



Gliwice, 10.05.2016 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej Pani lek. dent. Magdaleny Podlewskiej pod tytułem
„Ocena właściwości mechanicznych materiałów kompozytowych modyfikowanych
fluorkiem wapnia” wykonanej pod opieką promotorki
Pani dr hab. n. med. Moniki Łukomskiej – Szymańskiej opracowana na zlecenie
Rady Wydziału Lekarskiego Łódzkiego Uniwersytetu Medycznego**

1. Ogólna charakterystyka pracy

Za najbardziej udany i powszechny przykład aplikacji kompozytów w medycynie uważane są materiały przeznaczone do wykonywania wypełnień bezpośrednich. Z powodu swoich niewątpliwych zalet, jak wysoki poziom estetyki i względnie łatwy sposób aplikacji, w ciągu kilkadziesiąt lat obecności na rynku materiały te praktycznie wyparły amalgamaty dentystyczne. Przy uwzględnieniu masowej skali występowania próchnicy zębów, szacowanej na blisko 2,5 miliarda osób stanowiących 36 % całości populacji świata, możemy przyjąć, że znaczna część ludzkości podlega leczeniu z zastosowaniem kompozytów. Jednocześnie skala występowania próchnicy w Polsce można uznać za dramatyczną, bowiem według danych Naczelnej Rady Lekarskiej opublikowanych w 2015 roku ponad 90 % siedmiolatków i blisko 100 % czternastolatków ucierpiało z powodu tego schorzenia, co jest wynikiem o ok. 30 % gorszym niż w Ugandzie. Szacuje się także, że wśród osób w wieku od 35 do 44 lat zaledwie 0,1 % nie doświadczyło próchnicy. Zważywszy, iż wśród uwarunkowań powstania i przebiegu próchnicy ok. 50 % stanowią czynniki związane ze stylem życia (wzorce zachowań jak niewłaściwa dieta), a kolejne 30 % to czynniki społeczne, to możemy przyjąć, że w najbliższych latach nie należy się spodziewać zdecydowanej poprawy w tym względzie. Masowa skala leczenia skutków próchnicy sprawia, że od dziesięcioleci prowadzone są intensywne badania w kierunku poprawy właściwości materiałów kompozytowych przeznaczonych na wypełnienia bezpośrednie, które przyczyniły się do znacznego postępu w tej dziedzinie. Tym niemniej, pomimo znaczącej poprawy własności

mechanicznych, czasu użytkowania i estetyki kompozytów nie udało się dotychczas wyeliminować niektórych ich wad takich jak np. skurcz polimeryzacyjny sprzyjający powstawaniu nieciągłości między aplikowanym materiałem, a tkankami zęba i w następstwie próchnicy wtórnej. Wśród kilku rozważanych ścieżek badawczych, realizowanych w celu poprawy właściwości kompozytów w tym zakresie, jest zastosowanie wypełniaczy charakteryzujących się ukierunkowanym działaniem, w tym cząstek emitujących do otoczenia jony fluoru o korzystnym oddziaływaniu na tkanki zębów i o właściwościach bakteriostatycznych. Tym niemniej wprowadzenie do polimerowej matrycy dodatkowego wypełniacza może mieć istotny wpływ na inne właściwości, a w szczególności na właściwości mechaniczne. W tym kontekście wybór problematyki rozprawy doktorskiej należy uznać za trafny z naukowego i utylitarnego punktu widzenia.

Przedstawiona do recenzji rozprawa liczy 90 stron i jest utrzymana w klasycznym układzie obejmującym część literaturową, która posłużyła do sformułowania celu pracy (strony od 7 do 27), opis materiałów i metod badawczych (strony od 28 do 35), przedstawienie wyników badań własnych wraz z opracowaniem statystycznym rezultatów (strony od 36 do 59), dyskusję wyników i wnioski (strony od 60 do 67) oraz spis literatury obejmujący 108 pozycji, stanowiących w przeważającej mierze artykuły anglojęzyczne opublikowane na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat. Pracę kończą streszczenia w językach polskim i angielskim oraz spisy rycin i tabel. Układ pracy, jak i zakres dobranej literatury, pozwalają wnosić o właściwym usystematyzowaniu podjętych prac i dobrym przygotowaniu merytorycznym Doktorantki do podjęcia tematyki badawczej.

