

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej mgr inż. **Dominika PACHNICZA**  
pt. „Ocena wpływu zabiegu obustronnej strzałkowej osteotomii żuchwy na zmianę warunków obciążenia stawu skroniowo-żuchwowego ”

***Podstawa opracowania: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej Prof. dr hab. inż. Zbigniewa Gronostajskiego nr W10/D/38/2023 z dnia 8.05.2023 r.***

### **1. Zasadność podjęcia tematu rozprawy doktorskiej i jej zakres**

Zabiegi ortognatyczne są procedurami z wyboru w chirurgii szczękowo-twarzowej w korekcji wad zgryzu czy wad morfologicznych stosowanymi w celu uzyskania poprawnego symetrycznego zgryzu pacjenta poprzez zmianę geometrii struktur kości twarzoczaszki w wyniku separacji i ewentualnego usunięcia wybranych fragmentów kostnych i ustaleniu ich w nowym właściwym położeniu z wykorzystaniem technik osteosyntezy płytkowej. Pomimo wielu dekad stosowania w praktyce tej procedury chirurgicznej odsetek tzw. odległych niepowodzeń operacyjnych nie jest pomijalny. Na ogół dotyczy on negatywnych efektów przebudowy struktur kostnych w obrębie stawu skroniowo-żuchwowego, w szczególności wyrostka kłykciowego, prowadzących do częściowych lub całkowitych resorpcji materiału kostnego. Fakt ten stanowił przyczynek autorski dla złożonego interdyscyplinarnego tematu badawczego.

Mgr inż. Dominik Pachnicz w swojej rozprawie doktorskiej podjął się ważnego i aktualnego zadania badawczego analizy biomechaniki żuchwy po chirurgicznym zabiegu obustronnej strzałkowej osteotomii, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zmiennych warunków obciążenia i geometrii żuchwy na przebudowę struktur kostnych wyrostka kłykciowego. W swoich rozważaniach ograniczył się do trzech głównych zagadnień wpływu osteotomii na zmiany: orientacji i wartości sił przenoszonych przez mięśnie układu stomatognatycznego, wartości sił reakcji oraz odkształceń w strukturach kostnych wyrostka

kłykciowego żuchwy. Modele, zarówno eksperymentalny, jak i numeryczne dotyczyły przypadku całkowitego zrostu kostnego po usunięciu płytek stabilizujących.

Pracę rozpoczyna wstęp teoretyczny zawierający przegląd literaturowy dotyczący cech anatomicznych i fizjologicznych układu stomatognatycznego człowieka, ze szczególnym uwzględnieniem stawu skroniowo-żuchwowego, mięśni oraz kinematyki i dynamiki narządu żucia, jak również podstaw zabiegów ortognatycznych w chirurgii twarzowo-szczękowej. Rozdział 3 zawiera sformułowanie tezy naukowej dysertacji oraz celu i zakresu zadań badawczych, w ramach których Doktorant poprzez analizę rotacji segmentu proksymalnego oraz translacji i rotacji segmentu dystalnego w płaszczyźnie strzałkowej ocenia wpływ obustronnej osteotomii żuchwy na zmianę warunków obciążenia głowy wyrostka kłykciowego. Najważniejsze merytorycznie dla pracy to rozdziały 4, 5 i 6, w których Doktorant przedstawia główne etapy swoich badań dotyczące: analizy wariantowych przypadków zmian cech geometrycznych oraz dynamicznych mięśni narządu żucia i ich wpływu na rozkład pól odkształceń w głowach wyrostków kłykciowych żuchwy prowadzone w badaniach doświadczalnych metodą cyfrowej korelacji obrazu oraz w analizach numerycznych metodą elementów skończonych. Pracę kończą rozdziały 7 i 8 zawierające szczegółową dyskusję otrzymanych wyników analiz oraz wnioski i wynikające z realizacji rozprawy syntetyczne podsumowanie rozprawy wskazujące na pozytywne i negatywne efekty przebudowy struktur narządu żucia w wyniku zabiegu obustronnej osteotomii żuchwy.

