

Joanna HAJOK, Studenckie Koło Naukowe Biomechatroniki „BIOKREATYWNI”, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Śląska, Zabrze

Jacek JURKOJC, Piotr WODARSKI, Andrzej BIENIEK, Marek GZIK, Katedra Biomechatroniki, Wydział Inżynierii Biomedycznej, Politechnika Śląska, Zabrze

PARAMETRY KINEMATYCZNE WYBRANYCH WZORCOWYCH SEKWENCJI RUCHOWYCH WYKORZYSTYWANYCH W TERAPII KLINICZNEJ

Streszczenie: Artykuł prezentuje wynik analizy wielkości kinematycznych wybranych sekwencji ruchowych wykonanych przez doświadczonego fizjoterapeutę. Badania przeprowadzono z zastosowaniem systemu do analizy ruchu MVN BIOMECH w Centrum Pediatrii im. Jana Pawła II w Sosnowcu. W ramach badań wyznaczono zakresy ruchu dla stawu barkowego, łokciowego oraz nadgarstkowego w czasie trwania każdej sekwencji ruchowej oraz przeprowadzono analizę porównawczą znormalizowanych czasowo wielkości kinematycznych z podziałem na fazy ruchu. Wyniki pomiarów będą pomocne przy projektowaniu gier terapeutycznych w środowisku wirtualnej rzeczywistości, służących do rehabilitacji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi.

Słowa kluczowe: kończyna górna, parametry kinematyczne, Technologie Wirtualnej Rzeczywistości, system Cave

1. WSTĘP

Poprawa motoryki kończyn stanowi jeden z priorytetów w rehabilitacji dzieci, gdyż wpływa na rozwój funkcji sensomotorycznych oraz poznawczych [1]. Wirtualna rzeczywistość jest wciąż nowością w zastosowaniu rehabilitacyjnym. Posiada jednak szereg zalet, dzięki którym rehabilitacja z jej wykorzystaniem może stać się dla dzieci dużo bardziej atrakcyjna oraz skuteczniejsza. W połączeniu z systemami do analizy ruchu pozwala na uzyskanie obiektywnej oceny wykonywanych ćwiczeń w postaci danych liczbowych, dzięki której możliwe jest porównanie postępów rehabilitacji. Zastosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości w rehabilitacji, poza usprawnianiem motorycznym, korzystnie wpływa również na rozwój strefy intelektualnej oraz emocjonalnej. Dodatkowo umożliwia tworzenie interaktywnych scenariuszy dopasowanych do indywidualnych potrzeb i preferencji dzieci w różnym przekroju wiekowym, dzięki czemu wykonują one chętniej większą liczbę powtórzeń ćwiczenia z większym zaangażowaniem [2,3,5]. Istnieje zatem potrzeba projektowania aplikacji, które umożliwią rozpoczęcie efektywnej rehabilitacji poprzez zabawę. W tym celu należy opracować wzorce ruchowe dla wyselekcjonowanych sekwencji ruchowych, które następnie można zastosować w grach terapeutycznych, rozwijających zdolności motoryczne u dzieci.

2. CEL BADAŃ

Celem badań jest analiza wielkości kinematycznych wyselekcjonowanych przez fizjoterapeutę sekwencji ruchowych. Wyniki badań będą przydatne przy opracowywaniu gier dedykowanych diagnostyce i rehabilitacji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi z wykorzystaniem technologii wirtualnej rzeczywistości.

3. METODYKA BADAŃ

W badaniach wzięła udział magister fizjoterapii, na co dzień pracująca w Centrum Pediatrii im. Jana Pawła II w Sosnowcu i zajmująca się rehabilitacją dzieci z zaburzeniami neurologicznymi. Podczas pomiarów zarejestrowano trzykrotnie 6 sekwencji ruchowych, które zostały opisane w tabeli 1. Sekwencje ruchowe wybrano tak, aby angażowały zarówno małą jak i dużą motorykę.

Badania zostały przeprowadzone przy wykorzystaniu systemu do analizy ruchu MVN Biomech firmy Xsens wyposażonego w akcelerometryczne czujniki ruchu. Czujniki zostały umieszczone na ciele badanej osoby tak, aby był możliwy pomiar ruchu każdego z segmentów kończyny górnej. Oprogramowanie pozwoliło na rejestrację ruchu oraz wstępną analizę wyników [4].

