

ANALIZA BIOMECHANICZNA CHODU DZIECI Z ZASTOSOWANIEM SYSTEMU BTS SMART

KATARZYNA JOCHYMCZYK*, AGNIESZKA GŁOWACKA-KWIECIEN*, PAWEŁ JURECZKO*, DAGMARA TEJSZERSKA*, TOMASZ ŁOSIEN**

* *Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska*

e-mail: Katarzyna.Jochymczyk@pol.sl.pl, Agnieszka.Glowacka-Kwiecien@polsl.pl, Pawel.Jureczko@polsl.pl, Dagmara.Tejszerska@polsl.pl

** *Katedra i Zakład Fizjoterapii, Wydział Opieki Zdrowotnej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach*
e-mail: Los72@autograf.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wstępne wyniki badań doświadczalnych prowadzonych dla dzieci zdrowych oraz z zaburzeniami neurologicznymi. Pomiary zostały przeprowadzone w Górnośląskim Centrum Zdrowia Dziecka w Katowicach z wykorzystaniem systemu BTS Smart. Praca zawiera analizę wielkości kinematycznych (przebiegi czasowe kątów w poszczególnych stawach), dynamicznych (momenty sił mięśniowych w stawach) oraz składowych sił reakcji podłoża wspomnianej wcześniej grupy dzieci.

1. WSTĘP

Badania diagnostyczne narządu ruchu prowadzone są zwyczajowo na podstawie obserwacji, gdyż nawet niewielkie odchylenie od prawidłowego wzorca chodu można stosunkowo łatwo dostrzec „gołym okiem”. Metoda ta jest jednak bardzo subiektywna, gdyż np. obserwator może podświadomie szukać u pacjenta wcześniej założonych wyników. Ponadto brak tutaj powszechnie stosowanych standardów, jeśli chodzi o ocenę poszczególnych nieprawidłowości, sposobu ich opisu czy też elementów branych pod uwagę, to wszystko wpływa na niemożność porównywania otrzymanych wyników przez różnych klinicystów [3].

Sytuacja ta skłoniła badaczy do opracowania zestawu czynników, „których spełnienie warunkuje możliwość zachowania prawidłowego wzorca chodu” [3]. Osoba prowadząca badanie obserwuje, czy czynniki te występują u pacjenta. Podstawą wszelkich badań związanych z chodem jest cykl chodu trwający od chwili kontaktu pięty z podłożem jednej kończyny dolnej do chwili kolejnego kontaktu tej samej kończyny z podłożem [3].

Ograniczenia i subiektywizm towarzyszący analizie chodu opartej na obserwacji sprawiają, iż oczywiste wydaje się stosowanie obiektywnych, ilościowych metod przy użyciu mniej lub bardziej skomplikowanej aparatury [1-5].

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w dziedzinie diagnostyki narządu ruchu. Niewątpliwie ma to związek z faktem, że wiele ośrodków nie tylko na świecie, ale także w Polsce dysponuje odpowiednim sprzętem [6].

2. BADANIA DOŚWIADCZALNE

Badania doświadczalne prowadzone były w Górnośląskim Centrum Zdrowia Dziecka w Katowicach, przy użyciu systemu do trójwymiarowej analizy ruchu BTS Smart. System składał się z sześciu kamer optoelektronicznych i dwóch platform dynamometrycznych firmy Kistler (rys. 1). Zestaw kamer pozwalał na śledzenie położenia w przestrzeni pomiarowej pasywnych markerów umieszczonych w ściśle zdefiniowanych, charakterystycznych punktach ciała pacjenta (rys. 2). Uzyskane dane zostały przekazane do komputera, a następnie za pomocą specjalistycznego oprogramowania wyznaczono współrzędne markerów w trójwymiarowej przestrzeni, co pozwoliło na obliczenie wielkości kinematycznych i dynamicznych. Składowe siły reakcji podłoża w trzech płaszczyznach zostały wyznaczone za pomocą platform dynamometrycznych.



