

**Patryk SIEMIANOWSKI², Piotr DYWEL¹, Angela ANDRZEJEWSKA²,
Katarzyna MIKOŁAJCZYK¹, Samanta SZYPIELEWICZ¹, Tomasz TOPOLIŃSKI²**

¹Koło Naukowe „BioMed”, Zakład Inżynierii Biomedycznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich, Bydgoszcz

²Zakład Inżynierii Biomedycznej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich, Bydgoszcz

INDYWIDUALNY FOTEL ANATOMICZNY – NOWATORSKA METODA PREWENCJI WTÓRNEJ I TRZECIORZĘDOWEJ U PACJENTA Z PATOLOGIĄ KRĘGOSŁUPA

Streszczenie: W niniejszej pracy przedstawiono autorską metodę wytwarzania spersonalizowanej ortozy tułowia: Indywidualny Fotel Anatomiczny. Dyskusji poddano wstępne wyniki badania klinicznego z wykorzystaniem zaproponowanego rozwiązania w aspekcie zwiększonego komfortu pacjenta z deformacją kręgosłupa. Przedstawione dane stanowią punkt odniesienia do dalszych analiz, przede wszystkim nad zasadnością stosowania wspomnianej koncepcji, szczególnie w konfrontacji z powszechnie dostępnymi na rynku, ustandaryzowanymi metodami stabilizacji.

Słowa kluczowe: badanie prototypu, zwyrodnienia kręgosłupa, spersonalizowana orteza anatomiczna, czas użytkowania, wózek specjalistyczny, ortopedia

1. WSTĘP

Ograniczenie sprawności bądź niemożność prowadzenia aktywnego trybu życia na skutek wrodzonego lub nabytego upośledzenia w obszarze fizycznym i/lub psychicznym dotyka około 1,1 mld ludzi na świecie, co stanowi ponad 15% ogółu populacji globu. Według najbardziej aktualnych danych, w Polsce osób dotkniętych różnym stopniem dysfunkcji jest blisko 3,4 mln. Niepełnosprawność ruchowa stanowi jedną z głównych przyczyn uniemożliwiających pełną realizację ról społecznych w Polsce, zaraz po chorobach układu oddechowego i patologiach krążenia dotyczy blisko 2,7 mln przypadków [5, 6, 8].

W Polsce każdego roku jeden na 3-3,5 tys. żywo urodzonych chłopców rodzi się z dystrofią Duchenne’a, a jedno na 7-10 tys. dzieci obojga płci z rdzeniowym zanikiem mięśni [7]. W ciągu pierwszych 8-9 lat życia pacjentów z dystrofią Duchenne’a pojawiają się przykurcze w stawach, a po 13-14 latach dochodzi do całkowitego unieruchomienia [7]. Okres przeżycia tych dzieci w dużej mierze zależy od właściwej rehabilitacji tj. zahamowania postępu choroby i ograniczenia powikłań oraz zapobieganie konsekwencjom i następstwom patologii poprzez jej wczesne wykrycie i leczenie – prewencja wtórna i trzeciorzędowa. Ponadto osoby, które nie są w stanie samodzielnie zmienić pozycji w wózku bardzo szybko zaczynają odczuwać negatywne skutki długotrwałego ułożenia w jednej, przymusowej pozycji, to między innymi ból i napięcie mięśni [1, 2].

