

Recenzja

rozprawy doktorskiej lek., lek. dent. Rafała Zielińskiego, zrealizowanej w Klinice Chirurgii Szcękowo-Twarzowej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi, nt: **Porównanie właściwości biomechanicznych resorbowalnych oraz tytanowych płytek do osteosyntezy w złamaniach wyrostków kłykciowych.**

Lek., lek. dent. Rafał Zieliński w rozprawie doktorskiej podejmuje istotne zagadnienie w traumatologii szczękowo-twarzowej, dotyczące leczenia pacjentów ze złamaniami wyrostków kłykciowych żuchwy. Złamania żuchwy, w tym wyrostka stawowego stanowią znaczny odsetek obrażeń u chorych leczonych z powodu urazów głowy w oddziałach chirurgii szczękowo-twarzowej. Sposób postępowania z pacjentami obciążonymi tym rodzajem obrażeń kości części twarzowej czaszki jest niejednokrotnie nieusystematyzowany, często dyskutowany, dlatego też badania umożliwiające wybór właściwych zespołów używanych w leczeniu złamań wyrostków stawowych żuchwy ma duże znaczenie w praktyce klinicznej.

Przedstawiona do oceny praca liczy 56 stron w układzie: wstęp, cel pracy, materiał i metodyka, wyniki, dyskusja, wnioski, streszczenie w języku polskim i angielskim, spis rycin i tabel oraz wykaz piśmiennictwa. Wszystkie wyszczególnione podrozdziały zawarte w spisie treści znajdują się w formie tytułów w treści pracy.

We wstępie autor przedstawia epidemiologię złamań wyrostków stawowych żuchwy oraz procedury chirurgiczne stosowane w leczeniu tych złamań. Skrótowno omawia zalety oraz niedogodności związane ze stosowaniem poszczególnych rodzajów metod leczenia. Przedstawienie biomechaniki żuchwy i płytek używanych do zespołów złamanych wyrostków stawowych uzasadnia sformułowanie celu i dobór metodyki badań przez Autora pracy.

Cel rozprawy doktorskiej został jasno określony. Głównym jej celem była ocena właściwości mechanicznych płytek tytanowych i biodegradowalnych spośród dostępnych kształtów płytek dedykowanych do leczenia złamań wyrostków kłykciowych żuchwy.

Cel pracy realizowano poprzez przeprowadzenie badań wytrzymałościowych w oparciu o mechaniczne testy obciążeniowe w maszynie wytrzymałościowej (ZwickRoell Z020 [Zwick-Roell, Ulm, Niemcy] z indywidualnie wykonanym systemem chwytającym) płytek osadzonych na twardych, poliuretanowych piankowych modelach żuchwy (Sawbones, Vashon, WA, USA: gęstość 0.16 g/cc, moduł kompresji 58 MPa), a także metodą elementów skończonych [MES] przy użyciu programu komputerowego Ansys ver. 18.2 (Ansys Inc., Canonsburg, PA, USA). Modele żuchwy piankowe i wirtualne zostały przecięte zgodnie z klasyfikacją złamań wyrostków kłykciowych żuchwy Profesora Marcina Kozakiewicza.

Badania wytrzymałościowe projektów płytek tytanowych (minipłytek produkowanych przez różnych producentów) przeprowadzono na płytkach wycinanych laserem z medycznie certyfikowanego stopu tytanu (grade 23, grubość blachy 1-milimetrowa) na podstawie rysunków technicznych, wykonanych w oparciu o zebrane dane na temat obecnie dostępnych na rynku płytek do osteosyntezy złamań wyrostków kłykciowych. Autor pracy nie precyzuje, gdzie były wycinane płytki do zespoła, ani gdzie były wykonywane badania. Oryginalne płytki produkowane przez poszczególnych producentów różnią od siebie nie tylko kształtem, ale także grubością, sposobem obróbki, wyprofilowania, jak również rodzajem stopu użytego do ich produkcji. Wszystkie te parametry mogłyby mieć wpływ na uzyskiwane wyniki badań. Z drugiej jednak strony, użycie powszechnie stosowanego stopu tytanu do wyprodukowania płytek do badań (medycznie certyfikowany stop tytanu [grade 23]) umożliwiło w wystandaryzowany sposób ocenę ich parametrów mechanicznych w zależności od rozmiarów, kształtu płytki, a także liczby wprowadzonych wkrętów i wyłonienie „czynnika projektu płytki” (PDF – Plate Design Factor). Lista kształtów płytek użytych do testów mechanicznych

zespolonych wysokich (4 projekty) i niskich (16 projektów) złamań wyrostków kłykciowych jest dobrze udokumentowana w tabelach. Do badań użyto także płytkę biodegradowalną wykonaną z polimerów kwasu mlekowego (polilaktydu - PLLA) firmy ChM, Lewickie.