Tab. 1. Opis wykonywanych sekwencji ruchowych

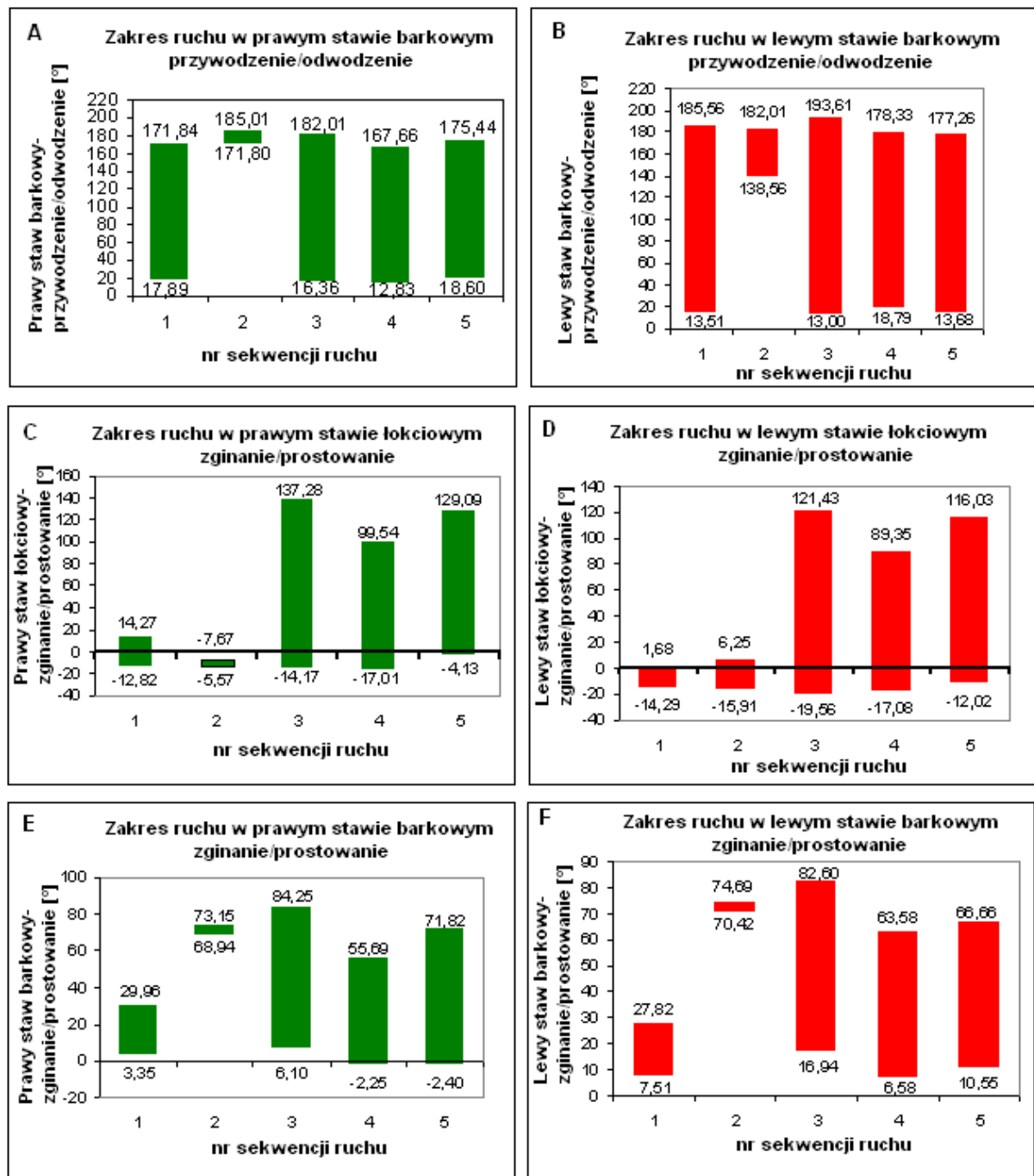
| Nr sekwencji ruchu | wykonywany ruch |
|--------------------|--|
| 1 | przeniesienie wyprostowanych kończyn górnych nad głowę ruchem odwodzenia w stawie barkowym |
| 2 | odwracanie i nawracanie ręki |
| 3 | przemieszczenie kończyn górnych w przód |
| 4 | naprzemienne przenoszenie kończyn górnych nad głowę ruchem zginania i odwodzenia w stawie barkowym przy równoczesnym zginaniu u prostowaniu w stawie łokciowym |
| 5 | sięganie ponad głowę |
| 6 | zginanie i prostowanie nadgarstka |

4. ANALIZA WYNIKÓW

Przeprowadzone badania pozwoliły na wyznaczenie wielkości kinematycznych opisujących ruch kończyny górnej podczas wykonywania każdej z sekwencji ruchowej. W ramach niniejszej pracy porównano zakresy ruchu w stawach barkowym i łokciowym dla wszystkich sekwencji ruchu oraz dokonano analizy kinematyki ruchu w stawie barkowym i łokciowym dla sekwencji nr 4.

