



## RECENZJA

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Agnieszki Głowackiej** zatytułowanej „**Badania modelowe lokomocji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi**”.

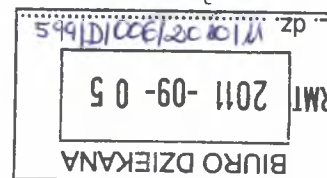
### 1. Uwagi ogólne.

Postęp w naukach medycznych oraz rozwój metod inżynierskiego wspomaganie diagnostyki medycznej stwarza coraz szersze możliwości w leczeniu zmian w obrębie narządu ruchu. Zaburzenia neurologiczne u dzieci to jedna z częstszych przyczyn powstawania nieprawidłowości w układzie szkieletowo-mięśniowym. Najczęściej stosowaną metodą oceny stanu narządu ruchu jest analiza funkcji lokomocyjnych, a w szczególności analiza chodu. Kliniczna ocena chodu oparta jest głównie na badaniach doświadczalnych, w których wyznaczane są podstawowe parametry chodu. Niestety lekarzom wciąż brakuje danych dotyczących obciążeń i przeciążeń, jakie powstają na skutek zmian patologicznych w obrębie narządu ruchu. Dlatego modelowanie inżynierskie niewątpliwie stało się istotnym elementem w ocenie nieprawidłowości narządu ruchu człowieka, gdyż nie ma możliwości nieinwazyjnego określenia obciążeń w stawach kończyn. Znajomość sił generowanych przez mięśnie oraz obciążeń działających na układ szkieletowo-mięśniowy stanowi dla lekarzy i fizjoterapeutów istotne źródło informacji.

W tym aspekcie rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Głowackiej jest aktualna zarówno pod względem naukowym, jak również praktycznym, gdyż budzi nadzieje na pomoc przy wyborze metody leczenia i rehabilitacji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi. Autorka rozprawy opracowała przestrzenny model układu szkieletowo-mięśniowego dziecka. Model ten pozwolił wyznaczyć siły generowane przez mięśnie oraz obciążenia działające na stawy kończyny dolnej podczas chodu.

### 2. Ogólna charakterystyka pracy

Objętość rozprawy doktorskiej wynosi 149 stron. Praca została napisana z zachowaniem klasycznego podziału na część, w której dokonano przeglądu piśmiennictwa oraz część



dotyczącą badań własnych. Praca zawiera obszerną bibliografię 142 pozycje, w tym 7 publikacji Doktorantki.

Wstęp obejmuje ogólną charakterystykę metod badania chodu z zachowaniem chronologii historycznej aż do współczesności. W tym rozdziale został poruszony problem zaburzeń neurologicznych występujących u dzieci, a także aktualnie stosowane metody leczenia i rehabilitacji. Doktorantka przedstawiła potrzebę wspomagania diagnostyki medycznej poprzez inżynierskie modelowanie matematyczne. Wskazała również na potrzebę wyznaczania obciążeń układu szkieletowo-mięśniowego u dzieci z mózgowym porażeniem dziecięcym.

W kolejnych rozdziałach podaje w sposób metodyczny zagadnienia uzasadniające cel rozprawy.

I tak w rozdziale pierwszym opisana została w sposób syntetyczny metoda analizy chodu, ze szczególnym uwzględnieniem oceny aktywności mięśni na podstawie badań elektromiograficznych.

Drugi rozdział pracy zawiera dość obszerną analizę chodu prawidłowego. Opisała prawidłowy chód osoby dorosłej, natomiast w dalszej części pracy skupiła się nad przedstawieniem kształtowania chodu dziecka w okresach wiekowych.

W trzecim rozdziale pracy, opisane zostały podstawowe cechy chodu patologicznego. W szczegółowy sposób omówiono mechanizmy powstawania zmian patologicznych w obrębie narządu ruchu.

W czwartym rozdziale pracy, na podstawie analizy literaturowej, opisano mózgowie porażenie dziecięce, rozczep kręgosłupa i nowotwory ośrodkowego układu nerwowego. Przedstawiono analizę wybranych parametrów chodu dla tychże dzieci. W dalszej części rozdziału Autorka dokonała przeglądu piśmiennictwa z zakresu analizy chodu osób dorosłych i dzieci.

W piątym rozdziale Doktorantka skupiła się nad badaniami modelowymi chodu. W tym rozdziale opisane zostały dwie metody wyznaczania sił mięśniowych człowieka. Dokonany przez Doktorantkę przegląd literaturowy dotyczący modelowania układu szkieletowo-mięśniowego pozwolił na uzasadnienie podjęcia tematu rozprawy doktorskiej, co przedłożyła w rozdziale szóstym.

Dogłębna analiza danych literaturowych pozwoliła na sformułowanie następującego celu naukowego i praktycznego pracy: *„opracowanie przestrzennego modelu układu szkieletowo-mięśniowego dziecka do identyfikacji sił mięśniowych oraz wyznaczenia obciążeń*

w poszczególnych stawach kończyn dolnych podczas chodu”, który został zawarty wraz z zakresem pracy w rozdziale siódmym.

W rozdziale ósmym Doktorantka opracowała przestrzenny model układu szkieletowo-mięśniowego dziecka. Opisała założenia upraszczające przyjęte w procesie modelowania. Uwzględniono jedynie istotne w dalszych rozważaniach elementy budowy anatomicznej. W dalszej części rozdziału szczegółowo opisano model fizyczny oraz model matematyczny układu szkieletowo-mięśniowego dziecka, który uwzględnia oddziaływanie 17 mięśni dla każdej z kończyn. W modelu matematycznym sformułowano równania równowagi dynamicznej dla poszczególnych elementów układu (stopy, podudzia oraz uda).