Metoda Elementów Skończonych została użyta dla symulacji wytrzymałości złożonych modeli 3D żuchwy w celu porównania przemieszczeń odłamów kości po otwartym nastawieniu złamania z wewnętrzną stabilizacją, za pomocą zestawu do osteosyntezy wykonanego ze stopu tytanu oraz PLLA. W wirtualnym badaniu zostały wzięte pod uwagę działające symulowane siły okluzyjne na zaprojektowaną zespoloną kość i ich wpływ na dystrybucję naprężeń w obrębie modeli kości jak i modeli zespołów.

Metodykę opisano szczegółowo, i dobrze udokumentowano rycinami z przeprowadzonych badań.

Wyniki opisano na jedenastu stronach maszynopisu. Obejmują one 12 rycin i 2 tabele, w których zaprezentowano uzyskane dane. Analizowano wielkość sił powodujących przemieszczenie odłamów kostnych o 1 mm w szczelinie złamania, w zależności od rozmiarów użytej płytki: jej wysokości, szerokości, obszaru płytki i łącznej liczby śrub fiksujących. W badaniach na tej podstawie wyłoniono „czynnik projektu płytki”. Jak wykazały badania i analiza statystyczna wyników, jest to bardzo przydatny pod względem technicznym i klinicznym wskaźnik, który umożliwia nie tylko ocenę skonstruowanych zespołów, ale także projektowanie płytek pod kątem ich przydatności do stabilnej osteosyntezy złamań. Ponadto pozwala on także przewidzieć ryzyko wystąpienia powikłań – niestabilności zespolonych odłamów kostnych w związku z obluzowaniem lub wyrwaniem wkrętów z kości u pacjenta po osteosyntezie, pod wpływem sił żucia w zależności od konstrukcji płytki i liczby wprowadzonych wkrętów. „Czynnik projektu płytki” umożliwia numeryczny, obiektywny sposób wyboru optymalnego zespolenia do leczenia złamań wyrostka kłykciowego żuchwy.

Na podstawie przeprowadzonych badań ustalono minimalną liczbę wkrętów zapewniających stabilną osteosyntezę złamanych wyrostków stawowych: co najmniej 3 w szyjce wyrostka i co najmniej 4 w gałęzi zuchwy poniżej szczeliny złamania. Autor nie precyzuje jakiej długości wkręty analizował. Jednak jest to istotny wynik, który może mieć znaczenie praktyczne, sugerując chirurgowi dobór odpowiedniej płytki do zastosowania w praktyce klinicznej.

Mimo coraz szerszej na rynku oferty specjalnych płytek dedykowanych do leczenia złamań wyrostków stawowych zuchwy, w opinii Autora pracy złotym standardem pod względem wytrzymałości są dwie proste płytki 4-otworowe z przęsłem. Co bardzo cieszy, najlepszymi właściwościami mechanicznymi spośród dedykowanych płytek cechowały się płytki opracowane w Polsce: przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi i Firmę ChM, mimo szerokiego asortymentu tego rodzaju produktów oferowanych przez renomowanych światowych producentów. Natomiast autor nie poleca stosowania w praktyce klinicznej płytek wykonanych z PLLA, ze względu na ich niedostateczne właściwości mechaniczne uniemożliwiające zapewnienie stabilnego zespolenia.

Na podstawie przeprowadzonych badań Autor pracy sugeruje, że najlepszym rozwiązaniem byłoby użycie tytanowych 2 płytek 4-otworowych z przęsłem lub zastosowanie dedykowanych tytanowych płytek do leczenia złamań wyrostków stawowych zuchwy o jak największych rozmiarach pod względem wysokości, szerokości i powierzchni i o jak najwyższym „czynniku projektu płytki” (PDF>300). Jednak warunki spotykane w praktyce klinicznej zarówno pod względem budowy anatomicznej i lokalizacji wyrostków kłykciowych (dostęp chirurgiczny) oraz względy estetyczne często wymuszają użycie mniejszych rozmiarowo zespołań. Kombinacja zastosowanego rodzaju stopu tytanu, jego obróbki, grubości płytki, a także długości wprowadzonych wkrętów może mogłaby zapewnić

również satysfakcjonujące rezultaty. Wymagałoby to jednak przeprowadzenia dalszych badań.