4.1. Wyznaczenie zakresów ruchu

W celu analizy zakresów ruchu w stawach wyznaczono wartości maksymalne oraz minimalne kątów w stawach kończyny górnej dla ruchów w nich występujących podczas wykonywania każdej z trzech prób danej sekwencji. W kolejnym kroku uśredniono te wartości oraz obliczono zakres ruchu dla stawu barkowego, łokciowego oraz nadgarstkowego dla każdej sekwencji ruchowej (Rys. 1).

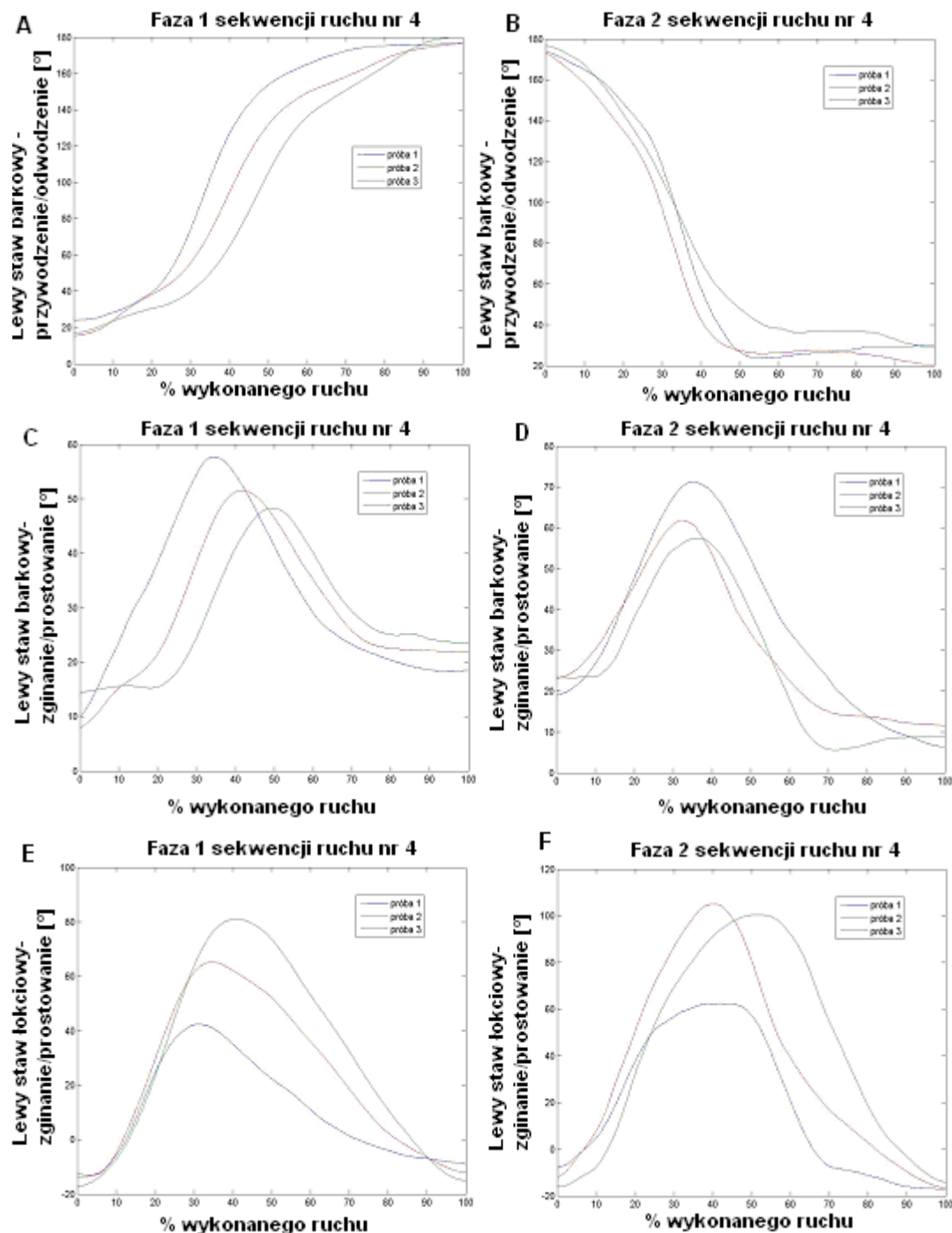


Rys. 1. Zakres ruchu w poszczególnych sekwencjach ruchu dla zginania/prostowania (E,F) i odwodzenia/przywodzenia (A,B) w stawie barkowym oraz zginania/prostowania (C,D) w stawie łokciowym

