

## IX. STRESZCZENIE

### Wstęp:

Zgodnie z definicją WHO próchnica jest lokalnym procesem patologicznym o pochodzeniu zewnątrzustrojowym. Jej rozwój prowadzi do odwapnienia i rozpadu twardych tkanek zęba co w efekcie skutkuje wytworzeniem ubytku. Z uwagi na wieloczynnikową etiologię jej powstania, chorobę tę należy traktować jako przewlekłą nieinfekcyjną. Nie jest możliwa całkowita eliminacja próchnicy z powodu braku możliwości wyszczególnienia jednego patogenu, czynnika sprawczego, który ją wywołuje. Stosując środki prewencyjne takie jak m.in.: obniżenie spożycia cukru, dbałość o higienę oraz kontrolę biofilmu jamy ustnej poprzez podaż związków fluoru i suplementację ksylitolu można się przed nią uchronić i skutecznie zapobiegać jej postępowi.[2, 3]

Próchnica głęboka i jej powikłania stanowią wyzwanie terapeutyczne dla lekarzy dentystów. Według badań epidemiologicznych przeprowadzonych w ramach rządowego projektu Monitorowania Stanu Zdrowia Jamy Ustnej Populacji Polskiej w latach 2016-2020 częstość występowania próchnicy dla dzieci 3-letnich wynosiła 41,1%, a dla młodzieży 18-letniej osiągnęła poziom - 90,1%.[6] Według zasad stomatologii minimalnie inwazyjnej należy dążyć do ochrony twardych tkanek zęba przed nadmierną preparacją. Działania takie umożliwiają nieustanny rozwój materiałoznawstwa prowadzący do powstania materiałów o coraz lepszych parametrach remineralizujących. Do tej grupy można zaliczyć szkło-jonomery oraz bioaktywne szkła, które poprzez swoje właściwości pozwalają na wytworzenie procesów regeneracyjnych w obrębie zęba.

Dostępne w piśmiennictwie badania laboratoryjne nad wytrzymałością połączenia materiałów względem tkanek zęba, stopniem uwalniania jonów lub nasileniem reakcji egzotermicznej podczas polimeryzacji należy zawsze odnosić do sytuacji klinicznej. Porównanie wyników badań otrzymanych w warunkach *in vitro* oraz *in vivo* stanowi najszersze źródło wiedzy.

### Cel pracy:

Celem przeprowadzonych badań była:

1. Analiza zdolności remineralizacyjnych oraz jakości wypełnień po zastosowaniu materiału szkło-jonomerowego - Equia Forte i bioaktywnego szkła preparatu – Sylc w głębokich ubytkach próchnicowych niedojrzałych zębów stałych - badania kliniczne.

2. Ocena w badaniach laboratoryjnych wytrzymałości połączenia próbek materiału Equia Forte z powierzchnią zębiny i szkliwa zębów stałych z niezakończonym rozwojem oraz zębów mlecznych w zależności od:
  - wpływu wypiaszkowania ubytku przed założeniem wypełnienia
  - wpływu starzenia termicznego na jakość połączenia wypełnienia z tkankami zęba
3. Ocena w badaniach doświadczalnych zmiany temperatury tkanek zęba podczas polimeryzacji materiału Equia Forte.

### **Material i metody:**

**Badania kliniczne** przeprowadzono na zębach stałych niedojrzałych z podziałem na 3 grupy badane:

- grupa badana 1.a Ubytki klasy I wypełnione materiałem Equia Forte – 48 zębów;
- grupa badana 1.b Ubytki klasy II wypełnione materiałem Equia Forte – 13 zębów;
- grupa badana 2. Ubytki klasy I wypełnione materiałem Equia Forte po wcześniejszym wypiaszkowaniu preparatem Sylc - 26 zębów.

Przeprowadzona analiza badała skuteczność kliniczną leczenia głębokich ubytków z zastosowaniem materiału szkło-jonomerowego Equia Forte, którego jakość oceniano po upływie 6., 12., 18. i 24. miesięcy. Zastosowano kryteria oceny wypełnień wg skali Ryge'a: wypełnienia idealne, wypełnienia wymagające korekty, wypełnienia noszące ślady uszkodzeń, wypełnienia akceptowalne i nieakceptowalne klinicznie.

**Badania laboratoryjne nad wytrzymałością połączenia** szkło-jonomeru Equia Forte ze szkliwem i zębiną analizowano z podziałem na grupy:

- zębów mlecznych i stałych niedojrzałych;
- piaskowania dna ubytku bioaktywnym szkłem lub braku piaskowania;
- wpływu starzenia termicznego w postaci poddania próbek działaniu 500 termocykli lub braku zastosowania termocyklera.