Rys. 1. Laboratorium analizy chodu



Rys. 2. Widok pacjenta z naklejonymi markerami

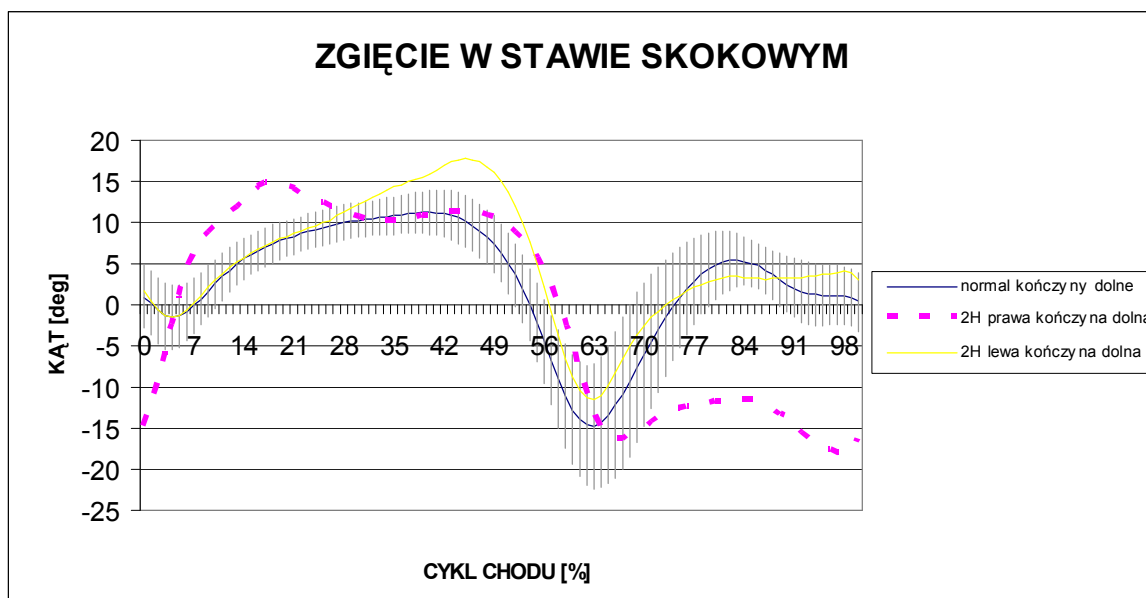
3. WYNIKI BADAŃ DOŚWIADCZALNYCH

W badaniach doświadczalnych wzięło udział dziesięcioro dzieci zdrowych w wieku 14-16 lat, u których nie stwierdzono żadnych wad lub chorób w obrębie narządu ruchu, jeden pacjent po usunięciu guza tylnej jamy czaszki oraz jeden pacjent obciążony połowicznym niedowładem (hemiplegia). Przed badaniem zostały wykonane niezbędne pomiary antropometryczne, dzięki którym określono: masę, wzrost, długości i szerokości poszczególnych elementów kończyn badanego pacjenta (tabela 1). Zamieszczone w tabeli 1 wielkości antropometryczne dzieci stanowiących grupę kontrolną są wartościami średnimi z 10 - osobowej populacji.

Tabela 1: Dane badanej grupy pacjentów oraz dzieci z grupy kontrolnej wraz z odchyleniem standardowym.

Pacjent	Wiek	Wzrost [m]	Długość kończyn [m]		Waga [kg]	BMI	Płeć
			Prawa	Lewa			
NORMA	14-16 lat	1,69±0,08	0,91±0,05		57±9,03	20±3,47	M+K
Nr G	15 lat	1,64	0,87		37	13,5	K
Nr H	16 lat	1,60	0,87	0,86	51	20	K