2. Ocena części literaturowej

Część literaturową podzielono na cztery podstawowe podrozdziały, których układ konsekwentnie posłużył ukierunkowaniu pracy na zagadnienia będące przedmiotem zainteresowań Doktorantki i sformułowaniu celu pracy. W pierwszym podrozdziale omówiono skład chemiczny i budowę kompozytów stosowanych w stomatologii. Doktorantka opisała także wpływ poszczególnych składników na finalne właściwości materiałów kompozytowych, pod kątem uwarunkowań klinicznych oraz technicznych, związanych z rozważaną aplikacją. Szczególną uwagę poświęcono zastosowaniu wypełniaczy o właściwościach przeciwbakteryjnych, co jest uzasadnione z punktu widzenia podjętej tematyki. Tym niemniej za pewną niekonsekwencję uważam omówienie w tym miejscu skądinąd ciekawego i rzetelnie opracowanego zagadnienia oddziaływania fluoru i jego związków z tkankami zęba, bowiem szczęśliwszym rozwiązaniem byłoby zamieszczenie tej

części podrozdziału w podrozdziale 4 dotyczącym problematyki uwalniania fluoru z materiałów kompozytowych. Obecnie właściwa treść podrozdziału 1.4.1. (właściwości bakteriobójcze i bakteriostatyczne) wydaje się odgrywać rolę drugoplanową. Pewne zastrzeżenia budzi także miejscami nomenklatura techniczna, np. dość nieprecyzyjna definicja monomeru i polimeru, określenie „faza rozcieńczająca” czy „monomer rozcieńczający” (str. 9-10) zamiast (zdaniem Recenzenta) monomer obniżający lepkość kompozycji lub termin „wzrost rozciągliwości” (str. 10), pod którym Autorka prawdopodobnie rozumie wzrost wydłużenia lub odkształcenia.

Niedosyt recenzenta budzi również podrozdział 2 „Zastosowanie materiałów kompozytowych”, który liczy zaledwie dziewięć wierszy i nie jest poparty żadną pozycją literaturową. Być może powodem takiego podejścia do zagadnienia był fakt, że obszary te są dla lekarza dentysty oczywiste, tym niemniej w takim przypadku szczęśliwej byłoby je przedstawić na początku pracy np. w postaci stosownego schematu w celu porządkowym.

W podrozdziale 3.1 Doktorantka skupiła się na przedstawianiu trafnie dobranego zestawu najczęściej badanych właściwości mechanicznych i użytkowych materiałów kompozytowych. Mocną stroną tej części przeglądu literaturowego jest wskazanie podstawowych relacji pomiędzy składem chemicznym i budową materiałów, a rozważanymi właściwościami. Ponadto Autorka komentuje znaczenie badań poszczególnych właściwości w predykcji i ocenie porównawczej przydatności klinicznej tego typu materiałów, co świadczy o analitycznym i krytycznym podejściu do omawianej problematyki. W zaprezentowanych tabelach zawierających uogólnione zestawienia poszczególnych właściwości zawraca jednak uwagę nieobecność materiałów z nanowypełnierzami, które uważane są na perspektywiczną i rozwijającą się grupę kompozytów stomatologicznych. Również w tym podrozdziale można mieć zastrzeżenia dotyczące terminologii technicznej. Zbyt uproszczonym, jest stwierdzenie znajdujące się na stronie 20, że moduł sprężystości określa „zależność pomiędzy względnym odkształceniem liniowym materiału, a wielkością naprężenia, występującego w zakresie odkształceń sprężystych”. Usprawiedliwieniem Doktorantki w tym zakresie jest fakt, że dla większości materiałów kompozytowych na wypełnienia bezpośrednio przedstawiona definicja odzwierciedla rzeczywistość. Moduł Younga jest współczynnikiem proporcjonalności między naprężeniem, a odkształceniem i w sposób uprawniony możemy o nim mówić tylko z zakresu liniowego przebiegu charakterystyki odkształceniowo – naprężeniowej. Jednak w przypadku wielu materiałów polimerowych czy kompozytowych przyrost naprężenia nie jest proporcjonalny do odkształcenia, pomimo że odkształcenia mają charakter sprężysty (lub lepkosprężysty).

