

Gabriela KISZKA, Agnieszka CHOJNACKA-BROŹEK, Zakład Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki, Instytut Mechaniki Stosowanej, Politechnika Krakowska, Kraków

WPLYW SPOSOBU PREPARACJI UBYTKU TYPU MOD W PRZEDTRZONOWCACH LECZONYCH ENDODONTYCZNIE NA WYTEŻENIE TWARDYCH TKANEK ZĘBA

Streszczenie: W pracy przedstawiono wpływ poszczególnych metod preparacji ubytku typu MOD (mezjalno-okluzyjno-dystalnego) pod pośrednie wypełnienia koronowe typu inlay, onlay i overlay na wyteżenie twardych tkanek zęba. Wykorzystano numeryczny model zęba przedtrzonowego leczonego endodontycznie odbudowanego wkładami koronowo - korzeniowymi. Zamodelowano geometrię ubytku dla odpowiednich typów rekonstrukcji korony oraz przeprowadzono numeryczną analizę wytrzymałościową modeli w warunkach prawidłowej okluzji w programie ANSYS Workbench.

Słowa kluczowe: inlay, onlay, overlay, terapia endodontyczna, MES, zęby przedtrzonowe

1. WSTĘP

Schorzenia endodontyczne są zasadniczym powodem zarówno bardzo silnych, jak i przewlekłych bólów zębów. Do połowy XIX wieku ból zębów zwalczano przeważnie za pomocą ekstrakcji [2], a kolejno uzupełniano protetycznie. Obecnie pacjenci znacznie częściej wybierają inną możliwość, a mianowicie zachowanie w takim stopniu jak to możliwe własnych zębów. Podstawą do ich utrzymania jest wprowadzenie leczenia endodontycznego.

Z uwagi na znaczący postęp w stomatologii zachowawczej wypracowano nowe standardy postępowania w rekonstrukcji koron zębów po leczeniu endodontycznym. Jako alternatywę konwencjonalnej metody odbudowy coraz częściej stosuje się pośrednie wypełnienia koronowe (inlay, onlay, overlay). Inlay odbudowuje część powierzchni zgryzowej i ewentualnie powierzchnie styczne (mezjalną i dystalną). Onlay odbudowuje całą powierzchnię zgryzową i obie powierzchnie styczne, a guzki zębowe są ścięte wewnętrznym skosem. Natomiast w przypadku overlay'a odbudowane powierzchnie są analogiczne jak dla onlay'a, z tym że guzki są ścięte połączonym wewnętrznym i zewnętrznym skosem. Rekonstrukcja tym uzupełnieniem protetycznym wymaga jednak, aby ilość pozostałych twardych tkanek zęba (szkliwa i zębiny) pozwalała na uzyskanie odpowiedniego połączenia adhezyjnego.

Idealny materiał do odbudowy części koronowej zęba powinien tworzyć trwałe połączenie z twardymi tkankami zęba i mieć właściwości mechaniczne zbliżone do zębiny. Mimo, że obecnie nie istnieją materiały, które mogłyby całkowicie zastąpić utracone tkanki twarde zęba, to zasadniczo dominującymi materiałami stosowanymi w stomatologii odtwórczej, które w największym stopniu spełniają powyższe wymagania stały się materiały kompozytowe.

Istnieje jednak wiele sprzecznych opinii na temat poszczególnych metod preparacji ubytku. Kluczową kwestią staje się dylemat, czy dodatkowe usunięcie twardych tkanek zęba będzie skutkować większą wytrzymałością zęba na mikropęknięcia i złamania. Celem zbadania wpływu geometrii opracowania ubytku na wyężenie pozostałych twardych tkanek zęba, zamodelowano poszczególne typy koronowych wypełnień pośrednich przyjmując, jako materiał wypełnienia materiał kompozytowy.

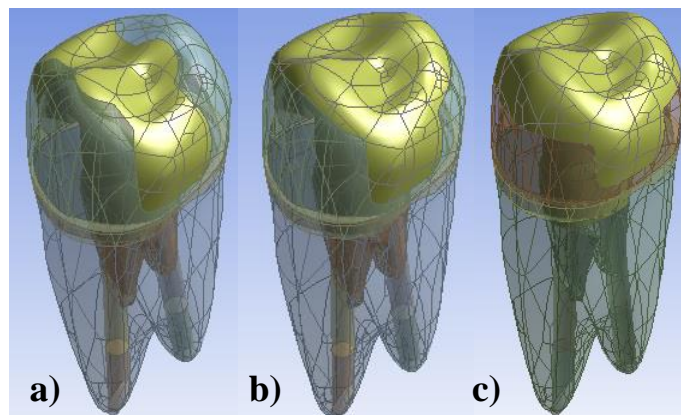
2. METODYKA PRACY

Ważnym aspektem pracy było zamodelowanie trzech pośrednich wypełnień koronowych rekonstruujących pierwszy górny ząb przedtrzonowy leczony endodontycznie z ubytkiem typu MOD i odbudowany dwoma wkładami koronowo-korzeniowymi. Poszczególne modele wykonane w programie ANSYS Workbench przedstawia rysunek 1. Geometrię opracowań ubytków wykonano zgodnie z wytycznymi dla lekarzy stomatologów.

