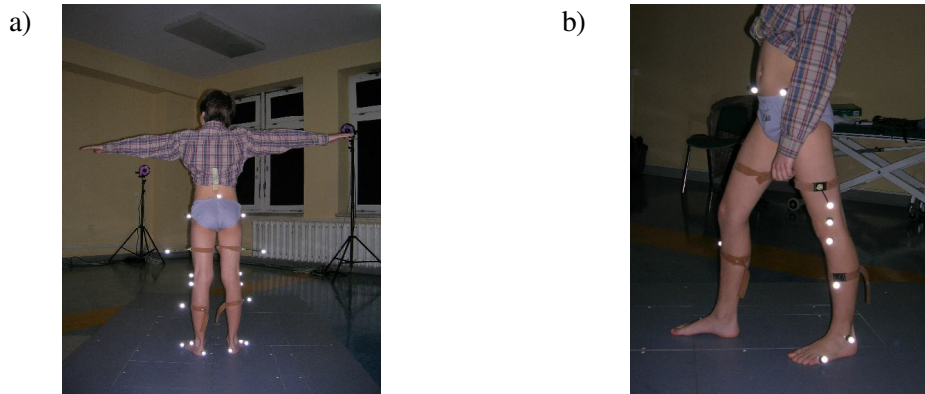
Każda z kamer wyposażona jest w lampy wysyłające promienie podczerwone w kierunku pasywnych markerów, które umieszczone są w charakterystycznych, antropometrycznych punktach ciała człowieka. Markery te, pokryte są wysoce odbłaskowym materiałem, dzięki któremu padające promienie podczerwone są odbijane, wyznaczając tym samym trajektorie ruchu rejestrowane przez kamery, a następnie kierowane do komputera.



Rys. 2. Laboratorium do przeprowadzania badań

3.2. Przygotowanie pacjentów do badania

Przed przystąpieniem do badania wykonywane były niezbędne pomiary antropometryczne pacjentów, a wśród nich: wzrost, masa ciała, szerokość miednicy, głębokość miednicy, średnica kolana, długość kończyn dolnych. Następnie na badanego naklejano specjalne markery. Na rys. 3 przedstawiono badaną osobę z naklejonymi markerami.



Rys.3. Widok badanej osoby, a) widok od tyłu, b) widok z boku

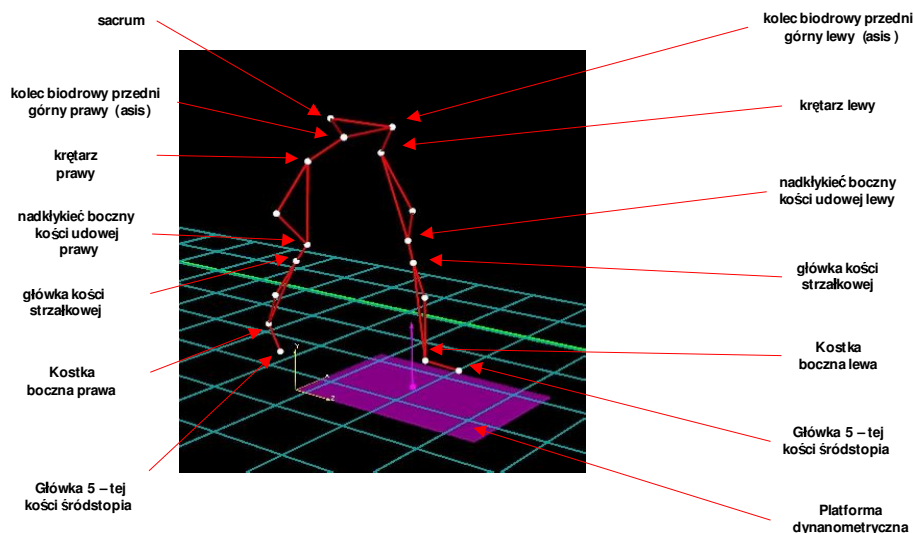
Nawet gdy, charakterystyczne punkty antropometryczne są jasno określone, to ich identyfikacja może okazać się zawodna, ponieważ pojawiające się zakłócenia mają wpływ na uzyskiwane wyniki. Przyczyną tych zakłóceń są: ruch tkanki miękkiej, drgania markerów, jak również samo badanie dzieci sprawia, że mali pacjenci niecierpliwą się podczas nalepiania znaczników i same je zdejmują [6].

