



RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty KAWLEWSKIEJ

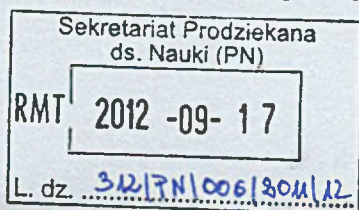
pt. „Opracowanie metody inżynierskiego wspomagania korekcji deformacji czaszki dziecka”

Podstawa opracowania: pismo Dziekana Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej Prof. dr hab. inż. Jerzego Świdra nr RMT0 - 574/D/006/2012 z dn. 11.07.2012 r.

1. Zakres rozprawy

Rozwój technologii obrazowania medycznego otworzył nową jakość w zakresie przedoperacyjnego planowania zabiegów chirurgicznych. Nowoczesne systemy CAD-owskie wspierają lekarzy – operatorów zarówno w podjęciu decyzji o zastosowaniu odpowiedniej techniki zabiegu, jak i doborze właściwego rozwiązania konstrukcyjno-materiałowego implantu w technologii tzw. ‘*custom design*’. Dzięki takiemu wsparciu lekarz otrzymuje możliwość lepszego zaplanowania operacji, co z pewnością owocuje skróceniem czasu jej trwania oraz minimalizacją zarówno komplikacji śródoperacyjnych, jak i możliwych negatywnych skutków odległych.

W takim aspekcie rozumiane wspomaganie procesu leczenia stanowi jedno z najbardziej istotnych i aktualnych zadań i wyzwań współczesnej biomechaniki inżynierskiej w zastosowaniach chirurgicznych. Recenzowana praca należy właśnie do tego kręgu tematycznego. Doktorantka podjęła się w swojej pracy istotnego i trudnego zadania opracowania założeń symulacyjnej inżynierskiej metody wspomaganie korekcji deformacji czaszki dziecka ze zdiagnozowaną kraniosynostozą. Zaprezentowane w pracy rozwiązanie jest ciekawe, a w pewnych elementach oryginalne i nowatorskie. Swoje opracowanie Autorka



przedstawiła łącznie na 135 stronach zawierających tekst pracy, tabele, rysunki, wykresy oraz wykaz cytowanej literatury i aneks zawierający spis ilustracji oraz tabel.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Celem Doktorantki było opracowanie indeksów determinujących nieprawidłowy kształt czaszki u niemowląt oraz analiza grubości i wyiężeń kości czaszki, a na tej podstawie zastosowanie planowania korekcji kształtu czaszki na przykładach pacjentów z trójkątno- i łódkogłowieciem poprzez symulacje numeryczne zaplanowanych wariantów operacji. Wybór tematu pracy przez Doktorantkę uważam za trafny i ważny zarówno z punktu widzenia metod biomechaniki inżynierskiej, jak i możliwości aplikacji wyników badań i wdrożeń w warunkach klinicznych. Jestem przekonany, że zrealizowana praca badawcza będzie miała swój przyczynek w rozwoju metod chirurgicznych w kranioplastyce, jak również ograniczeniu komplikacji pooperacyjnych.

Praca ma charakter interdyscyplinarny. Moim zdaniem Doktorantka prawidłowo oceniła podjęty przez siebie problem, a następnie zastosowała różne narzędzia badawcze, tj.:

- badania kraniometryczne mające na celu wykazanie asymetrii w budowie głowy dziecka, a po operacji ocenę korekcji kształtu czaszki,
- obrazowanie medyczne z wykorzystaniem tomografii komputerowej,
- analizę statystyczną pomiarów morfometrycznych czaszek dzieci,
- narzędzia metrologiczne automatycznie generujące przestrzenną topologię modeli w oparciu o przestrzenne obrazowanie tomograficzne,
- procedurę konwersji plików ze środowiska CAD do MES,
- wytrzymałościową analizę numeryczną z wykorzystaniem metod elementów skończonych,
- laboratoryjne badania wytrzymałościowe z zastosowaniem modeli fizycznych,
- analizę wyników w oparciu o statystykę badań klinicznych.

Należy podkreślić, że tylko połączenie dobrej wiedzy z takich dziedzin jak anatomia i podstawy kranioplastyki oraz szeroko pojęta mechanika z elementami projektowania wspomaganego komputerowo i analizą numeryczną stworzyło Autorce szansę na dobrą analizę biomechaniczną zagadnienia korekcji deformacji czaszki dziecka w zespole kraniosyntestozji. Jest to zadanie trudne, gdyż tak jak w większości układów

biomechanicznych mamy do czynienia z wielokrotnie hiperstatycznymi, przestrzennymi układami, silnymi nieciągłościami materiałowymi struktur tkankowych oraz złożonym układem obciążeń w obrębie twarzo-czaszki. Dodatkowo te dwa ostatnie zagadnienia nie są jeszcze dostatecznie zidentyfikowane.

Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki moim zdaniem należy zaliczyć:

- wyznaczenie w oparciu o analizę statystyczną charakterystycznych indeksów determinujących kształt czaszki dzieci zdrowych do 12 miesiąca życia, jak również wyznaczenie charakterystycznych indeksów sugerujących występowanie określonych typów kraniosynostozy,
- generacja modeli przestrzennych czaszek niemowląt w oparciu o dane otrzymane z tomografii komputerowej,
- przeprowadzenie w programie CAD 3-matic analizy grubości kości czaszki niemowląt w pierwszym roku życia oraz porównanie ich średnich wartości w grupie dzieci zdrowych i z kraniosynostozą,
- opracowanie założeń inżynierskiego wspomaganie korekcji deformacji czaszki dziecka,
- przeprowadzenie przedoperacyjnego planowania zabiegów korygujących kształt czaszki z użyciem oprogramowania CAD Mimics oraz 3-matic dla przypadków trójkątno- i łódkogłowia oraz plastyki sklepienia czaszki,
- przeprowadzenie symulacji numerycznych w/w wariantów zabiegów korygujących w środowisku MES Ansys.

Podsumowując tę część opinii mogę stwierdzić, że przedstawiona do oceny rozprawa zawiera liczne aspekty poznawcze i utylitarne, czym Doktorantka niewątpliwie wniosła pewne istotne treści naukowe i praktyczne w dziedzinie mechanika w zakresie zastosowań metod inżynierii biomedycznej w chirurgii twarzowo-czaszkowej.

3. Uwagi krytyczne

W punkcie tym przestawię pewne uwagi krytyczne, które nasunęły mi się po zapoznaniu się z recenzowaną pracą. Najważniejsze z nich to:

- tytuł pracy, zbyt ogólny moim zdaniem, wymaga uzupełnienia o dopełnienie „... czaszki dziecka ze zdiagnozowaną kraniosynostozą”, tak jak Autorka sformułowała zagadnienie w celu pracy,
- brak wyraźnie postawionej tezy pracy; co prawda po przeczytaniu wprowadzenia, celu i zakresu pracy oraz punktów związanych z aktualnym stanem zagadnienia i metodyką można sobie wyrobić opinię o przyjętej tezie pracy, niemniej jednak w tego typu rozprawach wyraźne postawienie przyjętej do udowodnienia tezy naukowej jest standardem,
- szkoda, że wzorem Tab. 5 (Charakterystyka grypy I dzieci o prawidłowym kształcie czaszki) Autorka nie przedstawiła dokładnej tabelarycznej charakterystyki II grupy badawczej, tzn. 34 dzieci z kraniosynostozą,
- rozdział 11. Dyskusja wyników, to już raczej syntetyczne wnioski z pracy,
- zbyt kolokwialnie Autorka stosuje określenie ‘optymalny/e’ (np. w zakresie geometrii czaszki po korekcji); w środowisku inżynierskim zagadnienie optymalizacji związane jest postawieniem określonego kryterium optymalizacyjnego, funkcji celu i warunków ograniczających, a takiego podejścia w pracy nie ma,
- brak jest w pracy numeracji wzorów,
- grupa uwag dotyczących przedstawionych symulacji numerycznych metodą elementów skończonych w zakresie korekcji trójkątno- i łódkogłowia u niemowląt:
 - duże uproszczenie, szczególnie w przypadku łódkogłowia, polegające na pominięciu struktur chrzęstnych i szwów czaszkowych; objętości te o dużo większej w stosunku do kości czaszki podatności z pewnością istotnie wpłynęły by na przedstawione analizy deformacji i wyężenia struktur kostnych,
 - można było pokusić się o zamodelowanie objętości kostno zrostu (ziarniny) w objętości dystrykcyjnej pomiędzy odłamami kości czaszki,
 - wobec powyższego w zadanych warunkach przemieszczeniowych całkowite odjęcie stopni swobody w kierunkach x oraz z, a dopuszczenie przemieszczenia w kierunku osi y stanowi istotne ograniczenie modelu, implikując jednocześnie występowanie w tych obszarach lokalnych koncentracji naprężeń,
 - rozwiązania numeryczne metodą elementów skończonych są rozwiązaniami przybliżonymi; Autorka w swoich analizach zupełnie pomija kwestię analizy

błędów, czy zbieżności rozwiązania, stosując arbitralnie przyjęte gęstości podziału na elementy skończone; prawidłowa analiza numeryczna, z uwzględnieniem zagęszczeń siatki, czy eliminacji, tzw. źle uwarunkowanych elementów (wynikających lokalnie z dużych krzywizn geometrii) z pewnością wyeliminowałyby występowanie obszarów wyteżeń, które w rzeczywistości mogą nie mieć miejsca,

- w analizie rozkładów pól naprężeń operowanie dokładnością do trzech miejsc po przecinku mija się z celem w sytuacji gdy liczba miejsc znaczących dla stałych materiałowych podawana jest z dokładnością do 1 MPa,

- w analizie porównawczej rozkładów naprężeń zredukowanych bardziej czytelne byłoby operowanie wspólną skalą w przedstawionych legendach.

Praca jest napisana bardzo starannie edycyjnie; nielicznych błędów literowych, interpunkcyjnych, stylistycznych, czy powtórzeń zdań które zauważyłem w trakcie czytania rozprawy, nie eksponuję, gdyż nie obniżają one jej wartości.

4. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy stwierdzam, iż w moim przekonaniu praca jest zasadniczo poprawna, a jej cele zostały zrealizowane, w szczególności poprzez opracowanie własnej oryginalnej metody inżynierskiego wspomaganie chirurgicznej korekcji deformacji czaszki dziecka z kraniosynostozą w oparciu o symulacyjno – numeryczną analizę geometrii oraz wyteżenia struktur kostnych czaszki.

Opiniowana praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim i w nawiązaniu do Ustawy o stopniach naukowych wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie Autorki do publicznej obrony przed Radą Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej.