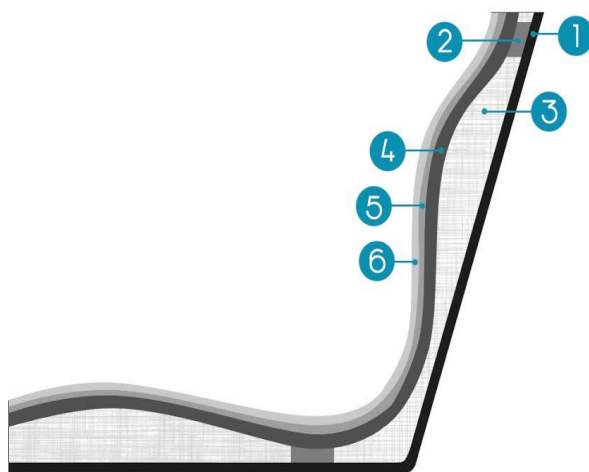
Ogólnym celem fizjoterapii w chorobach przebiegających z ograniczeniem w obszarze fizycznym i psychicznym jest podtrzymanie funkcji ruchowych, a w konsekwencji budowanie niezależności chorego, umożliwiającej pełne uczestnictwo w życiu grupy rówieśniczej lub społecznej, co znacząco wpływa na jakość życia u tych pacjentów [3]. Poprawa funkcji ruchowych odbywa się najczęściej poprzez dobór odpowiedniego sprzętu ortopedycznego. Najpopularniejszym środkiem ortopedycznym umożliwiającym przemieszczanie się oraz stabilizację ciała w pozycji siedzącej osobom z upośledzeniem chodu jest wózek specjalistyczny [1, 4].

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie autorskiej konstrukcji ortozy tułowia: Indywidualny Fotel Anatomiczny oraz prezentacja i analiza wstępnych wyników badania klinicznego: „Ocena wpływu zastosowania Indywidualnego Foteła Anatomicznego oraz kąta nachylenia siedziska w wózku specjalistycznym na czas użytkowania wózka u pacjentów z chorobami nerwowo-mięśniowymi” – zgoda Komisji Bioetycznej, numer: KB 376/2017.

2. MATERIAŁ I METODA

Badanie zostało przeprowadzone z wykorzystaniem dwóch typów foteli, będących integralną częścią wózków specjalistycznych:

- A. Ustandaryzowany fotel specjalistyczny wózka inwalidzkiego Carreta Buggy z funkcją Tilt-In-Space firmy LIW Care Technology
- B. Indywidualny fotel anatomiczny – rys. 1, mocowany do konstrukcji specjalistycznego wózka inwalidzkiego Carreta Buggy z funkcją Tilt-In-Space firmy LIW Care Technology



Rys. 1. Przekrój Indywidualnego Foteła Anatomicznego, gdzie: 1 - kompozyt drewna, 2 - stabilizator, 3 - poliuretan, 4 - polieteroketon, 5 - wiskoelastomer, 6 - negatyw gipsowy [opracowanie własne]

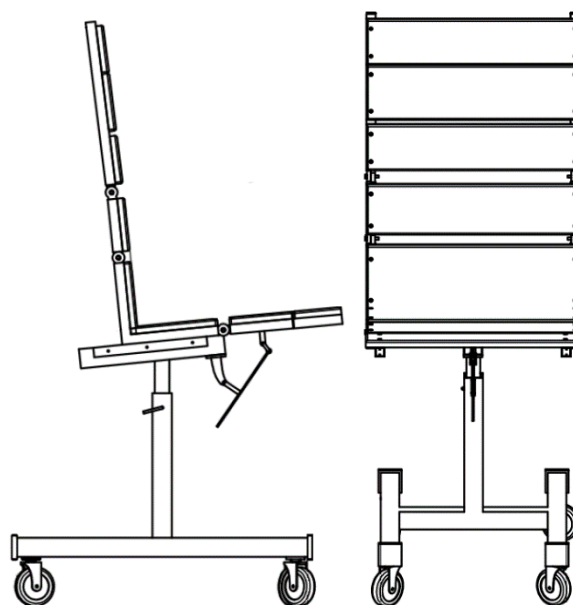
Badaniem objętych zostało 3 pacjentów – dzieci z różnymi schorzeniami: dystrofią mięśniową Duchenne’a, mózgowym porażeniem dziecięcym oraz wielowadziem w wieku 13 ($\pm 2,3$ lat), sklasyfikowanych na poziomie IV lub V w skali GMFCS (Gross Motor Function Classification System), sygnalizujących dolegliwości bólowe związane z deformacją układu mięśniowo-szkieletowego oraz hipertonią piramidową jak i pozapiramidową – nieprawidłowym, wzmożonym napięciem mięśniowym podczas korzystania z wózka specjalistycznego. Wszyscy uczestnicy badania zostali objęci opieką Hospicjum Domowego dla Dzieci i Centrum Rehabilitacji prowadzonych przez Pallmed sp. z o. o. w Bydgoszczy.