Łączna liczba przebadanych próbek wyniosła 237. 105 z nich stanowiły zęby mleczne, a 132 zęby stałe niedojrzałe.

**Badania laboratoryjne nad zmianą temperatury** podczas polimeryzacji szkło-jonomeru Equia Forte analizowano w 4 punktach pomiarowych, które stanowiły:

- szczyt najwyższego guzka zęba
- dno wypełnienia (dno ubytku)

- bifurkacja korzeni
- wierzchołek najdłuższego korzenia

Grupę kontrolną stanowiło 15 zębów bez wypełnienia z wypreparowanymi głębokimi ubytkami, które były naświetlane lampą polimeryzacyjną. Natomiast grupę badaną tworzyły te same zęby po wypełnieniu ich materiałem Equia Forte.

### **Wyniki:**

**W badaniach klinicznych,** wśród wszystkich badanych zębów, po dwóch latach obserwacji w jednym przypadku grupy badanej 1.b zdiagnozowano martwicę miazgi. Badanym parametrem według skali Ryge'a, który ulegał największemu pogorszeniu po 24. miesiącach, była struktura powierzchni wypełnień. Średnia wartość dla tej cechy zgodnie z przyjętymi kryteriami oceny wynosiła po 2 latach dla grupy: 1.a - 0,71, 1.b – 1,5 oraz 2 – 0,9. Po 18. miesiącach obserwacji, akceptowalne klinicznie pozostawało zarówno 94,44% wypełnień Equia Forte KL I ubytków jak i Equia Forte KL I ubytków + Sylc. Natomiast, w grupie badanej Equia Forte KL II ubytków odsetek ten był niższy i wyniósł 57,14%. Po 24. miesiącach wśród wszystkich skontrolowanych uzupełnień Equia Forte stan idealny zachowało 25% z grupy 1.a. w pozostałych badanych przypadkach wypełnienia nosiły oznaki uszkodzeń o różnym stopniu nasilenia.

Analiza zależności struktury powierzchni wypełnienia: od poziomu wskaźnika higieny jamy ustnej (OHI), wartości (P+p) wskaźnika intensywności próchnicy, oraz częstości spożywania słodkich napojów gazowanych wykazała proporcjonalną istotność statystyczną dla:

- struktury powierzchni i wskaźnika OHI

Istotne statystycznie zależności obserwowane były po upływie 6. i 12. miesięcy.

Analiza zależności przylegania brzeżnego wypełnienia: od klasy ubytku, zastosowania procedury piaskowania preparatem Sylc, wartości (P+p) wskaźnika intensywności próchnicy oraz stanu higieny jamy ustnej (OHI) wykazała proporcjonalną istotność statystyczną po upływie 6. miesięcy dla:

- przylegania brzeżnego i składowej P + p
- przylegania brzeżnego i wskaźnika OHI

Natomiast, po upływie 12. miesięcy obserwowano proporcjonalną istotność statystyczną dla:

- przylegania brzeżnego i klasy ubytku
- przylegania brzeżnego i wskaźnika OHI

Analiza zależności zachowania retencji wypełnienia: od klasy ubytku wykazała proporcjonalną, istotną statystycznie zależność dla:

- retencji wypełnienia i klasy ubytku

Istotną statystycznie zależność obserwowano po upływie 6. miesięcy od założenia wypełnienia.

**Badania laboratoryjne wytrzymałościowe** wykazały, iż średnie naprężenie potrzebne do przerwania połączenia materiału Equia Forte ze szkliwem zęba stałego niedojrzałego wynosiło  $7,56 \pm 2,63$  MPa, a zębina  $6,74 \pm 1,60$  MPa. Dla zębów mlecznych wartości kształtowały się odpowiednio:  $6,29 \pm 2,06$  MPa i  $5,95 \pm 2,88$  MPa. Wykazano, iż procedura piaskowania powierzchni zębiny zębów stałych niedojrzałych **istotnie statystycznie** osłabiła wytrzymałość połączenia wypełnienia Equia Forte z tą tkanką, w środowisku stworzonym przez termocykler  $P_{2-str. bootstrap} < 0,004$  ( $4,35 \pm 1,91$  MPa). Również w zębach mlecznych, procedura piaskowania powierzchni zębiny zęba mlecznego **istotnie statystycznie** osłabiła wytrzymałość połączenia wypełnienia Equia Forte z tą tkanką, w środowisku stworzonym przez termocykler  $P_{2-str. bootstrap} < < 0,0001$  ( $4,00 \pm 1,46$  MPa).