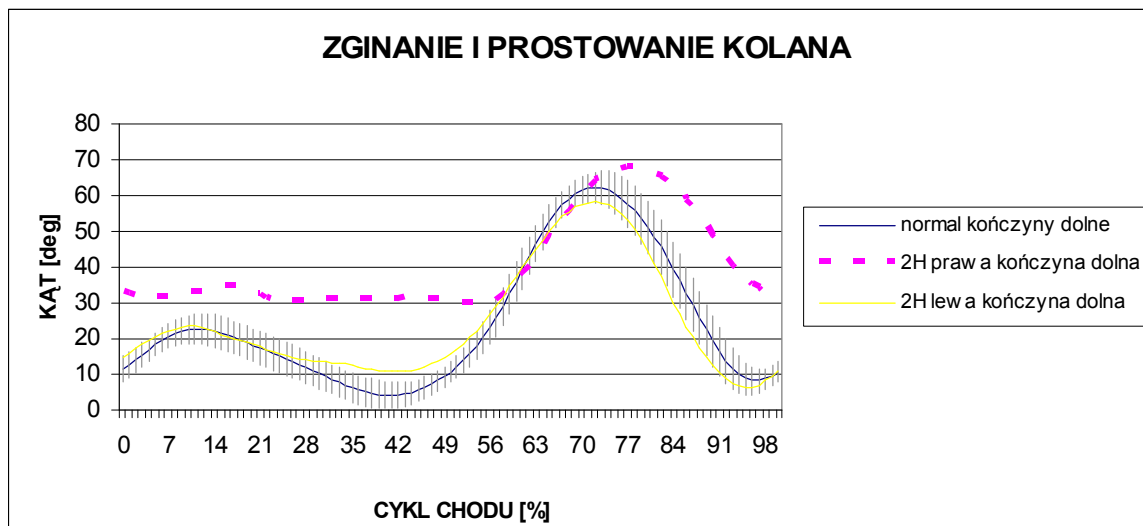
Wyniki badań doświadczalnych przedstawiono na wykresach poniżej (rys. 3-10).



Rys. 3. Przebiegi kątów stawowych dla obu kończyn dolnych dziecka z hemiplegią w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu dla stawu skokowego

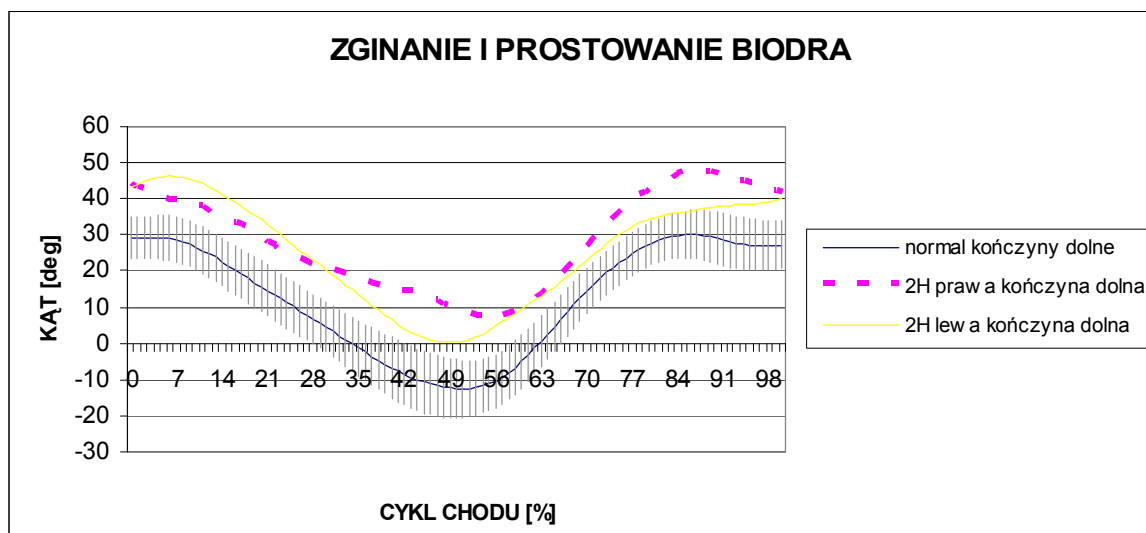
Analizując wykres uzyskany dla prawej kończyny dolnej dziecka z hemiplegią i odnosząc go do przebiegu normalnego, można zaobserwować już w pierwszych 5% cyklu chodu duże zgięcie podszwowe. Natomiast pomiędzy 5% a 30% cyklu chodu ta sama kończyna znajduje się w dużym zgięciu grzbietowym. Natomiast lewa kończyna dolna w drugiej fazie podporu wykonuje zgięcie grzbietowe o 5 stopni większe w stosunku do przebiegu dla pacjentów zdrowych. W fazie wymachu wykres lewej kończyny dolnej mieści się w normie, a wykres

prawej odbiega od normy o około 15 stopni, stopa znajduje się w dużym zgięciu podszwowym.