Badanie każdego z pacjentów składało się z dwóch, 12 dniowych etapów, kolejno dla fotela A i B. Dodatkowo na potrzeby oceny wpływu kąta pochylenia siedziska, każdy etap podzielony został na krótsze, 3 dniowe odcinki – kąt: 0° , 10° , 20° i 30° . Weryfikacja kąta pochylenia

względem płaszczyzny podłoża odbywała się z wykorzystaniem urządzenia Myo Motion firmy Noraxon. Pomiar czasu użytkowania wózka specjalistycznego rejestrowany był stoperem elektronicznym Body Sculpture BSH 120, każdego dnia badania w godzinach rannych i trwał do momentu sygnalizacji dolegliwości bólowych przez pacjenta.

Spersonalizowana orteza tułowia dedykowana jest grupie pacjentów z defektem nerwowo-mięśniowym, schorzeniami układu kostno-szkieletowego oraz stanami patologicznymi, w których dochodzi do uszkodzenia elementów składających się na jednostkę ruchową – zespół włókien mięśniowych wraz z unerwiającymi je komórkami. Proces projektowo-produkcyjny Indywidualnego Fotelu Anatomicznego polega na zastosowaniu zmodyfikowanej metody próżniowo-gipsowej oraz sparametryzowanych systemów poliuretanowych (PU) umożliwiających uzyskanie wytrzymałego rdzenia oraz wiskoelastycznej powłoki ortezy.

Z uwagi na złożoność procesu, cykl projektowo-produkcyjny Indywidualnego Fotelu Anatomicznego został podzielony na etapy, kolejno: pozycjonowanie pacjenta – przeprowadzane z wykorzystaniem specjalistycznego narzędzia pomocniczego: Fotel Wstępnego Pozycjonowania Pacjenta z modułem próżniowym – rys. 2.; miara i utworzenie negatywu gipsowego; przygotowanie formy; wylanie poliuretanu; kontrola i test spasowania ortezy z udziałem pacjenta oraz wykończenie i montaż fotela do wózka inwalidzkiego. Autorzy w trakcie ogółu czynności projektowo-produkcyjnych nie napotkali istotnych problemów, jedynie w perspektywie wpływu podparcia miednicy na zachowanie pozostałych części ciała pacjenta, należy zwrócić szczególną uwagę na odpowiednie ułożenie kłykci kości udowych – etap pozycjonowania pacjenta na modułach próżniowych.

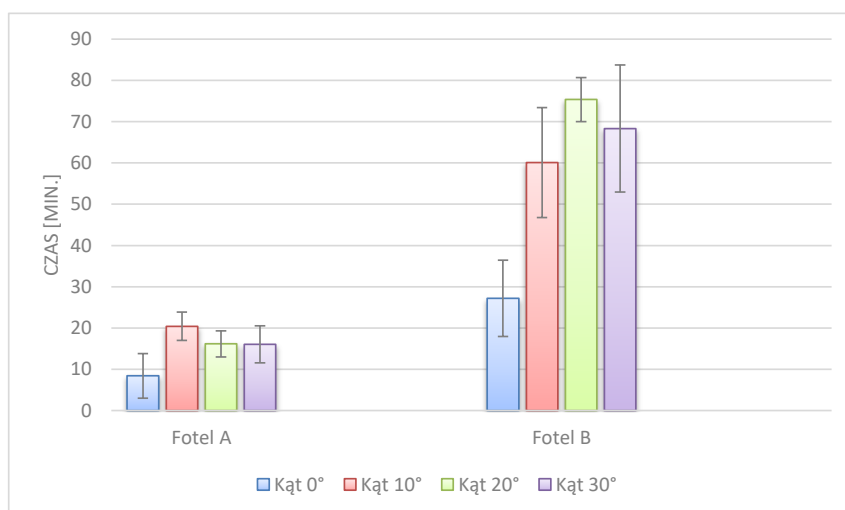


Rys. 2. Fotel Wstępnego Pozycjonowania Pacjenta [opracowanie własne]

