

Gliwice, 20.09.2023 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej Pani lek dent. Anny Sokołowskiej pod tytułem
„Wpływ sposobu wypełniania ubytków i aktywacji polimeryzacji na naprężenia
indukowane przez materiały kompozytowe” zrealizowanej pod opieką Pani promotor
dr hab. n. med. inż. Kingi Bociong, prof. UM opracowana na zlecenie Rady Nauk
Medycznych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi**

Naprężenia generowane przez materiały kompozytowe w trakcie polimeryzacji stanowią nieodłączny element ich aplikacji wpływający w fundamentalny sposób na funkcjonowanie wypełnień. Za szczególnie istotny w tym kontekście jest uznawany problem powstawania szczeliny między tkankami zęba, a wypełnianiem, której obecność umożliwia pojawianie się kolejnych zmian w układzie skutkujących z czasem powstaniem konieczności ponownego leczenia i wymiany wypełnienia. Ów materiałoznawczy problem dotychczas nie został w pełni rozwiązany pomimo, iż prace z zakresu chemii polimerów i inżynierii materiałów są prowadzone od dziesięcioleci. Brak pełnego sukcesu środowiska inżynierskiego sprawia, iż lekarze bezpośrednio aplikujący materiały kompozytowe poszukują innych dróg pozwalających na ograniczenie klinicznej niedoskonałości dostarczanych im materiałów. O ile z inżynierskiego punktu widzenia celowym jest poszukiwanie nowych monomerów o korzystnych cechach biofunkcjonalnych czy możliwości wykorzystania coraz bardziej złożonych i zaawansowanych systemów wypełniaczy, to środowisko medyczne szczególną uwagę zwraca na rozpoznanie możliwości ograniczenia naprężeń generowanych w kompozytach poprzez wykorzystanie dostępnych lekarzom w praktyce metod modulowania procesu polimeryzacji i zachodzących w jej trakcie zmian objętościowych. Jest to możliwe dzięki dostępności warsztatu laboratoryjnego pozwalającego na połączenie wiedzy materiałoznawczej i klinicznej. W ten nurt wpisuje się praca Doktorantki pt. „Wpływ sposobu wypełniania ubytków i aktywacji polimeryzacji na naprężenia indukowane przez materiały kompozytowe”. Podjęta tematyka jest oryginalna pod względem poznawczym i użytecznym, ale i szczególnie aktualna biorąc pod uwagę tendencję do ograniczania inwazyjności leczenia, a jej znaczenie dla sukcesu klinicznego związanego ze stosowaniem materiałów kompozytowych można uznać za fundamentalne.

Rozprawa opracowana została w klasycznej formie i liczy 123 strony. Otwiera ją dwustronicowy wstęp poprzedzający przegląd piśmiennictwa (str. od 6 do 36). Następnie określono założenia i cele rozprawy (str. od 37 do 38), przedstawiono materiały i metody badawcze (str. od 39 do 49) oraz wyniki badań własnych (str. 50-79). Merytoryczną część rozprawy wieńczą omówienie i dyskusja wyników (str. od 80 do 92) oraz wnioski (str. 93). Pozostałe części stanowią kolejno streszczenia (polskie i angielskie), spisy piśmiennictwa (170 pozycji), tabel i rycin. Proporcje objętościowe części literaturowej, metodycznej, wynikowej i dyskusyjnej uważam za wzorcowe. Układ w pełni spełnia wymagania redakcyjne oraz merytoryczne stawiane dysertacjom realizowanym w formie rozprawy.

Przegląd piśmiennictwa został oparty o 130 pozycji literaturowych, przy czym są to w przytłaczającej mierze anglojęzyczne prace badawcze spośród których znaczna część została opublikowana w ostatnim dziesięcioleciu, a więc ta część dysertacji w bardzo dobry sposób ukazuje najnowsze osiągnięcia w omawianym obszarze. Podkreślić należy, że ukazany zasób wiedzy został bardzo staranie wyselekcjonowany pod względem merytorycznym. Jednocześnie układ jest logiczny i wskazuje jasno na najbardziej istotne problemy badawcze. Doktorantka omawia zagadnienia poruszając w przemyślny sposób począwszy od tych natury ogólnej, stanowiących prelude do zagłębiania się w bardziej złożone analizy wiedzy bezpośrednio związanej z tematyką jej przyszłych badań. Za najistotniejsze osiągnięcia Doktorantki uważam szczegółowe przedstawienie zagadnień związanych z towarzyszącymi polimeryzacji kompozytów stomatologicznych skurczowi i naprężeniami oraz metodami ich redukcji, w tym poprzez modulowanie sposobu naświetlania materiału i jego aplikacji, a więc przez modyfikacje procedur klinicznych. Dużo uwagi poświęcono omówieniu urządzeń przeznaczonych do polimeryzacji oraz powiązaniom składu materiałów ze jego skurczem polimeryzacyjnym i naprężeniami skurczowymi. Osobny podrozdział poświęcono metodom pomiaru naprężeń skurczowych, co jest nader istotne z punktu widzenia tematu rozprawy i podstawowego jej adresata, środowiska lekarzy stomatologów. Przegląd literatury jako całość jednoznacznie dowodzi bardzo dobrego, wręcz wzorcowego przygotowania teoretycznego doktorantki do prowadzenia badań naukowych w obszarze będącym przedmiotem jej zainteresowania.