Wyniki omówiono w formie dyskusji na siedmiu stronach maszynopisu. Jest ona ciekawą częścią pracy, w której Autor skomentował uzyskane wyniki w stosunku do danych literaturowych. Cytowane w dyskusji piśmiennictwo w większości pochodzi z ostatnich piętnastu lat. Przeprowadzona przez Autora pracy analiza zalet i wad zespołów tytanowych i polilaktydowych wskazuje na potrzebę poszukiwania nowych materiałów, które będą cechować się biodegradowalnością w tkankach organizmu ludzkiego, a jednocześnie zapewniać odpowiednią stabilizację odłamów kostnych. Dużą wartością pracy, jest jej nowatorstwo - co podkreśla jej Autor dotychczas nie było prac porównujących właściwości mechaniczne płytek stosowanych do leczenia złamań wyrostka stawowego żuchwy.

Sugerowałbym zweryfikowanie stwierdzenia zamieszczonego w dyskusji na stronie 36 „Proces tworzenia nowej kości trwa około 2 tygodni i po tym czasie nowa kość zaczyna przenosić siły.” z cytowanej pracy Nr 85 w wykazie piśmiennictwa. Według innych pozycji faza zapalna i ziarniny w gojeniu złamań żuchwy u ludzi trwają ok. 2-3 tygodni po urazie i następnie rozpoczyna się tworzenie tkanki kostnej. Uzyskanie warunków gojenia kontaktowego w mechanizmie zrostu pierwotnego jest możliwe tylko w wyjątkowych sytuacjach w praktyce klinicznej. Ponadto proponuję przeniesienie podrozdziału 4.1 „Obróbka powierzchni” z dyskusji do wstępu.

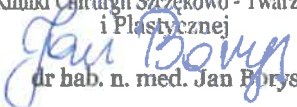
Zakończeniem rozprawy są wnioski, które wynikają z założeń pracy. Podsumowują one wyniki przeprowadzonych badań i udzielają wskazówek jakimi powinni kierować się chirurdzy szczękowo-twarzowi przy doborze optymalnych zespołów do leczenia złamań wyrostków kłykciowych żuchwy w praktyce klinicznej. Autor pracy podkreśla korzystne właściwości mechaniczne zespołów tytanowych i niedostateczne właściwości mechaniczne biodegradowalnych zespołów polilaktydowych, uniemożliwiające zastosowanie ich w

praktyce. Uważam, że wyłoniony w badaniach „czynnik projektu płytki”, odzwierciedlający mechaniczną wytrzymałość poszczególnych płytek jest nie tylko wartościowym parametrem, który powinien być brany pod uwagę przez chirurgów szczękowo-twarzowych przy doborze płytki do zespolenia, ale przede wszystkim przez inżynierów i firmy projektujące płytki.

Cytowane piśmiennictwo obejmuje 86 pozycji, uporządkowanych według kolejności zamieszczania w tekście. Prawie połowa cytowanej literatury pochodzi z ostatnich dziesięciu lat. Są to pozycje opublikowane wyłącznie w czasopismach zagranicznych, anglojęzycznych. Jednak warto by było ujednoczyć edytorsko zasady cytowania. Tematyka rozprawy doktorskiej i cytowana literatura świadczy o aktualnym zainteresowaniu problemem, a nieliczne doniesienia są tylko potwierdzeniem, iż udokumentowane badania są nowatorskie.

Streszczenie pracy w języku polskim (2,5 strony) i angielskim (2 strony) stanowi skrócony opis zagadnień podejmowanych w pracy i pozwala na szybkie, a zarazem szczegółowe zapoznanie się z tematyką badań.

Uwagi przedstawione w treści recenzji nie umniejszają wartości przedłożonej rozprawy. Dlatego też w podsumowaniu recenzji stwierdzam, że praca spełnia wymogi formalne i merytoryczne, stawiane dysertacjom doktorskim. Dlatego przedkładam Wysokiej Radzie Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi wniosek o dopuszczenie Kandydata do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

p.o. KIEROWNIKA
Kliniki Chirurgii Szczękowo - Twarzowej
i Plastycznej

dr hab. n. med. Jan Borys

Dr hab. n. med. Jan Borys