



Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
Zakład Stomatologii Zachowawczej Przedklinicznej i Endodoncji Przedklinicznej
kierownik: prof. dr hab. n. med. Mariusz Lipski

RECENZJA

rozprawy doktorskiej lek. dent. **Anny Sokołowskiej**

pt.: **Wpływ sposobu wypełniania ubytków i aktywacji polimeryzacji na naprężenia indukowane przez materiały kompozytowe**

Recenzję sporządzono na wniosek Prodziekana ds. Nauki Wydziału Lekarskiego Uniwersytetu Medycznego w Łodzi (pismo z dnia 5 września 2023 r.). Promotorem rozprawy jest p. dr hab. n. med. inż. Kinga Bociąg, prof. uczelni. Praca powstała w Zakładzie Stomatologii Ogólnej Katedra Stomatologii Odtwórczej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi.

Materiał źródłowy do opracowania niniejszej recenzji stanowi manuskrypt dysertacji doktorskiej pt.: „Wpływ sposobu wypełniania ubytków i aktywacji polimeryzacji na naprężenia indukowane przez materiały kompozytowe”. Praca została napisana zgodnie z wymaganiami odnośnie prac doktorskich i składa się z 12 rozdziałów. Poza tekstem praca zawiera 11 tabel i 37 rycin zawartych w tekście, 170 pozycji piśmiennictwa oraz streszczenie w języku polskim i angielskim, a także spis tabel i spis rycin. Zajmuje 123 strony.

Praca doktorska lek. dent. Anny Sokołowskiej dotyczy naprężeń skurczowych generowanych podczas fotopolimeryzacji materiałów kompozytowych. Doktorantka podjęła się zbadania wpływu rodzaju materiału kompozytowego i sposobu wypełniania ubytku oraz sposobu aktywacji polimeryzacji na ich wielkość.

Zagadnienie to jest niezwykle ważne, gdyż materiały kompozytowe są obecnie materiałami odtwórczymi najczęściej stosowanymi w stomatologii. Niestety w trakcie polimeryzacji ulegają skurczowi, który skutkuje naprężeniami wewnątrz materiału wpływając negatywnie na siłę połączenia wypełnienia z tkankami zęba. To z kolei skutkuje u pacjentów uszkodzeniem pobrzeży wypełnień i utratą szczelności, nadwrażliwością pozabiegową, mikroprzeciekami i w jego efekcie próchnicą wtórną i stanami zapalnymi miążgi. W dostępnym piśmiennictwie brak jednoznacznych wytycznych wskazujących najbardziej efektywne protokoły, które mogłyby zostać wdrożone w codziennej praktyce klinicznej, stąd wybór tematu przez Doktorantkę uważam za zasadny.

We wprowadzeniu obejmującym 32 strony Doktorantka omówiła skład materiałów kompozytowych, w tym skład fazy organicznej, monomery o niskim skurczu polimeryzacyjnym i zmodyfikowane matryce kompozytów stomatologicznych, skład fazy nieorganicznej kompozytów stomatologicznych oraz tzw. fazę pośrednią i tzw. związki dodatkowe. Ponadto przybliżyła takie trudne zagadnienia jak: polimeryzacja materiałów kompozytowych oraz skurcz polimeryzacyjny i naprężenia skurczowe kompozytów stomatologicznych, a także metody pomiaru naprężeń skurczowych, urządzenia do polimeryzacji materiałów kompozytowych, techniki naświetlania oraz metody redukcji naprężeń skurczowych związanych ze skurczem polimeryzacyjnym

Celem pracy 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.

Dla realizacji celu pracy zaplanowano badania elastooptyczne wraz z obliczeniem wartości naprężeń generowanych przez sieciujące materiały kompozytowe. Oceniono materiały reprezentujące różne grupy: typu bulk fill – SDR, 95 nanokompozytowy materiał o zmodyfikowanej matrycy - Charisma Diamond, tradycyjny materiał kompozytowy typu flow – Flow Art i nanohybrydowy materiał Filtek Z550. Do badań wykorzystano modele z optycznie czynnej żywicy epoksydowej (płytki z żywicy Epidian

