

# MIKROSKOPOWA OCENA PRZYLEGANIA BRZEŻNEGO WYPEŁNIEŃ W ZĘBACH STAŁYCH

MARIUSZ WALCZAK<sup>1\*</sup>, AGATA NIEWCZAS<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> INSTYTUT TECHNOLOGICZNYCH SYSTEMÓW INFORMACYJNYCH, POLITECHNIKA LUBELSKA

<sup>2</sup> KATEDRA I ZAKŁAD STOMATOLOGII ZACHOWAWCZEJ, AKADEMIA MEDYCZNA W LUBLINIE

\*E-MAIL: M.WALCZAK@POLLUB.PL

## Streszczenie

*Prezentowana praca dotyczy badań szczelności brzeżnej wypełnień z amalgamatu srebra oraz kompozytu światłoutwardzalnego w warunkach laboratoryjnych (in vitro). Do badań wykorzystano zęby ludzkie trzonowe i przedtrzonowe usunięte ze względów ortodontycznych, w których wypreparowano ubytki klasy I wg. Blacka. Próbkę zębów z założonymi wypełnieniami poddano zaprogramowanym cyklom obciążeń mechanicznych na specjalnie zbudowanym urządzeniu testującym, symulującym fizjologiczny tor ruchu żuchwy. Następnie oceniano obszar połączenia materiału wypełnienia z tkanką twardą zęba na mikroskopie skaningowym. Na każdej próbce stwierdzono obecność szczeliny brzeżnej wynoszącej od kilku do kilkunastu  $\mu\text{m}$ .*

[Inżynieria Biomateriałów, 69-72, (2007), 87-89]

## Wprowadzenie

W rekonstrukcji ubytków uzębienia stosuje się szereg materiałów metalowych i niemetaliowych, których zadaniem jest zapewnienie trwałego połączenia materiału odtwórczego z pierwotną strukturą zęba. W grupie materiałów metalowych, do wypełnień w zębach bocznych nadal stosuje się amalgamat, chociaż w dużej mierze wypierany jest on przez coraz nowsze generacje materiałów ceramiczno-polimero-owych [1]. Chociaż materiały kompozytowe odznaczają się lepszą estetyką, to jednak stosowanie ich w zastępstwie amalgamatów jest ograniczone ze względu na wysoki koszt takich wypełnień oraz mniejszą trwałość [2].

W celu zapewnienia trwałego połączenia materiału wypełnienia z twardymi tkankami zęba, materiał odtwórczy powinien charakteryzować się dobrą adhezją, a kliniczne miejsce przejścia wypełnienia w szkliwo powinno być gładkie z zachowaną w pełni ciągłością [3,4]. Zdarza się, że połączenie to ulega uszkodzeniu i dochodzi wówczas do powstania szczelin brzeżnych [4]. Wówczas w mikroszczelinach może dochodzić do szeregu powikłań: powstania próchnicy wtórnej, nadwrażliwości, zapalenia miążgi a w efekcie końcowym do przedwczesnego uszkodzenia wypełnienia lub struktury pierwotnej zęba [3,4].

Duży wpływ na szczelność połączenia tkanki zęba z materiałem kompozytowym ma m. in. skurcz polimeryzacyjny, współczynnik rozszerzalności cieplnej, mikropęknięcia w obrębie szkliwa, rodzaj systemów łączących oraz sposób przygotowania miejsca pod wypełnienie [3-5].

W artykule podjęto próbę oceny nieszczelności brzeżnej wypełnień z amalgamatu srebra oraz kompozytu światłoutwardzalnego metodą „in vitro”. Przedmiotem badań była mikrostruktura połączenia materiałów odtwórczych z tkanką zęba.

# MICROSCOPIC EVALUATION OF THE MARGINAL ADHESION OF THE FILLINGS IN PERMANENT TEETH

MARIUSZ WALCZAK<sup>1\*</sup>, AGATA NIEWCZAS<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> INSTITUTE OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS OF INFORMATION, LUBLIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

<sup>2</sup> CHAIR AND DEPARTMENT OF PROTECTIVE DENTISTRY, UNIVERSITY SCHOOL OF MEDICINE IN LUBLIN

\*E-MAIL: M.WALCZAK@POLLUB.PL,

## Abstract

*The presented work deals with the study of the marginal tightness of the amalgam and light-setting composite fillings in laboratory conditions (in vitro). Human molars and premolars extracted due to orthodontic reasons were used in the study. In those teeth the class I cavities according to Black's classification were prepared. The tooth specimens with fillings were submitted to the programmed cycles of mechanical loads in the specially designed investigation station simulating the physiological trajectory of the mandible. The next stage constituted the scanning microscopic evaluation of the area of the bond between the filling material and hard tissue. The presence of an edge fissure of the size from a few to a dozen or so  $\mu\text{m}$  was observed in each specimen.*