**Badania laboratoryjne nad zmianą temperatury** wykazały, iż średnia różnica temperatury w poszczególnych punktach pomiarowych podczas polimeryzacji szkło-jonomeru Equia Forte, po 30 sekundach naświetlania wypełnień lampą polimeryzacyjną była zmienna. Uzyskane wartości wyniosły:  $+3,29^{\circ}\text{C}$  na szczycie najwyższego guzka zęba,  $+1,2^{\circ}\text{C}$  na dnie ubytku  $-0,15^{\circ}\text{C}$  w bifurkacji korzeni,  $-1,24^{\circ}\text{C}$  na wierzchołku najdłuższego korzenia.

### **Wnioski:**

1. Materiał szkło-jonomerowy Equia Forte posiada zdolność remineralizacji zębiny w stopniu pozwalającym traktować go jako wypełnienie z wyboru w leczeniu próchnicy głębokiej w zębach dziecięcych.
2. Badania kliniczne i doświadczalne potwierdziły, że materiał szkło-jonomerowy Equia Forte może stanowić wypełnienie ostateczne w ubytkach klasy I według Black'a, w uzębieniu stałym niedojrzałym.
3. Badania doświadczalne wskazują, iż proces polimeryzacji materiału szkło-jonomerowego Equia Forte w głębokim ubytku próchnicowym nie przyczynia się do wzrostu temperatury w zakresie szkodliwym dla miazgi zęba.

## SUMMARY

### Introduction:

According to the WHO definition, caries is a local pathological process of extraoral origin. It leads to decalcification and decay of hard dental tissues, which in consequence results in the formation of a cavity. Due to the multifactorial aetiology, this disease should be treated as a chronic non-infectious disease. Caries cannot be entirely eliminated because it is impossible to specify a single pathogen that causes the disease. However, by taking preventive measures such as reducing sugar intake, maintaining good hygiene and controlling oral biofilm through supply of fluoride compounds and xylitol supplementation, one can protect against caries and effectively prevent its progression. [2,3]

Deep caries and its complications are a therapeutic challenge for dentists. According to epidemiological data carried out within the framework of a government project, called “Monitoring the Oral Health Status of the Polish Population in 2016-2020”, the caries frequency for 3-year-old children was 41.1%, and for 18-year-olds, it was as high as 90,1%. According to principles of minimally invasive dentistry, we should prevent hard tissues of the tooth from excessive preparation. It is possible due to continuous development of material science and designing materials which are characterised with increasingly better remineralisation parameters. Such materials include glass ionomers and bioactive glasses, which, due to their properties, facilitate regenerative processes going on in a tooth.

Laboratory tests, available in professional literature, and concerning the relationship between the bond strength of materials and tooth tissue, the degree of ion release or intensity of the exothermic reaction during the polymerisation process should always be referred to clinical settings. Comparison of results obtained under *in vitro* and *in vivo* conditions is the most reliable source of knowledge.

### Aim:

The aim of the conducted study was:

1. Analysis of the remineralisation ability and quality of fillings after application of glass-ionomer material - Equia Forte and bioactive glass preparation - Sylc in deep carious cavities of immature permanent teeth - clinical studies.
2. Laboratory evaluation of the shear bond strength between Equia Forte samples and dentine and enamel surfaces of immature permanent teeth and deciduous teeth depending on

- the effect of sandblasting the cavity prior to placing a filling
  - the effect of thermal ageing on the quality of the bond between the filling and tooth tissue
3. Evaluation in experimental studies of a temperature change of tooth tissues during the polymerisation process of Equia Forte material.

### **Material and methods:**

**Clinical studies** were carried out on immature permanent teeth in 3 study groups:

- Study Group **1.a** Class I cavities filled with Equia Forte - 48 teeth
- Study Group **1.b** Class II cavities filled with Equia Forte - 13 teeth
- Study Group **2.** Class I cavities filled with Equia Forte after prior sandblasting with Sylec - 26 teeth.

The analysis investigated clinical efficacy of treating deep cavities with Equia Forte glass ionomer material, the quality of which was evaluated after 6, 12, 18 and 24 months. The following criteria were used to evaluate the fillings according to the Ryge Scale: ideal fillings, fillings requiring correction, fillings with traces of damage, clinically acceptable and clinically unacceptable fillings.