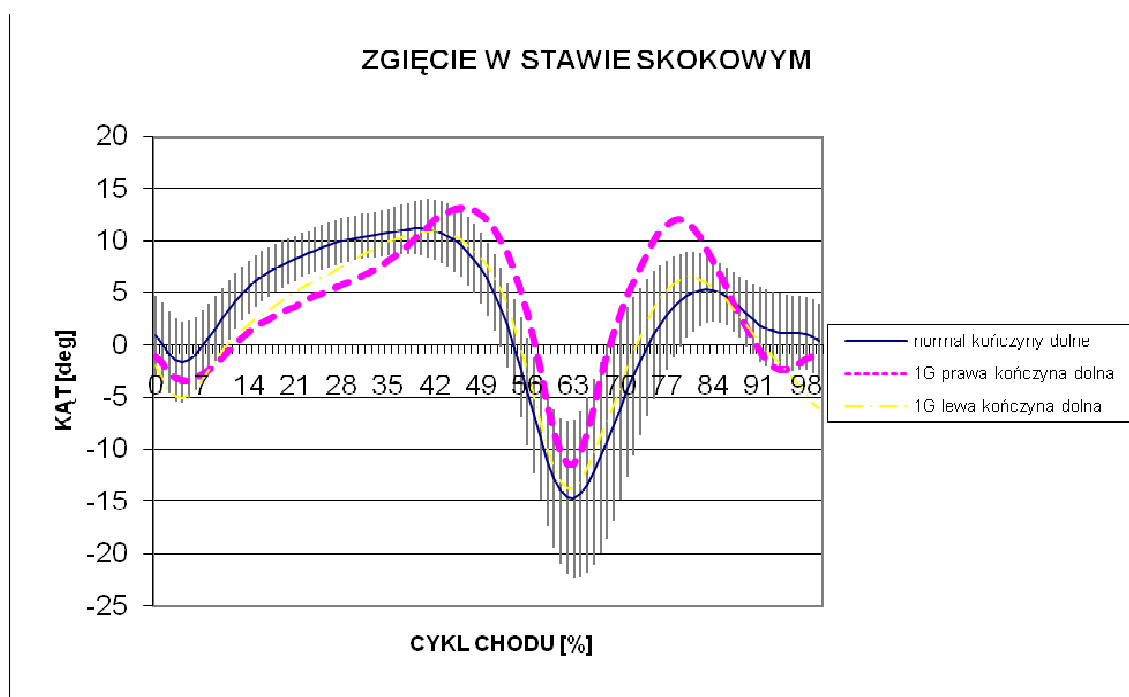
Rys. 4. Przebiegi kątów stawowych dla obu kończyn dolnych dziecka z hemiplegią w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu dla stawu kolanowego

Dla prawej kończyny dolnej w fazie podporu kolano ustawione jest w stałym zgięciu. Dla lewej kończyny dolnej przebieg mieści się w normie.