Autor swoje opracowanie przedstawił łącznie na 173 stronach maszynopisu zawierającego tekst, tabele, rysunki, wykaz 230 cytowanych pozycji literaturowych.

## **2. Ocena merytoryczna rozprawy**

W swojej rozprawie doktorskiej o doświadczalno-numerycznym charakterze mgr inż. Dominik Pachnicz wykazał, że posiada już ugruntowaną wiedzę z zakresu biomechaniki układu stomatognatycznego człowieka, modelowania konstytutywnego materiałów, w tym nieliniowych struktur hiperelastycznych, badań doświadczalnych z wykorzystaniem metody cyfrowej korelacji obrazu oraz analiz numerycznych metodą elementów skończonych. Prawidłowo potrafi ocenić podjęty przez siebie problem oraz właściwie sformułować własną tezę badawczą i cele naukowe rozprawy. Szeroki program badawczy obejmuje 81 przypadków analiz numerycznych dla wariantowych przypadków obrotów segmentu proksymalnego żuchwy, zmian położeń kątowych oraz translacji segmentu dystalnego żuchwy. Modelowe badania doświadczalne walidujące cechy materiałowe struktur kostnych oraz przyjęte warunki brzegowe ograniczono do przypadku geometrii podstawowej oraz

dwóch przypadków przemieszczeń odłamu proksymalnego. Do najważniejszych osiągnięć Doktoranta moim zdaniem należy zaliczyć:

- opracowanie autorskiej, oryginalnej metody wyznaczania zmian kierunków i wartości sił mięśniowych układu stomatognatycznego oraz reakcji w stawie skroniowo-żuchwowym po zabiegu obustronnej strzałkowej osteotomii żuchwy na podstawie kompilacji wyników analiz dla pojedynczych prostych przypadków,
- opracowanie własnego modelu numerycznego układu narządu żucia dla wyznaczenia pól odkształceń jako stymulatora mechanicznego w analizie efektów przebudowy tkanki kostnej w głowie wyrostka kłykciowego,
- konstrukcja stanowiska walidacyjnego do modelowych badań eksperymentalnych w warunkach jednostronnego statycznego obciążenia żuchwy symulującego nagryzanie pokarmów w wybranej strefie trzonu żuchwy,
- obszerny i wyczerpujący wykaz cytowanych aktualnych pozycji literaturowych z przedmiotowej dla rozprawy tematyki badawczej, który wraz z rozdziałem ‘Dyskusja’ dowodzi, że Doktorant właściwie potrafi skomentować otrzymane wyniki swoich badań na tle osiągnięć badawczych publikowanych przez innych autorów.

### 3. Uwagi krytyczne

W punkcie tym przedstawiam pewne uwagi krytyczne, które nasunęły mi się po zapoznaniu się z recenzowaną pracą:

- do opisu zmian położenia kątowych (kierunków rotacji) Autor stosuje określenie obrotu segmentu proksymalnego w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i poprzecznej; bardziej precyzyjne i właściwe zarazem byłoby stwierdzenie: obrót wokół osi prostopadłej do odpowiedniej płaszczyzny,
- trudno się zgodzić ze stwierdzeniem Doktoranta (str. 61): ... *Obecnie, ze względu na brak bezpośrednich metod pomiaru odkształceń powszechnie wykorzystywane są w tym celu metody numeryczne ...* ,
- czy miarodajnym jest przyjęcia w analizie przypadku obciążenia okluzyjnego na pierwszym zębie trzonowym?
- w analizie odkształceń głowy wyrostka kłykciowego żuchwy Doktorant wprowadza wielkość względnej zmiany odkształceń dla danego przypadku

zmian morfologii żuchwy w stosunku do największej wartości odkształceń dla stanu podstawowego (str. 111, wzór 23); w tym kontekście niewłaściwie sformułowane są podpisy pod rys. 64 – 73 jako ... *Różnice odkształceń* ... ),