Niefortunnym jest określenie na stronie 20 „im wyższy jest moduł sprężystości, tym większą odporność na odkształcenie wykazuje materiał”, trudno bowiem jednoznacznie stwierdzić czym wg. Autorki jest „odporność na odkształcenie”. Można z jednej strony powiedzieć kolokwialnie, że materiał o wyższym module sprężystości jest rzeczywiście trudniej odkształcalny (tak zrozumieć „odporność na odkształcenia”), co nie znaczy jednak, że materiał o wysokim module sprężystości nie ulegnie zniszczeniu przy odkształceniu o małej wartości (np. szkło), w przeciwieństwie do materiału charakteryzującego się kilka tysięcy razy niższym modulem sprężystości (np. guma), który wykaże większą „odporność” na odkształcenie sięgające kilkuset procent. W tym kontekście stwierdzenie, że „niski moduł sprężystości używanego materiału jest jedną z głównych przyczyn niepowodzeń w leczeniu odtwórczym, czyniąc materiał bardziej podatnym na złamanie” jest również zbyt daleko idącym skrótem myślowym, wymagającym komentarza, ponieważ niższemu modułowi sprężystości niekoniecznie musi towarzyszyć niższa wytrzymałość na rozciąganie czy zginanie. Niewłaściwym jest stwierdzenie, że „wytrzymałością na rozciąganie (...) określa się maksymalne naprężenie rozciągające otrzymane przy zniszczeniu próbki” (str. 21). Przy zniszczeniu próbki nie zawsze osiągamy wartości maksymalne naprężeń i nie dla każdego materiału przyjmujemy maksymalne naprężenia rozciągające do wyliczenia wytrzymałości na rozciąganie; np. dla niektórych polimerów termoplastycznych wytrzymałość na rozciąganie bywa niższa niż granica plastyczności.

Ostatni podrozdział przeglądu literaturowego dotyczy uwalniania jonów fluoru z materiałów kompozytowych. Doktorantka wskazała na znaczne zróżnicowanie dotychczasowych wyników badań wpływu związków chemicznych uwalniających fluor z kompozytów na ich właściwości mechaniczne, przy udowodnionym pozytywnym ich oddziaływaniu na stan tkanek zęba. W świetle przeprowadzonej analizy piśmiennictwa kwestia wpływu tego typu dodatków na właściwości mechaniczne materiałów pozostaje nadal otwarta. Zawarte w podrozdziale treści służą za bezpośrednie uzasadnienie podjętych badań.

W tym miejscu chciałbym zaznaczyć, że przedstawione uwagi dotyczące terminologii nie umniejszają w mojej opinii jakości pracy, tym bardziej, że postępowanie toczy się w dziedzinie nauk medycznych. Intencje Autorki są jasne, a Recenzent ma świadomość, iż potknięcia te wynikają z nieścisłości pojawiających się w literaturze dotyczącej materiałoznawstwa stomatologicznego tłumaczonej w ostatnich latach na język polski.

Przedstawiona analiza literaturowa dowodzi dobrego przygotowania teoretycznego Doktorantki do zrealizowania założonych prac badawczych.

3. Ocena merytorycznej części rozprawy

W rozdziale drugim Autorka na podstawie wniosków wynikających z przeglądu literatury formułuje cel pracy, którym była „ocena parametrów mechanicznych tj. wytrzymałości na zginanie, średnicowej wytrzymałości na rozciąganie oraz twardości materiałów kompozytowych zmodyfikowanych fluorkiem wapnia”.

