

# Demineralizacja szkliwa u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi – wstępna ocena skuteczności leczenia metodą infiltracji żywicą

# *Enamel demineralization in patients treated with fixed orthodontic appliances – pre-evaluation of the effectiveness of resin infiltration treatment*

Agnieszka Kraus<sup>1</sup> **ABDEF**  
 Katarzyna Becker<sup>2</sup> **ABDE**  
 Mariusz Świerk<sup>3</sup> **EF**

**Wkład autorów:** **A** Plan badań **B** Zbieranie danych **C** Analiza statystyczna **D** Interpretacja danych  
**E** Redagowanie pracy **F** Wyszukiwanie piśmiennictwa

**Authors' Contribution:** **A** Study design **B** Data Collection **C** Statistical Analysis **D** Data Interpretation  
**E** Manuscript Preparation **F** Literature Search

<sup>1,2,3</sup> Prywatna praktyka  
*Private Practice*

## Streszczenie

**Cel.** Białe plamy próchnicowe na gładkich powierzchniach zębów stanowią częste powikłanie u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi. Celem pracy była wstępna ocena skuteczności ich leczenia techniką infiltracji żywicą. **Materiał.** Materiał stanowiło 6 pacjentów, w wieku 12–24 lat, leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi, u których stwierdzono białe plamy próchnicowe na gładkich powierzchniach zębów. Do badania zakwalifikowano łącznie 40 zębów. **Metoda.** Stopień demineralizacji zmierzono DiagnoDentem, a uzyskane wyniki odniesiono do skali Hibsta. Następnie odwapnione szkliwo leczono techniką infiltracji żywicy (Icon DMG). Oceniono efekt estetyczny, porównując fotografie sprzed

## Abstract

**Aim.** White spot lesions (WSL) on smooth surfaces of the teeth are a frequent complication occurring in patients treated with fixed orthodontic appliances. The purpose of this study was to pre-evaluate the efficacy of treatment using the resin infiltration technique. **Material.** Six patients treated with fixed orthodontic appliances, ages 12 – 24, diagnosed with WSL on smooth enamel surfaces of the teeth. The study comprised a total of 40 teeth. **Method.** The degree of demineralization was measured with a DiagnoDent pen. The Hibst and Paulus scale was used to evaluate the results. Demineralized enamel was treated with resin infiltration technique (Icon, DMG). The aesthetic effect was evaluated by comparing the pre-treatment photographs with those

<sup>1</sup> lek. dent. / DDS

<sup>2</sup> dr n. med. specjalista ortodonta / DDS PhD, specialist in orthodontics

<sup>3</sup> lek. dent. / DDS

Dane do korespondencji/*Correspondence address:*

Poliklinika Stomatologiczna „Pod Szyndzielnią”

Al. Armii Krajowej 193

43-300 Bielsko-Biała

E-mail: a.kraus@polmedico.com, k.becker@polmedico.com

*Enamel demineralization in patients treated with fixed orthodontic appliances...*

leczenia z fotografiami wykonanymi po zastosowaniu preparatu Icon oraz w badaniu kontrolnym. To badanie przeprowadzono po 6 miesiącach, oceniając stabilność efektu estetycznego i leczniczego. Zbadano także poziom zadowolenia pacjenta. **Wyniki.** Z uzyskanego efektu estetycznego było zadowolonych 100% pacjentów, choć na 23 zębach nie udało się przywrócić naturalnego koloru na całym obszarze zajętym demineralizacją. Dotyczyło to miejsc, gdzie wskazania DiagnoDentu oscylowały przy wartościach granicznych dla leczenia inwazyjnego. W badaniach kontrolnych stwierdzono stabilność efektu estetycznego oraz brak nawrotu plam próchnicowych w miejscach poddanych leczeniu. **Wnioski.** Metoda infiltracji żywicą może być skuteczna w leczenia powikłań ortodontycznych w postaci białych plam próchnicowych. Efekt jest natychmiastowy i niezależny od zaangażowania pacjenta, choć może zależeć od wyjściowego stopnia demineralizacji. (**Kraus A, Becker K, Świerk M. Demineralizacja szkliwa u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi – wstępna ocena skuteczności leczenia metodą infiltracji żywicą. Forum Ortod 2014; 10: 246-54).**

Nadesłano 17.06.2014

Przyjęto do druku 26.11.2014

**Słowa kluczowe:** białe plamy próchnicowe, infiltracja żywicą, ICON

## Wstęp

Białe plamy próchnicowe (z ang. white spot lesions, WSL) to odwapnienia szkliwa występujące wokół zamków ortodontycznych i w okolicy przydziąsłowej. Są one zaliczane do powikłań leczenia ortodontycznego. Nieleczone mogą zwiększać swoje rozmiary i głębokość, a w konsekwencji – prowadzić do ubytków próchnicowych oraz stanowić problem estetyczny.