Kolejnym etapem w pracy Doktorantki było określenie parametrów przyjętych w procesie modelowania. Rozdział ten zawiera również metodykę wyznaczania sił mięśniowych dziecka za pomocą dwóch algorytmów. Pierwszy algorytm posłużył do identyfikacji sił mięśniowych z wykorzystaniem metod optymalizacji, natomiast drugi algorytm był wykorzystany do weryfikacji modelu. W drugim algorytmie siły mięśniowe zostały wyznaczone na podstawie przekształconego sygnału potencjałów czynnościowych mięśni. W dalszym etapie pracy przedstawione zostały algorytmy obliczeń numerycznych, na podstawie których Doktorantka wyznaczyła siły wytwarzane przez mięśnie podczas chodu dziecka zdrowego. W rozdziale tym opisano również badania doświadczalne z wykorzystaniem systemu do trójpłaszczyznowej analizy ruchu. Wyniki tych badań były podstawą modelowania układu szkieletowo-mięśniowego dziecka. Następna część rozdziału przedstawia wyniki obliczeń numerycznych dla dwóch algorytmów do wyznaczania sił mięśniowych.

W kolejnym rozdziale dziewiątym dokonano weryfikacji modelu. Doktorantka uzyskała zgodne wyniki, co było podstawą do stwierdzenia, że model został poprawnie sformułowany. Weryfikacji dokonano w oparciu o badania własne oraz dane literaturowe.

Rozdział dziesiąty poświęcony jest wyznaczeniu obciążeń działających na poszczególne stawy kończyny dolnej dziecka zdrowego. Otrzymane wyniki zostały porównane z danymi literaturowymi. Również w tym przypadku otrzymano zgodne wyniki obliczeń numerycznych z danymi zawartymi w piśmiennictwie.

Kolejny rozdział jedenasty zawiera wyniki obliczeń numerycznych dla dziecka zdrowego oraz dziecka z mózgowym porażeniem dziecięcym. Na podstawie uzyskanych wyników opisano nieprawidłowości w przebiegach sił mięśniowych dla dziecka z mózgowym porażeniem dziecięcym.

W ostatnim rozdziale pracy Doktorantka sformułowała wnioski końcowe odpowiadające celowi rozprawy. Ponadto nakreśliła możliwość dalszych kierunków badań w zakresie tematyki rozprawy. Rozprawa doktorska została zakończona spisem literatury.

### 3. Uwagi merytoryczne

Merytoryczną wartość pracy oceniam wysoko. Doktorantka w swoich rozważaniach poprawnie sformułowała cel pracy. Do głównych walorów pracy należą możliwość wykorzystania osiągniętych wyników w praktyce klinicznej, co zwiększy efektywność leczenia i rehabilitacji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi.

Uwagi krytyczne odnoszą się do następujących zagadnień:

- opracowany model dotyczy jednego dziecka zdrowego, czy istnieje możliwość wykorzystania tych doświadczeń w odniesieniu do dzieci w różnym wieku?
- obliczenia dla dzieci z zaburzeniami neurologicznymi zostały przeprowadzone dla jednego konkretnego przypadku,
- w podrozdziale 8.3.1 nie wyjaśniono wielkości opisujących bezwładność podudzia oraz uda,
- w podrozdziale 8.1 nie sprecyzowano jakie zastosowano połączenia elementów anatomicznych.

### 4. Wniosek końcowy

Reasumując przedłożona do oceny rozprawa zawiera ważką tematykę istotną z medycznego punktu widzenia. Dotyczy aktualnego problemu określania obciążeń układu szkieletowo-mięśniowego dzieci z zaburzeniami neurologicznymi. Praca jest w pełni oryginalna i należy do istotnego nurtu badań w biomechanice klinicznej.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska zatytułowana „**Badania modelowe lokomocji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi**”. odpowiada w pełni wymogom stawianym pracom doktorskim w myśl ustawy o tytule naukowym i stopniach naukowych z 2003 roku i na tej podstawie mam zaszczyt przedłożyć **Wysokiej Radzie Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej wniosek o dopuszczenie mgr inż. Agnieszki Głowackiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.**

Jednocześnie wnioskuję do **Wysokiej Rady** o **wyróżnienie** tejże rozprawy doktorskiej. Uzasadnieniem wniosku są następujące fakty:

- rozprawa dotyczy złożonych i aktualnych zagadnień współczesnej ortopedii i rehabilitacji
- dobór metod badawczych znacznie wykracza poza zakres powszechnych wiadomości lekarskich i biomechanicznych
- Doktorantka wykonała „benedyktyńską“ pracę wykonania modelu badawczego, przejrzystego i przystępnego zobrazowania oraz krytycznej analizy danych
- zastosowała elektromiografię powierzchniową badanych grup mięśniowych, co znacznie podniosło wiarygodność badawczą
- opracowała sposób postępowania w zakresie koniecznym do wiarygodnej analizy chodu dziecka z zaburzeniami centralnego układu nerwowego, odnosząc parametry do chodu dziecka zdrowego
- rozprawa zawiera istotne elementy badawcze z możliwością zastosowania w pracy klinicznej.

Recenzent

Prof. dr hab. n. med. Wojciech Marczyński