3. WYNIKI I DYSKUSJA

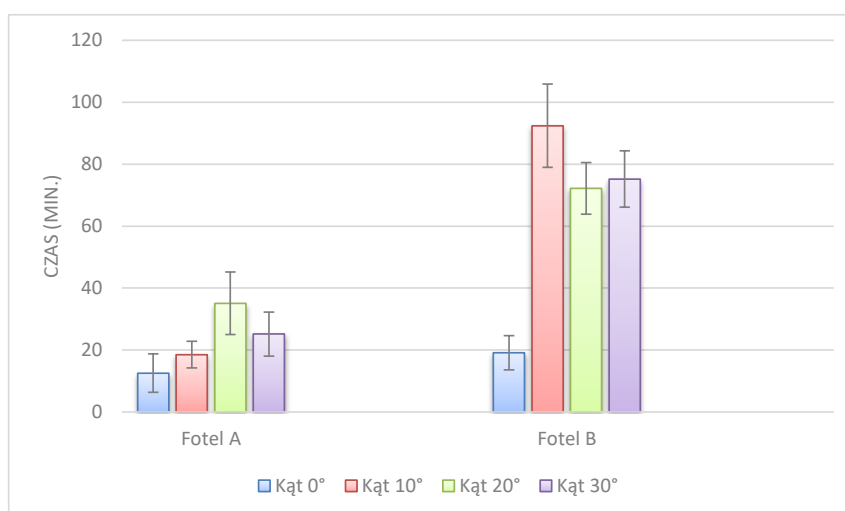
Średni czas użytkowania fotela A i B dla osób badanych przedstawiono na wykresach – rys. 3, 4 i 5. Czasy zarejestrowane dla fotela B względem A były wyraźnie wyższe u wszystkich, trzech pacjentów. W przypadku pierwszej osoby badanej – rys. 3, różnica czasu dla kątów pomiaru nachylenia fotela względem poziomu wynosi odpowiednio: 19,17 min., 40,05 min., 59,18 min. oraz 52,27 min. Najdłuższy czas użytkowania fotela A zarejestrowano dla kąta 10°, wyniósł on 20,42 min., w przypadku fotela B był to kąt 20° - czas użytkowania 75,34 min. Stosunek procentowy czasu wydłużenia użytkowania fotela B względem A wyniósł

odpowiednio: 323% - kąt 0°, 294% - kąt 10°, 466% - kąt 20° oraz 426% dla kąta 30°. Najbardziej optymalna konfiguracja fotela dla pierwszego pacjenta to model B - kąt 20°.



Rys. 3. Czas użytkowania wózka specjalistycznego dla fotela A i B – pacjent pierwszy; jednostka chorobowa: zespół wad wrodzonych (wielowadzie) [opracowanie własne]