W rozdziale trzecim w sposób zwięzły na podstawie wiedzy zawartej przeglądzie literatury określono założenia pracy, a następnie sformułowano cel pracy, którym było „określenie wpływu rodzaju materiału kompozytowego i sposobu wypełniania ubytku oraz sposobu aktywacji

polimeryzacji na wielkość naprężeń skurczowych generowanych w czasie procesu fotopolimeryzacji materiałów kompozytowych”. Cel pracy został określony prawidłowo, ma istotne znaczenie utylitarne i poznawcze. Nieco szkoda jednak, że w tej części rozprawy Doktorantka nie przedstawiła zakresu prac niezbędnego do osiągnięcia celu, co ułatwiłoby na wczesnym etapie lektury zrozumienia całościowej koncepcji planu badawczego.

W rozdziale metodologicznym Doktorantka w pierwszej kolejności wskazała zastosowane w trakcie badań cztery materiały kompozytowe różnych typów i jeden system wiążący. Substraty scharakteryzowano w tabeli w odniesieniu do składu chemicznego wg. danych producentów, partii produkcyjnej, producenta, typu i odcienia. Należy zauważyć, że stosowanie w tym miejscu terminu „kolor” nie jest do końca zasadne, bowiem nazwy kolorów/barw są w języku polskim określone (np. czarny, czerwony, amarantowy), a oznaczenia stosowane przez producentów jak A1 czy A2 odnoszą się do skali odcieni stworzonej przez VITA (głównie odcienie beżu). W kolejnych podrozdziałach opisano zostały szczegółowo procedura badawcza naprężeń skurczowych, które analizowano w zależności od sposobu wypełniania symulowanego w żywicy elastooptycznej ubytku oraz sposobu inicjacji reakcji polimeryzacji. W pierwszym etapie stosowano sposób jednowarstwowy i kilka wariantów wielowarstwowej aplikacji materiału kompozytowego, natomiast w drugim etapie gniazda wypełniano jednowarstwowo i następnie polimeryzowano z wykorzystaniem czterech lamp polimeryzacyjnych wykorzystując łącznie osiem różnych metod naświetlania dwóch materiałów kompozytowych (szesnaście kompilacji). Nieco szkoda, że nie przedstawiono szerszej dokumentacji fotograficznej przedstawiającej sposób aplikacji materiału oraz komentarza dotyczącego zastosowania grubości płytek elastooptycznych wynoszącej 4 mm i naświetlania tej warstwy obustronnie. Następnie przedstawione zostały podstawy matematyczne służące do wyliczenia naprężeń promieniowych, stycznych i finalnie naprężeń skurczowych zredukowanych. Opisano także metodykę analiz statystycznych. Za niedopatrzenie uważam brak odniesień do literatury w zakresie metodycznej, ponieważ Doktorantka nie stosuje w pełnym zakresie oryginalnych i opracowanych przez siebie na potrzeby eksperymentu metod, technik i procedur. Podsumowując tą część rozprawy stwierdzam, że dobrana metodyka badawcza była właściwa z punktu widzenia celu pracy, a opis procedur badawczych przygotowano z właściwą szczegółowością tj. pozwalającą na powtórzenie eksperymentu.