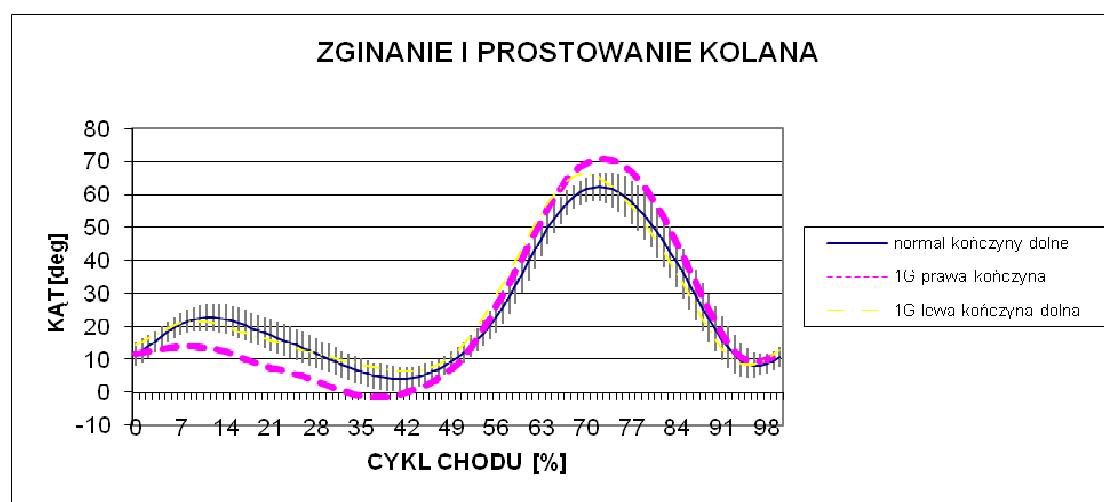


Rys. 5. Przebiegi kątów stawowych dla obu kończyn dolnych dziecka z hemiplegią w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu dla stawu biodrowego

Dla obu kończyn dolnych dziecka z hemiplegią wykresy są zbliżone do normy, lecz przesunięte w osi rzędnych o około 15 stopni.

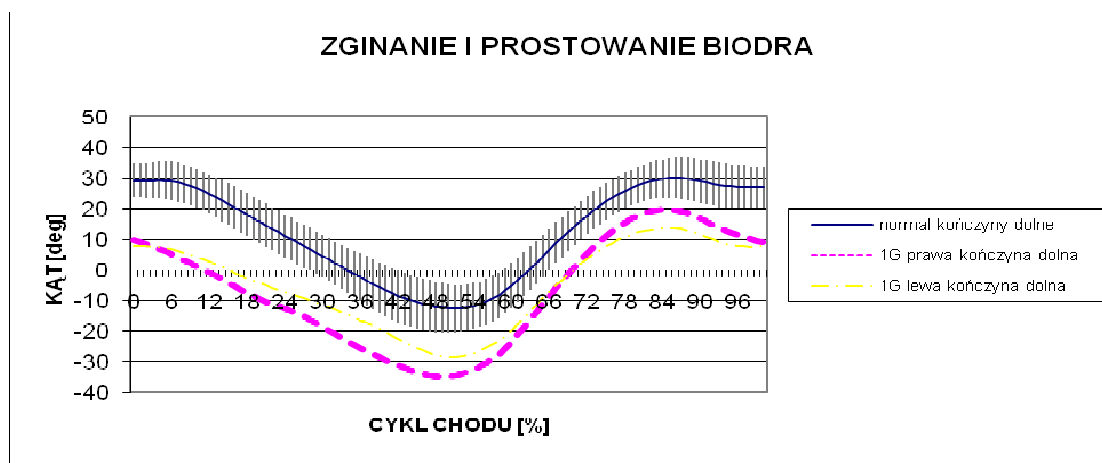


Rys. 6. Przebiegi kątów stawowych dla obu kończyn dolnych dziecka po usunięciu guza tylnej jamy czaszki w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu dla stawu skokowego