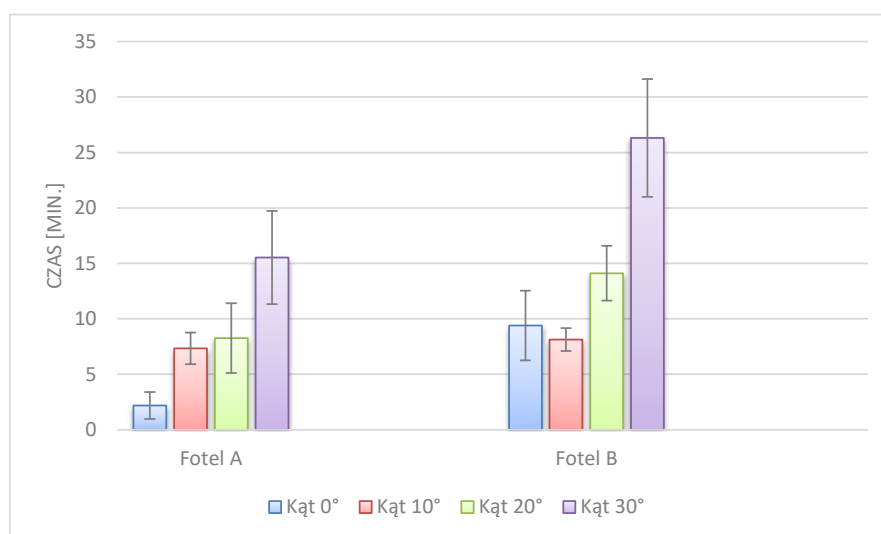
Pomiary czasu dla drugiej osoby badanej przedstawiono na rys. 4, różnica czasu dla kątów nachylenia fotela względem poziomu wynosi odpowiednio: 6,59 min., 73,93 min., 37,16 min. oraz 50,07 min. Najdłuższy czas użytkowania fotela A zarejestrowano dla kąta 20°, wyniósł on 35,06 min., w przypadku fotela B był to kąt 10° - czas użytkowania 92,43 min. Stosunek procentowy czasu wydłużenia użytkowania fotela B względem A wyniósł odpowiednio: 153% - kąt 0°, 500% - kąt 10°, 206% - kąt 20° oraz 299% dla kąta 30°. Najbardziej optymalna konfiguracja fotela dla drugiego pacjenta to model B i kąta 10°.



Rys. 4. Czas użytkowania wózka specjalistycznego dla fotela A i B – pacjent drugi; jednostka chorobowa: mózgowo porażenie dziecięce [opracowanie własne]

Charakterystykę badania trzeciej osoby przedstawiono na rys. 5, różnica czasu dla kątów nachylenia fotela względem poziomu wynosi odpowiednio: 7,22 min., 1,19 min., 5,85 min. oraz 11,19 min. Najdłuższy czas użytkowania fotela A i B zarejestrowano dla kąta 30°, wyniósł on 15,52 min. oraz 26,31 min. Stosunek procentowy czasu wydłużenia użytkowania fotela B względem A wyniósł odpowiednio: 431% - kąt 0°, 111% - kąt 10°, 171% - kąt 20° oraz 170%

dla kąta 30°. Najbardziej optymalna konfiguracja fotela dla trzeciego pacjenta to model B i kąt 30°.



Rys. 5. Czas użytkowania wózka specjalistycznego dla fotela A i B – pacjent trzeci; jednostka chorobowa: dystrofia mięśniowa Duchenne’a [opracowanie własne]

Podczas procesu wytwarzania Indywidualnego Fotelu Anatomicznego najbardziej problematyczną kwestią okazał się zbyt szybki czas startu reakcji egzotermicznej powstałej w wyniku mieszania komponentów systemu poliuretanowego oraz gęstość pozorna gotowego produktu. Parametryzacja nowej architektury PU zakłada zwiększenie czasu rozpoczęcia reakcji. Z uwagi na ergonomię pracy rodziców sprawujących opiekę nad pacjentami odciążeniu ulegnie orteza poprzez zmniejszenie stosunku masy do objętości gotowego produktu przynajmniej do wartości 60 kg/m³.

W trakcie badania u dwóch z trzech osób użytkujących fotel B zaobserwowano nadmierne pocenie w krzyżowej i piersiowej okolicy pleców. Ponadto wywiad przeprowadzony po badaniu z opiekunami, wszystkich trzech pacjentów potwierdził wstępne założenia, związane z poprawą komfortu – rozluźnieniem pacjentów po użytkowaniu dopasowanego siedziska, podobnego faktu nie stwierdzono w przypadku modelu A fotela.

4. PODSUMOWANIE

Proces projektowo-produkcyjny w pełni funkcjonalnej ortezy tułowia następował każdorazowo po upływie trzech tygodni od dnia kwalifikacji pacjenta przez fizjoterapeutę i lekarza ortopeda. Indywidualny Fotel Anatomiczny z uwagi na swój jednolity charakter wykonany został na stelażach wózka specjalistycznego Carreta Buggy z funkcją Tilt-In-Space firmy LIW Care Technology Sp. z o. o. Wybór wspomnianej konstrukcji ma znaczący wpływ na komfort użytkowania ortezy – możliwość jednoczesnej regulacji kąta nachylenia siedziska i oparcia bez naruszania integralnej bryły fotela w zakresie 0° ÷ 30° względem poziomu.