**Laboratory studies on the shear bond strength** between Equia Forte glass-ionomer and enamel and dentine were analysed by groups of:

- deciduous and immature permanent teeth
- sandblasting the cavity floor with bioactive glass or teeth not subjected to sandblasting
- effect of thermal ageing by subjecting the samples to 500 thermocycles or not using a thermocycler

The total number of examined samples was 237. Of this number, 105 were deciduous teeth and 132 were immature permanent teeth.

**Laboratory studies on a temperature change** during the polymerization process of Equia Forte glass-ionomer were analysed at 4 measurement points, which were:

- the top of the highest dental cusp
- the bottom of the fillings (cavity bottom)
- root bifurcation
- the apex of the longest root

The control group consisted of 15 unfilled teeth with prepared deep cavities which were exposed to a polymerisation lamp. The same teeth after filling with Equia Forte were included in the study group.

### Results:

**In the clinical study**, pulp necrosis was diagnosed in one case from Study Group 1.b among all the examined teeth after two years of the follow-up. The Ryge Scale parameter which deteriorated most after 24 months was the structure of the filling surface. After two years, the mean value for this feature according to the adopted evaluation criteria was the following for particular groups: 1.a - 0.71, 1.b - 1.5 and 2 - 0.9. After 18 months of observation, both 94.44% of Equia Forte Class I cavity fillings and Equia Forte Class I cavity + Sylc fillings stayed clinically acceptable. However, in Equia Forte Class II cavity group, this percentage was lower, i.e. 57.14%. After 24 months, 25% of the tested Equia Forte fillings were in ideal condition. In the other cases, the fillings showed traces of damage of varying degrees of severity.

An analysis of the relationship between the surface structure of the filling and: the value of the Oral Hygiene Index (OHI), the values (D+d) of the Decayed, Missing and Filled Teeth (DMFT) Index and frequency of consumption of sweet carbonated beverages revealed a proportional statistical significance for

- surface structure and OHI

Statistically significant relationships were observed in 6 and 12 months.

An analysis of the relationships between marginal adhesion of the filling and: the cavity class, sandblasting with Sylc, the values (D+d) of the Decayed, Missing and Filled Teeth (DMFT) Index, and the Oral Hygiene Index (OHI) revealed a proportional statistical significance after 6 months for:

- marginal adhesion and the D + d value
- marginal adhesion and OHI

On the other hand, a proportional statistical significance was observed after 12 months for:

- marginal adhesion and cavity class
- marginal adhesion and OHI

An analysis of the relationship between filling retention and: the cavity class revealed a proportional, statistically significant relationship for:

- filling retention and cavity class

A statistically significant relationship was observed 6 months following the filling placement.

**The laboratory shear bond strength tests** showed that the mean stress needed to break the bond between Equia Forte and the enamel of an immature permanent teeth was  $7.56 + 2.63$  MPa and the dentine  $6.74 + 1.60$  MPa. For deciduous teeth, the values were:  $6.29 + 2.06$  MPa and  $5.95 + 2.88$  MPa, respectively. It was shown that the sandblasting procedure on the dentin surface of immature permanent teeth statistically significantly weakened the bond strength between the Equia Forte filling and this tissue, in the environment created by the thermocycler  $P_2$ -bilateral bootstrap test  $<0.004$  ( $4.35 + 1.91$  MPa). Also in deciduous teeth, the sandblasting procedure on the dentin surface of the deciduous tooth statistically significantly weakened the bond strength between the Equia Forte filling and this tissue, in the environment created by the thermocycler  $P_2$ - bilateral bootstrap test  $<<0.0001$  ( $4.00 + 1.46$  MPa).

**Laboratory studies on a temperature change** showed that the average temperature difference at the individual measuring points during the polymerisation procedure of Equia Forte glass-ionomer, after 30 seconds of exposure of the fillings to a polymerisation lamp, was variable. The obtained values were:  $+3.29^{\circ}\text{C}$  at the top of the highest dental cusp,  $+1.2^{\circ}\text{C}$  at the bottom of the cavity,  $-0.15^{\circ}\text{C}$  at the root bifurcation,  $-1.24^{\circ}\text{C}$  at the apex of the longest root.

### Conclusions:

1. Equia Forte glass ionomer material has the ability to remineralize dentin to the extent allowing it to be considered as a filling of choice in treatment of deep caries in paediatric teeth.
2. Clinical and experimental studies confirmed that Equia Forte glass ionomer material can be used as a final filling in Class I cavities according to Black, in immature permanent dentition.
3. The experimental studies show that the polymerisation process of Equia Forte glass ionomer material in deep cavities does not increase temperature which could be harmful to the dental pulp.