[Engineering of Biomaterials, 69-72, (2007), 87-89]

## Introduction

Numerous metal and non-metal materials are used in tooth reconstruction. Their aim is to provide and ensure the durable bond between the reconstructing material and the primary tooth structure. As far as the group of metal materials is concerned, amalgam is still being used in the marginal fillings however, it is being replaced with new generations of ceramic and polymer materials [1]. Although composite materials are characterized by better esthetics, their use instead of amalgam is limited due to high cost and lesser durability [2].

In order to ensure a durable bond between a filling and hard tissue, the material should be characterized by good adhesion and clinical area of the passage of a filling into the enamel must be smooth and must constitute the full continuity [3,4]. It may occur that such a bond undergoes some damage resulting in the arising of edge fissures [4]. In such a case, numerous complications may occur such as secondary caries, oversensitivity, pulpitis and finally, it may lead to the damage of a filling or the primary tooth structure. [3,4].

A considerable influence on the bond of tooth tissue and composite material is exerted by polymerization spasm, coefficient of thermal expansion, microcracks in the area of the enamel, a type of bonding system and the way the cavity to be filled was prepared [3-5].

In this article the attempt was made to evaluate the marginal untightness of silver amalgam fillings and light-setting composite fillings by means of 'in vitro' method. The subject of the investigation was the microstructure of the bond between reconstructing materials and tooth tissue.

Do badań wykorzystano zęby ludzkie trzonowe i przedtrzonowe usunięte ze względów ortodontycznych i chirurgicznych. W zębach przeznaczonych do badań wy-preparowano ubytki klasy I wg. Blacka o głębokości trzech milimetrów umożliwiającej kontakt ze szkliwem i zębiną. W ubytkach założono wypełnienia z materiału kompozytowego i amalgamatu srebra zgodnie ze wskazaniami producenta. W przypadku wypełnień z kompozytu, szkliwo i zębinę wytrawiano 37% kwasem ortofosforowym. Następnie na wszystkie ściany ubytku oraz dno aplikowano system wiążący. Materiał kompozytowy zakładano do ubytku warstwami o grubości ok. 2mm każda i naświetlano lampą halogenową przez 40sek.

Następnie próbki zębów poddano obciążeniom mechanicznym na specjalnie opracowanym komputerowo sterowanym stanowisku badawczym symulującym cykl żucia. Zaprogramowany na symulatorze tor ruchu próbek symulował fizjologiczny tor ruchu żuchwy wg Batesa [6,7], a obciążenie 400N zadawane było poprzez siłownik pneumatyczny. Całkowity test obciążeń mechanicznych każdego z badanych zębów obejmował 100000 cykli. Po wykonaniu testu próbki przecinano wzdłuż dłuższej osi zęba. Do badań powierzchni próbek zębów wykorzystano mikroskop skaningowy LEO 1430VP z EDX – Roentec. Oceniano obszar połączenia materiału wypełnienia z tkanką twardą zęba.

## Wyniki badań i dyskusja

Analiza SEM wykazała obecność mikropęknięć zarówno od strony szkliwa jak i od strony wypełnienia, zarówno w przypadku amalgamatu jak i kompozytu (RYS.1). Prawdopodobnie pojawienie się szczeliny brzeżnej w próbkach zębów z wypełnieniem kompozytowym jest wynikiem skurczu polimeryzacyjnego, natomiast zwiększenie jej wymiarów wynika z obciążeń mechanicznych na symulatorze żucia. Natomiast obserwacje pod mikroskopem skaningowym wykazały, że wielkość szczeliny wynosi ok.  $1\div 5\mu\text{m}$  – dla kompozytu, a dla amalgamatu ok.  $8\div 19\mu\text{m}$ . Według badań autorów [3] już po czteroletnim okresie użytkowania wypełnień kompozytowych wielkość szczeliny na powierzchni zęba wynosi ok.  $20\div 80\mu\text{m}$ . W codziennej praktyce zdarza się, że szerokość szczeliny jest tak mała, że podczas badania lekarz nie stwierdza żadnych nieprawidłowości, a jedynie gładkie przejście pomiędzy szkliwem i wypełnieniem [5]. Według Gajdzik-Pluteckiej [4] podczas badania klinicznego za pomocą zgłębnika stomatolog może stwierdzić obecność szczeliny brzeżnej jeśli jej szerokość jest większa niż  $50\mu\text{m}$ .