Na podstawie przeprowadzonych prób klinicznych można stwierdzić, że zastosowanie Indywidualnego Fotelu Anatomicznego spowodowało znaczną poprawę komfortu u wszystkich osób biorących udział w badaniu. Stosunek procentowy czasu użytkowania fotela B względem A wyniósł od 111% do 500%. Ponadto stwierdzono znaczące dysproporcje w maksymalnym czasie korzystania z fotela A i B dla poszczególnych konfiguracji kątowych siedziska.

Od marca 2017 roku rozpoczęto realizację II fazy Projektu, której nadrzędnym celem jest dopracowanie konstrukcji Indywidualnego Fotelu Anatomicznego, eliminując problemy związane z nadmierną potliwością użytkowników. Dodatkowo na podstawie informacji

uzyskanych od opiekunów osób badanych, złożono uzupełnienie do wcześniejszego wniosku i decyzją Komisji Bioetycznej przy Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy wydano zgodę na rozszerzenie prowadzonych badań o aspekt pomiaru aktywności bioelektrycznej mięśni. Działanie ma na celu dokładne zbadania zależności pomiędzy rodzajem użytkowanego fotela a napięciem mięśni – potencjalną poprawą ich funkcji motorycznej, zmniejszeniem spastyczności i/lub sztywności mięśni osób dotkniętych deformacją układu mięśniowo-szkieletowego. Ponadto dostarczy informacji na temat zakresu zastosowania Indywidualnego Fotela Anatomicznego u osób z asymetrią ciała, który z uwagi na ograniczony zakres przeprowadzonych badań, na chwilę obecną nie jest do końca poznany.

LITERATURA

- [1] Aldersea P.: National Prosthetic & Wheelchair Services Report 1993- 1996. College of Occupational Therapy, London 1996, Part II, p. 6-22.
- [2] Claus A.P., Hides J.A., Moseley G.L., Hodges P.W.: Different ways to balance the spine: subtle changes in sagittal spinal curves affect regional muscle activity. *Spine*, vol. 34, 2009, p. 208-214.
- [3] Curtiss E.T., Eustis S.: Manual Wheelchair Market Shares, Strategies, and Forecasts, Worldwide, 2012 to 2018. Wintergreen Research, Lexington, Report SH24912312, 2012, p. 2-55.
- [4] Falla D., Jull G., Russell T., Vicenzino B., Hodges P.: Effect of neck exercise on sitting posture in patients with chronic neck pain. *Physical Therapy*, vol. 87, 2007, p. 408-417.
- [5] Główny Urząd Statystyczny, www.stat.gov.pl (15.01.2017).
- [6] Gorczycka E. Integracja społeczna osób niepełnosprawnych – wyzwania przyszłości. *Ergonomia niepełnosprawnym w przyszłości*, nr 15, 2003, s. 37-45.
- [7] Kamińska A., Kwieciński Hubert.: Choroby nerwowo-mięśniowe w praktyce lekarza rodzinnego. *Przewodnik lekarza*, nr 10, 2001, s. 22-23.
- [8] Piotrowski K., Brzezińska, A. I.: Przeszłość, terażniejszość, przyszłość. Predyktory oceny dotychczasowego życia oraz perspektyw na przyszłość przez osoby niepełnosprawne w okresie adolescencji i wyłaniającej się dorosłości. *Polskie Forum Psychologiczne*, nr 17, 2012, s. 44-61.

INDIVIDUAL ANATOMICAL SEAT – A NOVEL METHOD FOR SECONDARY PREVENTION AND TERTIARY IN CHRONIC SPINAL DISORDER PATIENTS

Abstract: This paper presents an original method of contoured seat fabrication – an Individual Anatomical Seat. The preliminary results were discussed both in terms of increasing patient comfort with spine deformation as well as fabrication process improvements on the basis of first prototypes. This information will be the starting point for further analysis of the proposed solution appropriateness, especially confronted with other commonly used stabilization methods.