- Autor przyjmuje ciekawą interpretację przebudowy tkanki kostnej korelując ją z orientacją kanałów Haversa (str. 15); ta uwaga ma charakter polemiczny gdyż na ogół zjawisko to łączy zmianę kierunków odkształceń/naprężeń głównych z architekturą struktury trabekularnej tkanki kostnej (beleczek kostnych),
- w przedstawionym w punkcie 1.1.3 (str. 21 – 22) opisie modeli konstytutywnych definiujących materiały hipersprężyste brak jest wyjaśnień niektórych wielkości/parametrów modeli, sam tekst też jest trochę niespójny;
- w kontekście powyższej uwagi nie jest też do końca jasne jakiej miary odkształceń używa Doktorant w swojej pracy i jakim aproksymacjom podlega wielkość przemieszczeń i ich gradientów, a od tego zależy czy związki geometryczne są liniowe czy nie i czy opis przestrzenny jest tożsamy z opisem materialnym czy nie; przykładowo Autor używa pojęcia tensora deformacji Cauchego-Greena, a takiego tensora nie ma; wg mojej wiedzy w teorii sprężystości we współrzędnych materialnych (układ Lagrange'a) tensor deformacji określa się pojęciem tensora Green'a, a we współrzędnych przestrzennych (układ Eulera) tensorem Cauchy'ego; analogicznie, dla tensora odkształcenia to odpowiednio tensor Greena – de Saint Venanta oraz tensor Almanasiego – Hamela; Doktorant również niezbyt precyzyjnie, często zamiennie, używa określenia tensor deformacji i tensor odkształcenia – a nie są to pojęcia tożsame;
- brak jest w pracy wykazu stosowanych oznaczeń, skrótów czy akronimów; przy wielowątkowym charakterze dysertacji znacznie ułatwiałoby to czytelnikowi lekturę pracy,
- praca jest napisana starannie edycyjnie więc moje uwagi szczegółowe odnoszą się tylko do nielicznych zauważonych nieścisłości:
  - str. 11: ... *podlega optymalnej adaptacji wg prawa Wolffa dopasowując się do kierunków naprężeń* ...; powinno być ... do kierunków naprężeń głównych ...,
  - str. 18, tab. 2: brak jednostek,
  - str. 43, w opisie modelu mięśnia typu Hilla są pewne nieścisłości; powinno być: (moje uzupełnione wytłuszczonymi dopełnieniami) ... *dynamika mięśnia*

*jest regulowana przez jedno równanie różniczkowe zawierające zależność aktualnej siły w czasie od siły maksymalnej  $F^m$ , od prędkości skracania lub rozciągania  $v$ , długości  $l \dots$ ,*

- str. 65, rys. 25, w podpisie osi poziomej: odkształcenie jest wielkością bezwymiarową.

#### **4. Wniosek końcowy**

Podsumowując stwierdzam, że przedstawiona do oceny rozprawa jest własnym, autorskim, oryginalnym rozwiązaniem postawionego zadania badawczego i zawiera cenne aspekty poznawcze dotyczące wpływu obustronnej osteotomii żuchwy na zmianę warunków obciążenia głowy wyrostka kłykciowego prowadzące do zróżnicowanych, zarówno pozytywnych jak i negatywnych, efektów przebudowy struktur kostnych narządu żucia. W moim przekonaniu praca jest merytorycznie poprawna, a jej podstawowe zadania określone celem i tezą naukową pracy zostały zrealizowane.

Rozprawę doktorską mgra inż. Dominika Pachnicza można sklasyfikować w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna (dawniej dyscyplina Mechanika).

Opiniowana praca odpowiada wymaganiom stawianym rozprawom doktorskim określonym w § 6 ust. 3 rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku. W nawiązaniu do przepisów Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.) wnoszę o jej przyjęcie i dopuszczenie Autora do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Naukowej Inżynieria Mechaniczna Politechniki Wrocławskiej.