Trzon części badawczej stanowi pięć następujących po sobie rozdziałów. W pierwszych trzech omówiono zastosowane materiały, metodologię badawczą oraz wyniki przeprowadzonych badań. Całość wieńczy „Omówienie wyników” i „Wnioski”.

Doktorantka badaniom poddała dwa materiały: własny, opracowany w Uniwersytecie Medycznym w Łodzi oraz dostępny komercyjnie. Do każdego z nich wprowadzono udziały masowe wypełniacza w postaci CaF_2 wynoszące od 0,5 do 5 %. Zastosowanie takiego spektrum materiałów badawczych należy uznać za trafne, pozwala bowiem porównać oddziaływanie wprowadzonego wypełniacza do materiałów o pierwotnie odmiennych właściwościach fizykochemicznych. Tym niemniej w przypadku wprowadzania wypełniaczy do kompozytów znaczącą rolę odgrywa technologia mieszania, bowiem niezmiernie istotną dla osiąganych rezultatów jest jednorodność dyspersji wypełniacza w matrycy. Ponadto istotne są rozmiary i kształt cząstek zastosowanego wypełniacza. W tym kontekście odczuwalny jest brak danych dotyczących średnicy cząstek zastosowanego proszku CaF_2 oraz danych dotyczących technologii wprowadzania wypełniacza do kompozytów. Nie wiemy w jaki sposób i jak długo materiał był mieszany, czy technologia ta zapewniała jednorodność dyspersji oraz czy rezultat był powtarzalny. Autorka stwierdza, że po uzyskaniu jednorodnej konsystencji materiał wprowadzano do form, nie napisała jednak, na jakiej podstawie jakich kryteriów stwierdzała, że konsystencja była jednorodna? Nieco szkoda, że Autorka nie zdecydowała się przeprowadzić badań mikroskopowych najpierw proszku CaF_2 , a następnie uzyskanych kompozytów. Być może pozwoliłyby na ocenę jakości dyspersji wypełniacza w matrycy i przełożyłyby się na sformułowane wnioski końcowe. Należy jednak zauważyć, że badania takie dla materiałów zawierających znacznie udziały masowe wypełniaczy już przed wprowadzeniem CaF_2 niekoniecznie przyniosłyby oczekiwany, wymierny efekt. Niefortunne są podpisy tabel 6 i 7 (str. 28) „Próbki wykonane z eksperymentalnego (...)” zamiast przykładowo: Zestawienie składu chemicznego próbek kompozytów otrzymanych na bazie materiału eksperymentalnego.

Dobór metodologii badawczej jest poparty wiedzą zebraną w przeglądzie literaturowym i prawidłowy ze względu na przyjęty cel pracy oraz przewidywane zastosowanie kliniczne materiałów.

Opis zastosowanej metodologii statystycznej wskazuje na rzetelne opracowanie wyników, aczkolwiek chciałbym się dowiedzieć, czy po uzyskaniu statystycznie istotnych rezultatów np. testu ANOVA zostały przeprowadzone testy *post hoc*? Lektura wyników nasuwa takie przypuszczenia, ale testy te nie zostały wymienione w metodologii.

W rozdziale V Autorka przedstawiła wyniki badań, posługując się wartościami średnimi, medianami, rozstępem kwartalnym, odchyleniem standardowym, przedziałem ufności oraz wartościami minimalnymi i maksymalnymi. Jest to podejście wykraczające ponad przyjęty standard. Wyniki są przedstawione w przejrzysty sposób w formie starannie opracowanych tabel i wykresów, co ułatwia ich interpretację i wpływa pozytywnie na wartość edytorską pracy. Rezultaty usystematyzowano w podrozdziałach w celu ich łatwiejszej analizy. Przedstawiano je najpierw dla poszczególnych kombinacji materiałów wyjściowych – właściwość – sposób kondycjonowania próbki, a następnie w zestawieniach pokazując różnicowanie wynikające z zastosowania odmiennych materiałów wyjściowych i odmiennych sposobów kondycjonowania próbek.