W przypadku zębów z amalgamatem, wypełnienie nie wiąże się ze strukturą pierwotną zęba, a jest utrzymywane poprzez podcięcia retencyjne oraz dzięki chropowatej powierzchni ubytku [2]. Sytuacja taka sprzyja powstawaniu szczeliny brzeżnej i występowaniu ognisk korozji (RYS.1a).

Wzdłuż szczelin z wypełnieniami kompozytowymi zaobserwowano rozchodzące się prostopadle do nich mikropęknięcia (RYS.1d) zarówno od strony szkliwa jak i kompozytu. Mikropęknięcia te formują się w miejscach o dość ostrym kącie rozwarcia. Wówczas dochodzi do zjawiska oddziaływania mikrokarbów [3]. Mikropęknięcia rozprzestrzeniają się w głąb materiału łącząc się ze sobą. W wyniku takiej sytuacji dochodzi do wykruszenia materiału odtwórczego i uszkodzenia struktury pierwotnej zęba.

## Material and method

Human molars and premolars extracted due to surgical and orthodontic reasons were used in the study. In the teeth designed for the investigation the class I cavities according to Black's classification were prepared, each 3mm deep to ensure the contact with the enamel and dentine. The cavities were filled with composite material and silver amalgam according to manufacture's guidelines. In the case of the composite filling, the enamel and dentine were etched with 37% orthophosphoric acid. Next, the dental bonding system was applied to all walls and the bottom of the cavity. The composite material was applied in the layers, each of them about 2 mm thick, and was exposed to halogen lamp radiation for 40 seconds.

The specimens prepared in this way were next submitted to mechanical loads at the specially designed investigation station simulating the cycle of mastication. The programmed trajectory of the motion of the specimens was simulating the physiological trajectory of the mandible according to Bates [6,7], and the loading of 400N was set by the pneumatic motor operator. The complete test of mechanical loads of each of the investigated teeth consisted of 100.000 cycles. After the test the specimens were cut along the long tooth axis. LEO 1430VP with EDX – Roentec scanning microscope was used to examine the area of the bond between the filling and hard tissue of the tooth.

## Results and discussion

SEM analysis revealed the presence of microcracks both on the side of the enamel and that of the filling, in the case of both amalgam and composite material (FIG.1). The arising of the edge fissure is probably the result of polymerization spasm and the increase in its size results from mechanical loads on the simulator of mastication. Scanning microscopic analysis revealed that the size of the fissure for composite amounts to about  $1\div 5\mu\text{m}$  and for amalgam it is  $8\div 19\mu\text{m}$ . According to the authors' investigation, the size of the fissure on the tooth surface amounts to  $20\div 80\mu\text{m}$  only after 4 years' use. In everyday practice it may happen that the width of fissure is so small that a dentist is not able to diagnose any abnormalities except for a smooth passage between the enamel and a filling. As Gajdzik – Plutecka [4] indicates in her study, a dentist is able to diagnose the presence of an edge fissure during the clinical examination with a dental probe only if its size is bigger than  $50\mu\text{m}$ .

In the case of the teeth with amalgam, a filling is not connected with the primary tooth structure and it is sustained by the retentive undercut as well as thanks to the rough surface of a cavity [2]. Such a situation encourages the creation of edge fissures and the outcome of corrosion pits (FIG.1a).

Along the fissures with composite fillings, the scattering microcracks perpendicular to them can be observed both on the side of the enamel and composite. The microcracks form in the areas with a considerably sharp obtuse angle. This results in the situation when micro-notches start to interact [3]. Microcracks spread deep into the material and join one with another resulting in crumbling of the filling material and damage of the primary tooth structure.