Błędne umieszczenie markerów jest prawdopodobnie jednym z najważniejszych czynników wpływających na zmienność pomiarów we współczesnej klinicznej analizie chodu. Po części może to być sprawa odpowiednio przeszkolonych pracowników, ale również warunki fizyczne indywidualnych pacjentów, u których występuje różna grubość tłuszczu podskórnego, co bardzo utrudnia palpację, a w związku z tym, złe odnalezienie antropometrycznych punktów ciała [8].

Zatem proponuje się, aby przy badaniach klinicznych w laboratoriach analizy chodu grupa pacjentów do badania przygotowywana była przez tę samą osobę (bądź osoby). Badania pokazują, że dla tych samych osób, ale przygotowanych do badania przez różnych pracowników, wyniki nieznacznie, ale różnią się [9]. Ponieważ okazuje się, że istniejące normy są zawyżane lub zaniżane, dlatego ważne jest, aby każde laboratorium posiadało własne wzorce chodu z dużym zróżnicowaniem wiekowym.

3.3. Trójwymiarowa analiza ruchu

Za pomocą kamer cyfrowych rejestrowane jest 10 prób dla jednego pacjenta, które do dalszej analizy podlegają uśrednieniu. Następnie za pomocą odpowiednich sensorów rejestrujących ruch markerów i odczytujących dane do komputera tworzy się (w pakiecie systemu BTS Smart Tracker) model przestrzenny. Następnie w pakiecie SMART Analyser analizuje się wyniki i generuje raporty z przeprowadzonych badań. Na rys. 4 przedstawiono model przestrzenny w pakiecie SMART Tracker.



Ry

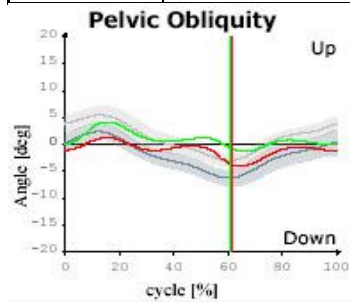
Rys. 4. Schemat modelu 3D w pakiecie SMART Tracker.

4. WYNIKI

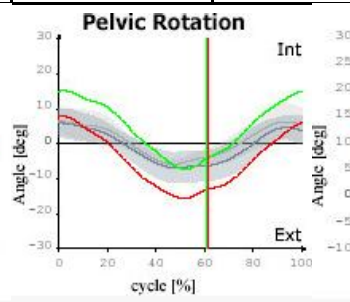
Poniższe wykresy przedstawiają wyniki parametrów kinematycznych otrzymanych dla zdrowego dziecka w wieku 11 lat (u którego nie stwierdzono żadnych wad lub chorób wpływających na stan narządu ruchu).

Tabela 1. Dane badanej osoby

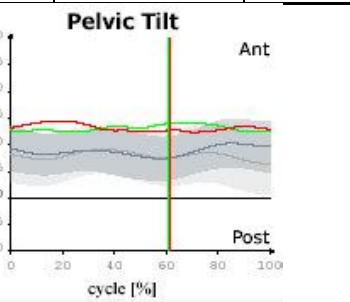
BADANY	WIEK	WZROST [m]	WAGA [kg]	BMI	PŁEĆ
1	11	146	32,5	16	M
POMIARY ANTROPOMETRYCZNE					
STRONA	SZEROKOŚĆ MIEDNICY [cm]	GŁĘBOKOŚĆ MIEDNICY [cm]	SZEROKOŚĆ KOLANA [cm]	SZEROKOŚĆ KOSTKI [cm]	DŁUGOŚĆ KOŃCZYN Y [cm]
Prawa	18,7	7	9,4	7,4	76
Lewa		7	9,4	7,4	76



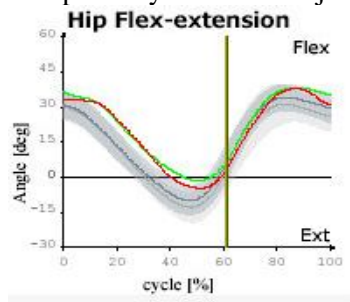
Wykres 1. Nachylenie miednicy w płaszczyźnie czołowej



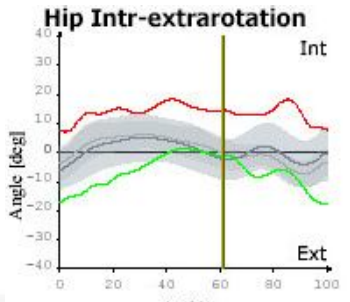
Wykres 2. Rotacja miednicy w płaszczyźnie poprzecznej



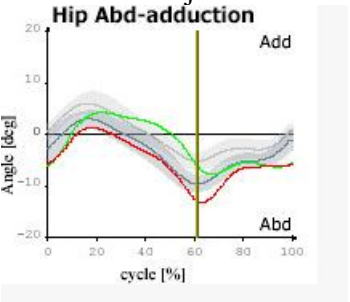
Wykres 3. Nachylenie miednicy w płaszczyźnie strzałkowej