Mocną stroną rozprawy jest rozdział VI, w którym znajduje się omówienie wyników i ich dyskusja. Z dużą zręcznością dokonano interpretacji rezultatów i omówiono je na tle ogólnej wiedzy z zakresu wymagań dotyczących właściwości mechanicznych kompozytów oraz najnowszych osiągnięć światowych, ze szczególnym uwzględnieniem uwarunkowań klinicznych. Takie podejście dowodzi umiejętności powiązania wiedzy teoretycznej z rezultatami badań. Doktorantka przedstawia także uzasadnienie pierwotnego doboru materiałów wyjściowych do badań, zwracając szczególną uwagę na ich lepkość i udział masowy wypełniaczy, co pozwala jej zinterpretować zmienność własnych wyników. Na tej podstawie Autorka opracowała szereg przesłanek natury metodycznej, które mogą być pożyteczną wskazówką dla kolejnych badaczy. Pani lek. dent. Magdalena Podlewska konstatuje, że z naukowego punktu widzenia uzasadnionym było zastosowanie materiału eksperymentalnego jako substratu do otrzymania wzbogaconego kompozytu, bowiem wyniki te wykazały, że przyczyną utraty własności materiału komercyjnego należy upatrywać w ogólnie zbyt dużym udziale masowym wypełniaczy, nie zaś we wprowadzeniu CaF_2 jako takim, co ma istotną wartość naukową i utylitarną. Finalnie wskazano także kierunki prowadzenia dalszych badań związanych z poruszaną problematyką. Kompleksowe podejście Doktorantki do otrzymanych rezultatów, zawarte w tym rozdziale, dowodzi jej dojrzałości naukowej i umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Przedstawione w rozdziale VII wnioski są adekwatne do otrzymanych wyników, aczkolwiek nieco szkoda, że Doktorantka nie przedstawiła podsumowania swoich spostrzeżeń

zamieszczonych w dyskusji dotyczących wykazanych tendencji zmian właściwości mechanicznych materiałów w zależności od pierwotnego stopnia wypełnienia osnowy.

4. Podsumowanie

Podsumowując niniejszą recenzję opiniowanej pracy doktorskiej Pani lek. dent. Magdaleny Podlewskiej pod tytułem „Ocena właściwości mechanicznych materiałów kompozytowych modyfikowanych fluorkiem wapnia” wykonanej pod opieką promotorską Pani dr hab. n. med. Moniki Łukomskiej - Szymańskiej stwierdzam, że oceniam wysoko całokształt dokonań Doktorantki, która:

- wykazała się bardzo dobrą orientacją w literaturze dotyczącej materiałów kompozytowych przeznaczonych na wypełnienia stomatologiczne, co dowodzi jej wiedzy teoretycznej,
- dowiodła umiejętności samodzielnego rozwiązania problemu naukowego,
- wykazała się umiejętnością stawiania problemów badawczych i właściwego doboru zestawu metod badawczych oraz ich pełnego opanowania praktycznego,
- uzyskała wartościowe i oryginalne wyniki badań o istotnym znaczeniu poznawczym i o walorach aplikacyjnych oraz osiągnęła założony cel naukowy,
- opanowała umiejętności opracowania wyników wykonanych badań oraz prezentowania osiągniętych rezultatów badawczych.

Przedstawione w recenzji uwagi mają głównie charakter dyskusyjny, a nieliczne niedoskonałości o charakterze terminologicznym i edytorskim nie umniejszają osiągnięć naukowych Doktorantki.

W związku z powyższym stwierdzam, że opiniowana praca doktorska spełnia wszelkie wymagania określone w Ustawie o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki (Dz. U. nr 65 z dnia 16 kwietnia 2003 roku poz. 595 z późniejszymi zmianami) i wnioskuję do Rady Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi o dopuszczenie Pani lek. dent. Magdaleny Podlewskiej do publicznej obrony przygotowanej przez Nią pracy doktorskiej.



Dr hab. inż. Grzegorz Chladek, prof. Pol. Śl.