Stwierdzono, że w większości ruchy były wykonywane symetrycznie – różnice w zakresach kątowych między prawą a lewą kończyną górną wahają się w granicy 10°. Wyjątek stanowi ruch przywodzenia/odwodzenia stawu barkowego podczas wykonywania sekwencji ruchu nr 2, gdzie różnica wynosi 30° oraz ruch zginania/prostowania stawu łokciowego podczas wykonywania sekwencji ruchu nr 2 - 20°.

4.2 Badania kinematyki wybranych sekwencji ruchowych

W kolejnym etapie przeprowadzono analizę przebiegów kątowych w stawach z podziałem na fazy ruchu, uwzględniając trzy próby wykonania każdej z sekwencji ruchowej. Rysunek 2 przedstawia porównanie opracowane dla sekwencji nr 4 dla kończyny lewej.

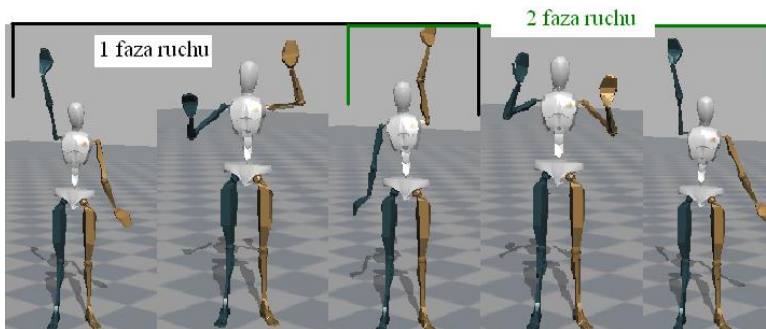


Rys. 2. Przebieg zmian wartości kątowych zginania/prostowania (C,D) i przywodzenia/odwodzenia (A,B) w lewym stawie barkowym oraz zginania/prostowania (E,F) w lewym stawie łokciowym podczas wykonywania sekwencji ruchu nr 4 w pierwszej fazie (A,C,E) oraz w drugiej fazie ruchu (B,D,F)

Ruch w sekwencji 4 polegał na naprzemiennym opuszczaniu i unoszeniu kończyny. Na początku pierwszej fazy prawa kończyna była wyprostowana w stawie łokciowym i uniesiona nad głowę oraz lewa wyprostowana i opuszczona wzdłuż ciała. Z tej pozycji prawa kończyna

poprzez prostowanie w stawie barkowym przy równoczesnym zginaniu, a następnie prostowaniu w stawie łokciowym była opuszczana do pozycji wyprostowanej, skierowanej w dół wzdłuż tułowia. W tym samym czasie lewa kończyna poprzez zginanie w stawie barkowym przy równoczesnym zginaniu, a następnie prostowaniu w stawie łokciowym była unoszona do góry. W czasie drugiej fazy następował analogiczny powrót kończyn do pozycji wyjściowej (rys. 3).

Ze względu na różne czasy trwania każdej z trzech prób tej samej sekwencji ruchowej pojawiła się konieczność wykonania wykresów znormalizowanych czasowo. Umożliwiło to przedstawienie prób na jednym wykresie oraz ich porównanie. Normalizację uzyskano dzięki interpolacji danych w funkcji czasu procentowego.



Rys. 3. Schematyczne przedstawienie sekwencji ruchu nr 4

Największą powtarzalność ruchu można zauważyć dla stawu barkowego przy ruchu odwodzenia/przywodzenia. Ruch zginania/prostowania w pierwszej fazie ma nieznaczne przesunięcia w czasie oraz różnice. Najmniejsza powtarzalność wystąpiła w ruchu w stawie łokciowym.

4.3. Wykorzystanie badań kinematyki w opracowaniu aplikacji terapeutycznej

Przeprowadzone badania pozwoliły na opracowanie aplikacji, które będą mogły być wykorzystane do aktywizacji ruchowej osób wymagających tak przeprowadzonych ćwiczeń rehabilitacyjnych. Opracowane zakresy ruchów wskazują na miejsca rozmieszczenia interaktywnych elementów aplikacji. Scenariusz aplikacji wymaga od osoby grającej wykonywanie ruchów zbliżonych do analizowanych ruchów terapeutycznych.