53/Organika o grubości 4 mm z nawierconymi otworami o średnicy 3 mm). W pierwszej części badań analizie poddano różne metody aplikacji materiału kompozytowego do standaryzowanego ubytku. Wśród badanych metod uwzględniono trzy warstwy poziome, trzy warstwy pionowe, trzy warstwy skośne oraz cztery warstwy skośne. Jako kontrolę zastosowano jednoczesowe, jednowarstwowe wypełnienie ubytku. W drugiej części pracy analizie poddano różne techniki aktywacji polimeryzacji – przy pomocy lamp polimeryzacyjnych (Cure, Flash Max P3, Starlight Sler® i Satelec Mini L.E.D.) badano metody: ciągłą z uwzględnieniem lampy o niskiej i wysokiej mocy (odpowiednio 1250 i 3800 mW/cm²), soft start, pulse delay z krótką i dłuższą przerwą (odpowiedni 30 i 200 s), SLER® oraz ramping. Analizę naprężeń przeprowadzono na modelach optycznie czynnych w polaryskopie kołowym FL200 przy równoległym i prostopadłym ustawieniu płaszczyzn polaryzacji. Obrazy prążków interferencyjnych rejestrowano przy pomocy aparatu cyfrowego, które następnie poddano analizie. Policzono liczbę i wielkość prążków interferencyjnych, a na podstawie tych danych obliczono naprężenia sieciujących materiałów, które następnie poddano analizie za pomocą odpowiednich testów statystycznych.

Kolejny rozdział stanowią WYNIKI, które Doktorantka przedstawiła na 30 stronach. Wykazała, że materiały kompozytowe tradycyjne (Z550 i Flow Art) charakteryzuje znacznie wyższy wyjściowy (przy aplikacji jednowarstwowej) poziom generowanych naprężeń niż materiały zawierające monomery o kontrolowanym skurczu polimeryzacyjnym (Charisma Diamond i SDR). Dla materiałów SDR i Filtek Z550, istotne statystycznie różnice w wielkości naprężeń uzyskała w przypadku porównania metody jednowarstwowej z techniką trzech warstw pionowych oraz skośnych, niezależnie od liczby warstw. Dla materiału Charisma Diamond nie uzyskała istotnych statystycznie różnic między poszczególnymi technikami aplikacji. Również druga część badań, porównująca naprężenia skurczowe generowane przy zastosowaniu różnych sposobów aktywacji polimeryzacji wykazała istotne statystycznie różnice między wieloma metodami. Wartości zarejestrowane w przypadku materiału Flow Art wyniosły wyjściowo 12,1 MPa przy naświetlaniu ciągłym z mocą 1250 mW/cm² (Cure) i 13,7 MPa przy mocy 3800 mW/cm² (FlashMax). Największą redukcję naprężeń zaobserwowano w przypadku

metody *pulse delay* z przerwą 200 s – odpowiednio o 38 % (w porównaniu do naświetlania lampą Cure) i 45,7 % (w porównaniu do naświetlania lampą Flash Max). Istotnie niższe wartości zarejestrowano niż w przypadku wszystkich pozostałych metod poza Sler i pulse delay 30 s. Najwyższe średnie naprężenia uzyskano w przypadku techniki *ramping* (14,7 MPa), wyższe odpowiednio o 22,1 % (w porównaniu do naświetlania lampą Cure) i o 8 % (w porównaniu do naświetlania lampą FlashMax). W przypadku materiału SDR uzyskane wartości wyniosły wyjściowo 6,6 MPa przy naświetlaniu ciągłym z mocą 1250 mW/cm² (Cure) i 7,1 MPa przy mocy 3800 mW/cm² (FlashMax). Ponownie najlepsze wyniki - największą redukcję naprężeń stwierdzono w przypadku metody pulse delay z przerwą 200 s – odpowiednio o 36,3% (w porównaniu do naświetlania lampą Cure) i 40,6 % (w porównaniu do naświetlania lampą Flash Max).

Kolejny rozdział to OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA (13 stron). Doktorantka wykazała się w nim umiejętnością samodzielnej, krytycznej oceny danych z piśmiennictwa, a to świadczy o bardzo dobrym merytorycznym przygotowaniu lek. dent. Anny Sokołowskiej.