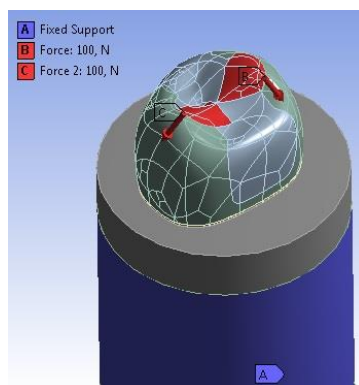
W kolejnych etapach wytrzymałościowej analizy numerycznej dla poszczególnych brył modelu zęba zdefiniowano stałe materiałowe jako izotropowe (tab. 1). Przyjęto schemat obciążenia odpowiadający końcowej fazie cyklu żucia dla siły okluzyjnej 200 [N], natomiast utwierdzenie zrealizowano poprzez osadzenie zęba w wycinku izotropowej kości za pośrednictwem ożębnej z uwzględnieniem struktury dziąsła (rys. 2). Podczas generowania siatki elementów skończonych przeprowadzono wstępne symulacje celem zbadania wpływu dyskretyzacji modelu na wyniki analiz numerycznych.

Tabela 1. Właściwości materiałów przyjęte do analizy [1, 3, 4]

	Dziąsło	Kompozyt	Wkłady koronowo-korzeniowe	Gutaperka	Kość szczęki	Miazga Ożębna	Szkliwo	Zębina	
E [MPa]	19,6	14500	28200	0,69	14000	2	67	84100	18600
v	0,3	0,24	0,23	0,45	0,3	0,45	0,47	0,33	0,31



Rys. 1. Model zęba opracowany pod geometrię: a) inlay'a; b) onlay'a; c) overlay'a



Rys. 2. Sposób utwierdzenia oraz miejsce przyłożenia sił na powierzchni zgryzowej (przykład: model zęba zrekonstruowanego inlay'em)

3. WYNIKI NUMERYCZNYCH ANALIZ WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

Najwyższa wartość naprężenia σ_{HMH} w obrębie powierzchni okluzyjnej (56,40 [N]) oraz na granicy styku szkliwo-wypełnienie (49,44 [N]) wystąpiła dla zęba odbudowanego inlay'em. Dla zęba wypreparowanego pod overlay wartości te wyniosły odpowiednio 31,85 [N] i 26,05 [N] (tab. 3).

Dla zęba opracowanego pod overlay można zaobserwować obszar występowania największych wartości naprężeń τ_{xy} w części korzeniowej zęba w rejonie wkładów koronowo-korzeniowych na wysokości furkacji korzenia (tab. 2).

Tabela 2. Mapy rozkładu naprężeń zredukowanych σ_{HMH} [MPa] i stycznych τ_{yz} [MPa] w płaszczyźnie policzkowo-podniebiennej

	Ząb zdrowy	Ząb odbudowany inlay'em	Ząb odbudowany onlay'em	Ząb odbudowany overlay'em	Skala
Naprężenia zredukowane σ_{HMH} [MPa]					 15 13,7 12,5 11,3 10,1 8,95 7,75 6,54 5,33 4,12 2,91 1,70 0,5 0
Naprężenia styczne τ_{yz} [MPa]	 1,6 1,175 0,75 0,325 -0,1 -0,525 -0,95 -1,375 -1,8 -2,225 -2,65 -3,075 -3,5				 1,5 0,958 0,416 -0,12 -0,66 -1,20 -1,75 -2,29 -2,83 -3,37 -3,91 -4,45 -5

Tabela 3. Zestawienie maksymalnych wartości naprężeń zredukowanych σ_{HMH} [MPa] w poszczególnych płaszczyznach dla zęba zdrowego i zębów zrekonstruowanych

Model \ Płaszczyzna	cały ząb	policzkowo-podniebienna	dziąsłowa	furkacji korzenia	wyrostka zębodołowego
Ząb zdrowy	18,25	17,19	2,07	3,31	2,05
Ząb odb. inlay'em	56,40	49,44	5,40	6,20	8,17
Ząb odb. onlay'em	32,80	30,53	6,00	6,72	8,60
Ząb odb. overlay'em	31,85	26,05	6,42	6,94	8,67

4. WNIOSKI

Dla zęba zrekonstruowanego inlay'em ryzyko odłamania guzka w strefie styku materiału wypełnienia oraz twardych tkanek zęba jest największe, z uwagi na występujące w tym rejonie największe obszary koncentracji najwyższych wartości naprężeń. Wnioskiem z przeprowadzonej analizy porównawczej może być wskazanie overlay'a jako bardziej korzystnego sposobu preparacji ubytku MOD zębów przedtrzonowych po leczeniu endodontycznym, ze względu na najkorzystniejszy rozkład naprężeń w części koronowej zęba dla tego typu rekonstrukcji. Należy jednak mieć świadomość, iż na podstawie przeprowadzonych analiz, dla takiej preparacji ubytku ryzyko rozwarstwienia elementów w części korzeniowej zęba jest największe. Jest to związane ze zmniejszającą się ilością pozostałych po preparacji twardych tkanek zęba.

LITERATURA

- [1] Chojnacka-Brozek A.: Analiza wytrzymałościowa koron zębów przedtrzonowych leczonych endodontycznie, Rozprawa Doktorska, Politechnika Krakowska, 2013
- [2] Guldener P.H.A., Langeland K.: Endodontologia. Wyd. PZWL, Warszawa 2001
- [3] Jiang W., Bo H., YongChun G., LongXing N.: Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: a three-dimensional finite element analysis, The Journal of Prosthetic Dentistry, vol. 103, no. 1, 2010, p.6-12
- [4] http://www.micerdent.pl/index.php?what=technik&mode=tresc&id_kat_techinik=6

THE IMPACT OF MOD CAVITY PREPARATION IN ENDODONTICALLY TREATED PREMOLARS ON STRENGTH OF TOOTH HARD TISSUES

Abstract: The paper presents the impact of MOD (Mezial-Occlusal-Distal) cavity preparation for indirect restorations type inlay, onlay and overlay. The numerical model of premolar tooth treated endodontically with the use of root dowels has been used. It has been modeled the geometry of cavity for the respective types of crown reconstruction and executed the numerical strength analysis of tooth models under normal occlusion to ANSYS Workbench program.