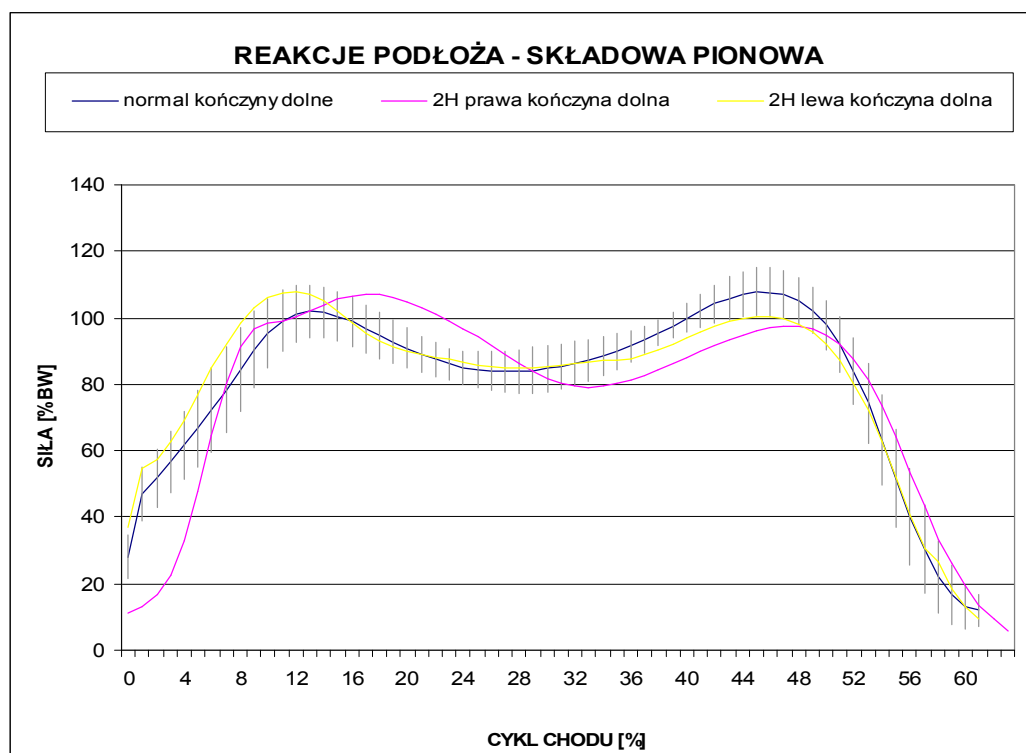
Rys. 7. Przebiegi kątów stawowych dla obu kończyn dolnych dziecka po usunięciu guza tylnej jamy czaszki w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu dla stawu kolanowego

Dla stawu skokowego i kolanowego dziecka po usunięciu guza tylnej jamy czaszki wykresy dla lewej kończyny dolnej mieszczą się w normie. Dla prawej kończyny dolnej wartości nieznacznie się różnią w porównaniu z normą.



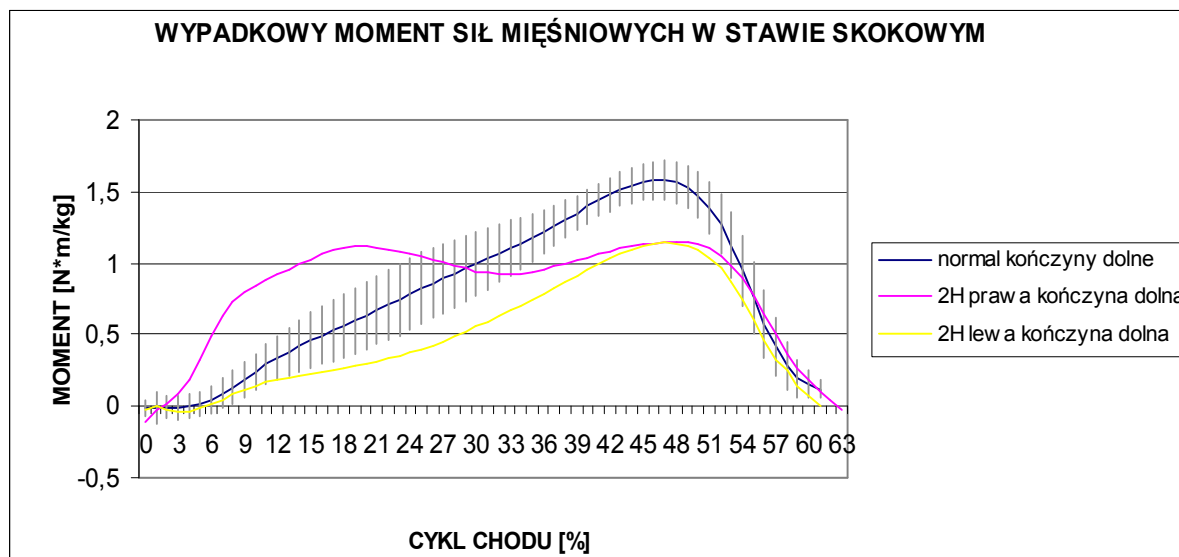
Rys. 8. Przebiegi kątów stawowych dla obu kończyn dolnych dziecka po usunięciu guza tylnej jamy czaszki w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu dla stawu biodrowego

Zakres kątowny dla obu kończyn dolnych dziecka po usunięciu guza tylnej jamy czaszki na wykresie 8 jest zmniejszony o około 10 stopni w stosunku do normy.