Doktorantka na podstawie uzyskanych wyników wyciąga następujące wnioski:

1. Wszystkie materiały kompozytowe podczas sieciowania generują naprężenia skurczowe, których wartości dla niektórych materiałów sięgają nawet 12 MPa.
2. Zastosowanie warstwowych technik aplikacji i polimeryzacji, zwłaszcza metody warstwowej skośnej polimeryzacji, pozwala na istotne obniżenie naprężeń skurczowych generowanych podczas sieciowania większości badanych kompozytów (zarówno kompozytów tradycyjnych, jak i materiałów zawierających monomery o kontrolowanym skurczu polimeryzacyjnym).
3. Niektóre materiały kompozytowe o zmodyfikowanej matrycy polimerowej, takie jak Charisma Diamond, generują relatywnie niskie naprężenia skurczowe, a ich wartości są zbliżone, niezależnie od sposobu wypełniania ubytku.
4. Sposób aktywacji polimeryzacji materiałów kompozytowych ma istotny wpływ na naprężenia skurczowe generowane podczas sieciowania kompozytów. Przy zastosowaniu

standardowej dziś techniki polimeryzacji ciągłej (zarówno przy mocy 1250 mW/cm² , jak i 3800 mW/cm²) generowane są relatywnie wysokie naprężenia skurczowe, które jednak są wyraźnie niższe od naprężeń generowanych przy stosowaniu metody ramping (mimo iż różnice okazały się nieistotne statystycznie).

5. Zastosowanie metod polimeryzacji pozwalających na wydłużenie fazy pre-żelowej, szczególnie metody pulse delay z długim okresem opóźnienia cyklu doświetlania, pozwala zmniejszyć naprężenia skurczowe materiałów kompozytowych.

6. Rodzaj materiału kompozytowego ma decydujące znaczenie o wielkości naprężeń generowanych w wyniku skurczu polimeryzacyjnego.

7. W praktyce klinicznej, przy wypełnianiu ubytków materiałami kompozytowymi, powinno się stosować metodę warstwowej skośnej polimeryzacji. Dotyczy to także materiałów typu bulk fill, jednocześnie aplikowanych i polimeryzowanych w warstwach o grubości 4 – 5 mm, w przypadku których zastosowanie techniki warstwowej skośnej polimeryzacji pozwala na istotne obniżenie naprężeń skurczowych

Piśmiennictwo zostało starannie dobrane, liczy 170 pozycji, głównie anglojęzycznych i z ostatnich lat.

Zasadniczo mam tylko drobne uwagi redakcyjne, które pozwolę sobie poniżej przedstawić:

1. podczas cytowania prac w tekście w kilku miejscach poza nazwiskiem autora niepotrzebnie stosowano skróty imion;
2. w kilku miejscach tekstu pojawiło się również określenie „cząsteczki napełniacza”;
3. pomiędzy wartością a % niepotrzebnie stosowana jest spacja.

Natomiast z czystej ciekawości mam pytanie dotyczące określania „napełniacze”. Czy jest możliwe stosowanie zamiennie określenia „wypełniacze” ? Z taką nazwą również spotkałem się w literaturze.

Reasumując stwierdzam, że lek. dent. Anna Sokołowska osiągnęła zamierzony cel pracy a uzyskane przez nią rezultaty są cenne zarówno z punktu widzenia poznawczego i naukowego. Biorąc pod uwagę dobry poziom naukowy rozprawy, staranne omówienie wyników badań, dojrzałą dyskusję, opracowanie redakcyjne, logiczne wykonanie, czytelne tabele i staranne ryciny uważam, że jest to bardzo wartościowa praca.

Zważywszy na powyższe stwierdzam, że rozprawa doktorska pod tytułem „Wpływ sposobu wypełniania ubytków i aktywacji polimeryzacji na naprężenia indukowane przez materiały kompozytowe” spełnia wszelkie wymagania zgodnie z art. 14 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki i na tej podstawie składam do Rady Dyscypliny NAUKI MEDYCZNE Uniwersytetu Medycznego w Łodzi wniosek o dopuszczenie lek. dent. Anny Sokołowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Natomiast biorąc pod uwagę wysoki poziom naukowy rozprawy oraz staranne przygotowanie manuskryptu wnoszę o jej wyróżnienie.

prof. dr hab. Mariusz Lipski



specjalista stomatologii zachowawczej

Szczecin, dnia 26 września 2023 r.