## Podsumowanie i wnioski

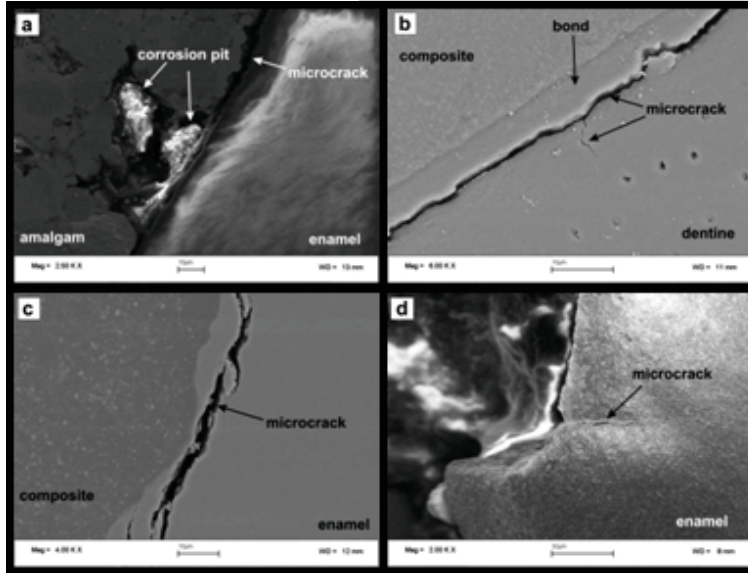
Na podstawie analizy literaturowej oraz własnych obserwacji stwierdzono, że szczelina brzeżna powstaje już w chwili założenia wypełnienia. Wpływ na szczelność połączenia pierwotnej tkanki zęba z materiałem odtworczym obok obciążenia mechanicznego w dużej mierze ma morfologia materiału wypełnienia oraz sposób jego aplikacji. Zmierzona wielkość szczeliny brzeżnej po testach 100000 cykli żucia przeprowadzonych na symulatorze wynosi ok.  $1\div 5\mu\text{m}$  – dla kompozytu i ok.  $8\div 19\mu\text{m}$  dla amalgamatu. W opinii autorów brak jest jeszcze odpowiedniego materiału do odbudowy zębów, który łączyłby zadawalające właściwości estetyczne z wysoką wytrzymałością użytkową.

## Podziękowania

Praca naukowa finansowana ze środków Komitetu Badań Naukowych jako projekt badawczy 3T11E04029.

## Piśmiennictwo

- [1] Bojar W., Kobylecki W., Józwiak S., Komorek Z.: Materiały do wypełnienia ubytków w zębach bocznych. Porównanie wytrzymałości na ściskanie w badaniach statycznych i dynamicznych. *Nowa Stomatologia* 2, 2001.
- [2] Craig R.G., Powers J.M., Wataha J.C.: Materiały stomatologiczne. Wyd. I polskie pod red. Limanowskiej-Shaw H., Wyd. Urban & Partner, Wrocław, 2000.
- [3] Walczak M., Niewczas A., Hunicz J.: Propagacja szczeliny brzeżnej w kompozytach stomatologicznych – próba laboratoryjnej symulacji cyklu żucia. *Przegląd Mechaniczny suplement* 2, 2007, 149-151.
- [4] Gajdzik-Plutecka D.: Kliniczna ocena przylegania brzeżnego wypełnień kompozytowych założonych do ubytków w zębach tylnych. *Nowa Stomatologia* 4, 2002.



**RYS.1.** Zdjęcia SEM próbek zębów po testach na symulatorze żucia: (a) z wypełnieniem amalgamatowym, (b) i (c) z wypełnieniem kompozytowym (d) mikropęknięcie prostopadłe do szczeliny brzeżnej.

**FIG.1.** SEM images of tooth specimens after the tests performed at the simulator of mastication: (a) dental amalgam filling, (b) and (c) composite filling, (d) microcrack perpendicular to the edge fissure.

## Conclusion

On the basis of the analysis of the suitable literature as well as own observations, it was stated that the edge fissure in fact forms at the very moment of filling application. Apart from mechanical load, the morphology of a filling material and the way it is applied considerably affect the tightness of the bond between the primary tooth tissue and a dental filling material. The measured size of the edge fissure after the tests of 100000 cycles of mastication performed at the simulator amounts to about  $1\div 5\mu\text{m}$  for composite and  $8\div 19\mu\text{m}$  for amalgam. In the authors' opinion there is an evident lack of the material that would be suitable for the reconstruction

of teeth, at the same time connecting satisfactory esthetic properties with high use durability.

## Acknowledgement

The work was financed by State Committee for Scientific Research (grant No. 3T11E04029).

## References

- [5] Niewczas A.: Badania wybranych materiałów stomatologicznych do wypełnień stałych w aspekcie szczelności brzeżnej metodą „in vitro”. Praca doktorska. Akademia Medyczna w Lublinie, Lublin, 2002.
- [6] Grosfeldowa O.: Fizjologia narządu żucia; PZWL: Warszawa, 1981, pp. 145-159.
- [7] Pihut M.: Czynniki wpływające na siły zgryzowe generowane w układzie stomatognatycznym. *Poradnik Stomatologiczny*, Nr 9, 2003, s. 20.