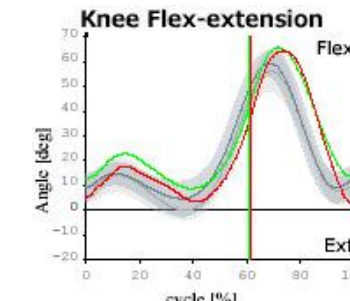
Wykres 4. Zakres ruchu stawu biodrowego w płaszczyźnie strzałkowej (zginanie - wyprost)



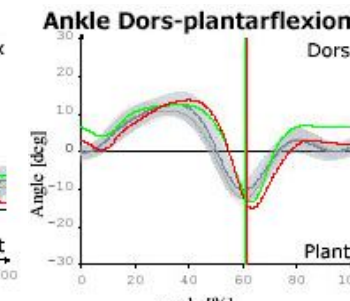
Wykres 5. Zakres ruchów w stawie biodrowym w płaszczyźnie poprzecznej (ruchy rotacyjne)



Wykres 6. Zakres ruchów w stawie biodrowym w płaszczyźnie czołowej (przywodzenie - obwodzenie)



Wykres 7. Ruch kolana w płaszczyźnie strzałkowej (zginanie - wyprost)



Wykres 8. Ruch stopy w płaszczyźnie strzałkowej (zginanie podszwowo - grzbietowe)

— PRAWA STRONA
— LEWA STRONA
— PRAWA NORMA
— LEWA NORMA

5. PODSUMOWANIE

Przedstawione wyniki badań należy potraktować jako badania pilotażowe oraz jako badania jakościowe. Następnym etapem pracy jest kompleksowe przebadanie określonej grupy porównawczej oraz za pomocą metod statystycznych wyznaczenie normy oraz korelacji pomiędzy wiekiem, wagą, wzrostem oraz parametrami chodu. Ponieważ wzorce ruchowe ulegają zmianom aż do zakończenia dojrzewania szkieletowego [11], każde laboratorium analizy chodu powinno mieć przygotowane własne wzorce chodu z dużym zróżnicowaniem wiekowym. Jak widać z przedstawionych wykresów zmian kątów w stawach, wykresy są zbliżone do siebie kształtem, jednakże jak zostało to już wcześniej nakreślone, wartości odbiegają od siebie.

LITERATURA

- [1] Michnik R., Jurkojć J.: Analiza parametrów kinematycznych i dynamicznych podczas chodu normalnego i patologicznego, Zeszyty Naukowe Katedry Mechaniki Stosowanej nr 22, Gliwice 2003,
- [2] Bober T.: Biomechanika chodu i biegu, Studia i monografie AWF we Wrocławiu, zeszyt nr 8, Wrocław 1985,
- [3] Syczewska M.: Chód w obrazie analizy laboratoryjnej, Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja, vol. 3, nr 4, 2001, s. 484-486,
- [4] Syczewska M., Święcicka A., Kalinowska M., Gaff K.: Zastosowanie ilościowej, obiektywnej analizy chodu do oceny doboru zaopatrzenia ortopedycznego u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym (analiza chodu w doborze zaopatrzenia ortopedycznego w mpd), Fizjoterapia Polska 2006 Tom 4 nr 4 s. 298- 303,
- [5] Syczewska M: Diagnostyka rehabilitacyjna narządu ruchu dziecka, Standardy Medyczne, 2003 Tom 5, Nr 9, s. 1254 – 1264,
- [6] Tejszerska D., Świtoński E. i in.: Biomechanika inżynierska. Zagadnienia wybrane. Laboratorium, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004,
- [7] Nałęcz M., Będziński R. i in.: Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, T.5: Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2004,
- [8] Baker Richard i inni: Gait analysis in rehabilitation, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation,
- [9] Alberto Leardini i inni: A new anatomically based protocol for gait analysis in children, Gait and Posture Volumin 26 Zeszyt 4 2007, s. 560 – 571,
- [10] Pei – Hsi Chou i inni: Normal gait of children, Biomedical Engineering –Application, Basis and Communications, Vol. 15 No. 4 August 2003,
- [11] Dega W., Singer A.: Ortopedia i rehabilitacja, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1996

ANALYSIS OF THE HEALTHY CHILDREN'S GAIT

Summary. The article present the methods which are use to analyze the gait of the children. Moreover, introduce the source of incorrect norm of healthy children gait parameters for different gait laboratory. It gives the base to further investigation as well.