5. DYSKUSJA I WNIOSKI

Badania miały na celu wskazanie sposobu uzyskania wzorca ruchowego, który ma być pomocny przy projektowaniu gier terapeutycznych w środowisku wirtualnej rzeczywistości. Podział sekwencji ruchowych na fazy pozwolił na dokładniejszą analizę zakresu ruchu w stawach oraz przebiegu kąтового podczas wykonywania ruchów złożonych. Poszczególne sekwencje są odpowiednie do oceny zakresu ruchu w odpowiednich stawach. Sekwencja nr 1 pozwala na ocenę zakresu przywodzenie/odwodzenia w stawie barkowym, sekwencja nr 2 rotacji w stawie łokciowym, nr 3, 4 oraz 5 mogą być przydatne do oceny zakresu zginania/prostowania w stawie łokciowym, a sekwencja nr 6 – zginania/prostowania w stawie nadgarstkowym. Uzyskane wykresy prezentują w większości prawidłowo wykonane sekwencje ruchowe. Wyjątek stanowi przedstawiony na Rys.4 przebieg kątowy zginania/prostowania dla lewego stawu łokciowego podczas wykonywania sekwencji ruchowej nr 4, gdzie różnicą pomiędzy pierwszą a trzecią próbą wynosi 40°. Należałoby przeprowadzić konsultację z fizjoterapeutą jak dokładnie powinien wyglądać

wyselekcjonowany przez niego ruch oraz monitorować jego wykonanie w czasie przeprowadzenia badania.

Analiza wyników badań może być pomocna przy projektowaniu gier terapeutycznych w środowisku wirtualnej rzeczywistości, służących do rehabilitacji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi, dostosowanej do ich indywidualnych potrzeb. Wartości kątowe pozwalają na wskazanie miejsc związanych z umieszczeniem interaktywnych elementów aplikacji, tak aby można było uruchomić odpowiednie interakcje dopiero po poprawnie wykonanej sekwencji ruchowej. Zarejestrowane trajektorie ruchu stanowią istotny element podczas opracowywania scenariuszy aplikacji tak, aby osoba ćwicząca nieświadomie wykonywała ruchy terapeutyczne.

Wyselekcjonowane przez doświadczoną fizjoterapeutkę sekwencje ruchowe powinny zostać tak wykorzystane w grach, aby młody użytkownik poprawiał swoją motorykę poprzez zabawę. Zastosowany w systemie Cave obraz 3D dodatkowo może wpłynąć pozytywnie na motywację dzieci do wzięcia udziału w rehabilitacji oraz wykonywania większej liczby powtórzeń ćwiczeń.

LITERATURA

- [1] Guberek R., Levin M., Maxime R. : Motor Learning of the upper limb children with cerebral palsy after virtual and physical ting intervention, International Conference on virtual rehabilitation, Philadelphia, 2013
- [2] Gzik M., Jozsko K., Stachowiak E., Wodarski P.: Przykład implementacji systemów trackingowych oraz systemu cave w procesach rehabilitacyjnych dzieci, Aktualne Problemy Biomechaniki, nr 7, 2013, s. 59-62
- [3] Kyung Kim, Lee Jeongsu, Won-Kyung Song: Kinematic analysis of upper extremity movement during drinking in hemiplegic subjects, Clinical Biomechanics, vol. 29, 2014, p. 248-256
- [4] MVN User Manual Document MV0319P, Revision D
- [5] Wodarski P., Gzik M., Jurkojć J., Michnik R., Bieniek A.: Wyznaczanie zdolności manipulacyjnych kończyny górnych u dzieci z wykorzystaniem Technologii Wirtualnej Rzeczywistości, Aktualne Problemy Biomechaniki, nr 8, 2014, s. 163-168

KINEMATIC PARAMETERS SELECTED PATTERN MOTION SEQUENCES USED IN CLINICAL THERAPY

Abstract: The article presents an analysis of ideal motion sequences selected by experienced physiotherapist. The study was performed using MVN BIOMECH system. In the analysis range of motion was indicated for wrist, elbow and shoulder joint for the each selected motion sequence. Additionally, time normalised diagrams with division of motion phase were done. Results will be helpful in projecting therapeutic games in virtual reality environment that can be used for rehabilitation of children with neurological disorders.