Rys.9. Reakcje podłoża – składowa pionowa – dziecka obciążonego hemiplegią dla obu kończyn dolnych w czasie pojedynczego cyklu chodu

Składowa reakcji pionowej dla dziecka z hemiplegią (rys. 9) dla lewej kończyny dolnej nie odbiega od normy. Przeniesienie obciążenia dla kończyny prawej jest natomiast opóźnione w stosunku do kończyny lewej o około 10 procent cyklu chodu.



Rys.10. Przebiegi wypadkowego momentu sił mięśniowych w stawie skokowym dla obu kończyn dolnych dziecka obciążonego hemiplegią w odniesieniu do normy w płaszczyźnie strzałkowej w czasie pojedynczego cyklu chodu

Wypadkowy moment sił mięśniowych w stawie skokowym dziecka z hemiplegią dla lewej kończyny dolnej jest mniejszy w drugiej fazie kontaktu względem normy. Wypadkowy moment sił mięśniowych dla drugiej kończyny w pierwszej fazie kontaktu odbiega kształtem od normy, a w drugiej fazie kontaktu jego wartość pokrywa się z lewą kończyną dolną.

4. PODSUMOWANIE

Prezentowane wyniki badań doświadczalnych stanowią element pracy mającej na celu między innymi opracowanie wzorca chodu dzieci zdrowych (nieobciążonych zaburzeniami chodu), do którego w kolejnych etapach będą odnoszone wyniki badań pacjentów obciążonych hemiplegią oraz dzieci po usunięciu guza. Na podstawie zaprezentowanych przykładowych przebiegów wielkości kinematycznych, dynamicznych oraz składowych sił reakcji podłoża u dziecka obciążonego hemiplegią można zaobserwować wyraźne różnice pomiędzy wykresami dla lewej i prawej kończyny dolnej jak również w odniesieniu do prezentowanej normy. W przypadku dziecka, któremu usunięto guza tylnej jamy czaszki, te odstępstwa są niewielkie. Ponieważ jednak grupa kontrolna liczyła zaledwie 10 osób oraz przebadano tylko jednego pacjenta po usunięciu guza i jednego pacjenta obciążonego hemiplegią, przedstawione wyniki należy potraktować jako badania poglądowe.

LITERATURA

1. Harrir G.F., Wertsch J.J.: Procedures for gait analysis. "Arch Phys Med Rehabil" 1994, 75, p. 216-225.
2. Khodadadeh S.: Energy methods for the clinical monitoring of pathological gait. "Gait & Posture" 1993, 1, p. 23-25.
3. Nałęcz M.: Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000. Tom V : Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna, s. 351 – 366. Warszawa: Akad. Oficyna Wyd. EXIT, 2004. .

4. Syczewska M., Święcicka A., Kalinowska M., Graff K.: Zastosowanie ilościowej, obiektywnej analizy chodu do oceny doboru zaopatrzenia ortopedycznego u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym (analiza chodu w doborze zaopatrzenia ortopedycznego w mpdz). „Fizjoterapia polska” 2006, vol. 6.
5. Syczewska M.: Chód w obrazie analizy laboratoryjnej. „Ortopedia, traumatologia, rehabilitacja” 2001, vol. 3, nr 4.
6. Święcicka A., Syczewska M.: Ocena skuteczności leczenia rehabilitacyjnego toksyną botulinową pacjentów z mózgowym porażeniem dziecięcym przy zastosowaniu obiektywnej analizy chodu do kwalifikacji pacjentów. „Rehabilitacja medyczna” 2007 t.11, nr 1.

BIOMECHANIC ANALYSIS OF WALKING PROCESS OF CHILDREN WITH USE OF THE BTS SMART

Summary. This paper presents the preliminary results of experimental measurements for healthy children and children with neurological disorders. The study was conducted in Children's Memorial Health in Katowice, using the BTS Smart system. The work contains an analysis of kinematic (angular movement of joints), dynamic parameters (muscle force moment in joints) and ground reaction force analysis of obtained data.