Wyniki badań naprężeń promieniowych, stycznych i zredukowanych zostały przedstawione w rozdziale piątym w formie tabel i wykresów porównawczych, które poddano szczegółowemu opisowi obejmującemu analizę statystyczną. Wykresy przedstawiające mediany wraz z rozstępami kwartalnymi i wartościami skrajnymi opracowano w przejrzystej o formie i stanowią doskonałą ilustrację zmienności omawianych właściwości mechanicznych. Tabele zawierające statystyki opisowe są ważnym uzupełnieniem wykresów, jednak w kwestii formalnej zwracam uwagę, że nie było uzasadnionym przedstawienie rezultatów z dokładnością do piątego czy szóstego miejsca po przecinku. Badania wpływu sposobu upakowywania kompozytu na wartości naprężeń skurczowych wskazały, że w przypadku większości analizowanych materiałów korzystniejszym jest zastosowywanie wielowarstwowej procedury, szczególnie wykorzystania warstw nanoszonych skośnie. Wskazano również preferowane metody polimeryzacji wypełnień kompozytowych (inicjacji i kontynuacji procesu). Nieco szkoda, że Autorka nie pokusiła się o przedstawienie możliwości redukcji naprężeń w formie zmian procentowych zbiorczo dla różnych kompozytów traktując jako punkt odniesienia podstawowy sposób polimeryzacji czy aplikacji materiału, co pozwoliłoby czytelnikowi obrazowo unaocznic, na ile uzyskane wartości redukcji można traktować jako osiągnięcie o charakterze zbliżonym do uniwersalnego (dla różnych materiałów). Spostrzeżenie to ma oczywiście jedynie charakter dyskusyjny, będący emanacją zwykłej ciekawości recenzenta i stanowi jedynie zachętę do nieco innego spojrzenia na rezultaty np. przy opracowywaniu przyszłych publikacji. .

Bardzo istotną częścią rozprawy jest dyskusja uzyskanych rezultatów. W tym miejscu należy zwrócić szczególną uwagę, że podjęty przez Doktorantkę temat jest trudny nie tylko badawczo, ale i interpretacyjnie, bowiem obejmuje zagadnienia dotyczące wiedzy mieszającej się bezpośrednio w dyscyplinie nauk medycznych, ale i dodatkowo w trzech innych dyscyplinach naukowych (inżynierii materiałowej, chemicznej i mechanicznej), w tym przypadku wykorzystywanych do osiągnięcia celu stanowiącego rekomendację kliniczną. Jest to szczególnie godnym szacunku biorąc pod uwagę, że realizacja interdyscyplinarnej pracy badawczej o charakterze laboratoryjnym stanowi wyjątkowe wyzwanie dla praktykującego lekarza dentysty. Doktorantka w pierwszej kolejności przedstawiła zasadność przyjętej strategii badawczej na tle dotychczasowej wiedzy i przydatności klinicznej. Takie podejście uważam za wzorcowe. Następnie szczegółowo skonfrontowała uzyskane rezultaty z dotychczasowymi osiągnięciami opublikowanymi w literaturze światowej. Omówienie rezultatów jest wielowątkowe, obejmuje tak porównanie własnych wyników z rezultatami innych badaczy, jak

i wyjaśnienia bazujące na dotychczasowych osiągnięciach naukowych omawianych zjawisk i przyczyn wpływających na możliwość uzyskania korzystnych z klinicznego punktu widzenia rezultatów. Podejście takie pozwała dzięki poszerzeniu wiedzy wskazać z dużym prawdopodobieństwem rozwiązania proceduralne umożliwiające w przyszłości podniesienie jakości świadczonych usług medycznych, co jest oczywistym, nadrzędnym celem wszystkich prac realizowanych w tej dziedzinie.

Ze względu na wybitnie interdyscyplinarny charakter pracy, ale i wielowątkową i wielopoziomą naturę dyskusji Autorka w oczywisty sposób nie mogła się ustrzec pewnych potknięć, na które z racji pełnionego obowiązku jestem zmuszony zwrócić uwagę. Otwierając dyskusję określenie „materiały kompozytowe, tak jak wszystkie materiały polimerowe (...)” jest nieprecyzyjne, bowiem materiały kompozytowe nie są z definicji materiałami polimerowymi, a kompozytami opartymi o matryce polimerowe. Przyjęte formy gramatyczne na str. 83 w fragmencie dotyczącym wpływu zastosowywanie różnych monomerów na wartość skurczu polimeryzacyjnego sprawiają, że niektóre zdania niejasno wskazują intencje Autorki, np. „(...) Charisma Diamond dzięki zawartości monomerów o niskiej lepkości, szczególnie monomeru TCD-DI-HEA, ale także UDMA, i zapewne dzięki sprężystości matrycy wykazuje relatywnie niskie naprężenia skurczowe.” W tym miejscu należało bardziej precyzyjnie wskazać, czy matryca charakteryzuje się wysoką czy niską sprężystością, a właściwe modułem sprężystości. Przedstawione uwagi nie umniejszają w najmniejszym stopniu bardzo pozytywnej opinii dotyczącej nader obszernej i złożonej dyskusji, która jednoznacznie dowodzi dojrzałości naukowej doktorantki, jej imponującej wiedzy i umiejętności powiązania wyników badań własnych z dotychczasowymi osiągnięciami z obszaru będącym przedmiotem jej zainteresowania.

Finalnie na podstawie przeprowadzonych badań i analizy wyników odpowiednio sformułowanych zostało siedem wniosków, które są odpowiedzią na cele pracy i znajdują pełne oparcie w materiale badawczym. Ostatecznie dowodzi to umiejętności powiązania wiedzy teoretycznej z rezultatami badań i kwalifikacji do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w pełnym zakresie. Podkreślić należy, że przedstawione wnioski mają znaczenie naukowe, ale i praktyczne oraz silną konotację kliniczną.

Na podkreślenie zasługuje staranność edytorska i językowa rozprawy. Recenzentowi udało się w znaleźć jedynie nieliczne tego typu potknięcia. Zdefiniowania wymagałoby używanie terminu

współczynnik konfiguracji (np. s. 81, 84), bowiem na podstawie przeglądu literatury i dyskusji określenie jest niekoniecznie oczywiste. Czy „współczynnik C” (s. 85 jest tożsamy pojęciowo ze współczynnikiem konfiguracji?. Stosowanie określenia „macierz” (np. s. 82) zamiast osnowa lub matryca nie jest zasadne. Forma „najbardziej optymalną” (s. 86) nie jest poprawną, bowiem optymalny to przymiotnik niestopniowalny, niepotrzebujący wzmocnienia (powinno być „optymalną”). Należało używać w kontekście mierzonych/obliczanych naprężeń określenia „wartości” zamiast jak niektórych miejscach „wielkości” naprężeń, bowiem nie są to synonimy. Celem pomiaru jest określenie wartości wielkości mierzonej. Wielkość mierzona to określona wielkość fizyczna stanowiąca przedmiot pomiaru. Występują także wymagające korekty sentencje. Przykładowo, s. 85 „na podstawie wyników metody analizy elementów skończonych (...)” zamiast przykładowo „na podstawie analizy wyników uzyskanych z zastosowaniem metody elementów skończonych”. Stosownie określeń „wstępnej ekspozycji światła” i pokrewnych, zamiast np. wstępnej ekspozycji na działania światła (s. 89-91). Na s. 25 stwierdzono, że „materiał gęstnieje” w trakcie polimeryzacji, podczas gdy następuje wzrost lepkości, nie gęstości. Podkreślić należy, że wskazane niedopatrzienia są nader rzadkie biorąc pod uwagę objętości i zakres pracy, zupełnie nieistotne z dla oceny całości rozprawy i w mojej opinii nie umniejszają w najmniejszym stopniu wartości merytorycznej opracowania.

Podsumowanie

Podsumowując recenzję pracy doktorskiej Pani lek dent. Anny Sokołowskiej pod tytułem „*Wpływ sposobu wypełniania ubytków i aktywacji polimeryzacji na naprężenia indukowane przez materiały kompozytowe*” wykonanej pod opieką promotorską dr hab. n. med. inż. Kingi Bociong stwierdzam, że oceniam bardzo wysoko dokonania Doktorantki, która w opiniowanej pracy dowiodła swojej szerokiej wiedzy teoretycznej interdyscyplinarnej, ale przede wszystkim w dyscyplinie nauki medyczne, sformułowała i rozwiązała oryginalny problem naukowy dzięki umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w oparciu o właściwie dobrany zakres metod badawczych. Uzyskane wyniki badań zostały wzorcowo opracowane i zinterpretowane. Przedstawione w recenzji uwagi mają głównie charakter dyskusyjny, a nieliczne niedoskonałości są nieznaczące dla ogólnie bardzo wysokiej oceny osiągnięć naukowych Doktorantki.

W związku z powyższym stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (t.j. Dz. U. z 2017 r., poz. 1789 ze zm.) i wnioskuję o dopuszczenie Pani lek dent. Anny Sokołowskiej do publicznej obrony przygotowanej przez Nią pracy doktorskiej.

Jednocześnie, biorąc pod uwagę wysokie walory merytoryczne (oryginalność tematyki, oryginalna metodologia, jakość uzyskanych wyników oraz staranność ich opracowania, wysoki poziom interpretacji rezultatów) oraz szeroki zakres prac laboratoryjnych wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.



dr hab. inż. Grzegorz Chladek, prof. PŚ



PODPIS ZAUFANY

GRZEGORZ
CHLADEK

21.09.2023 10:09:50 (GMT+2)

Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