## Etiologia

Rozwój plam próchnicowych może przebiegać bardzo szybko – już w ciągu 4 tygodni może rozwinać się widoczna biała demineralizacja, co jest średnim okresem pomiędzy wizytami ortodontycznymi (1). Elementy aparatu (zamki, łuki, ligatury) zwiększą liczbę miejsc retencyjnych dla płytka bakteryjnej, utrudniają prawidłowe zabiegi higienizacyjne, równocześnie zmniejszając możliwości oczyszczającej i buforującej śliny poprzez zaburzanie jej przepływu (2). To powoduje powstanie odwapnień w miejscach, które w normalnych warunkach są mało narażone na rozwój próchnicy. Te pierwotne demineralizacje szkliwa mogą inicjować kolejne etapy rozwoju próchnicy (3). Badania potwierdzają zwiększone ryzyko powstania odwapnień na powierzchniach wargowych zębów u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi (4). Dokładniejsza

taken after Icon application. A follow-up study was conducted after 6 months and the stability of the aesthetic and therapeutic effect was assessed. The patient's satisfaction level was examined. **Results.** 100 percent of patients were satisfied with the aesthetic result, even though on 23 teeth (57.5 percent of cases) their natural color was not restored over the entire tooth demineralization area. The demineralized areas have shrunk considerably; however, lines or dots of a whitish, lighter shade remained. These whitish discolorations were found in the areas where DiagnoDent readings oscillated close to the border limits for invasive treatment. A follow-up confirmed the stability of the aesthetic effect and the absence of any WSL recurrence in the areas that underwent treatment. **Conclusions.** Resin infiltration may be effective in the treatment of orthodontic complications in the form of white spot lesions. The effect is immediate and independent of the patient's cooperation even though it may depend from the initial demineralization degree. It seems that the method may effectively bridge the gap between re-mineralization and micro invasive caries treatment, although it may depend on the initial level of demineralization. (**Kraus A, Becker K, Świerk M. Enamel demineralization in patients treated with fixed orthodontic appliances – pre-evaluation of the effectiveness of resin infiltration treatment. Orthod Forum 2014; 10:246-54).**

Received 17.06.2014

Accepted 26.11.2014

**Key words:** White spot lesions, resin infiltration, ICON

## Introduction

White spot lesions (WSL), defined as enamel decalcification occurring in the vicinity of orthodontic brackets and the gingival margin, are considered as orthodontic treatment complications. If left untreated, they may grow in size and depth, leading to caries cavities and constitute an aesthetic problems.

## Etiology

WSL expansion may progress very fast; in just four weeks which is an average period between successive orthodontic visits they can develop into visible white demineralizations (1). Components of orthodontic appliances (brackets, wires, ligatures) increase the number of retention reservoirs for bacterial plaque, hamper correct tooth cleaning, and reduce the natural flow of saliva and its cleansing and buffering properties (2). This causes demineralization of areas normally less prone to tooth decay. The initial enamel demineralization may lead to subsequent stages of caries development (3).

Studies confirm an increased risk of decalcifications appearing on labial surfaces of teeth in patients treated

diagnostyka przy użyciu fluorescencji indukowanej światłem (QLF) potwierdza, że zmiany mineralizacji szkliwa dotyczą niemal każdego pacjenta ortodontycznego (5). Może to wynikać z większej kumulacji płytka nazębnej o niskim pH na gładkich powierzchniach zębów, głównie wzdłuż brzegu dziąsła i w obrębie elementów aparatu stałego (6). Płytki nazębnej u pacjentów ze stałymi aparatami ortodontycznymi ma niższe pH niż pH pacjentów nieleczących ortodontycznie (7). Zmienia się również skład flory bakteryjnej na korzyść bakterii próchniców (znaczająco zwiększa się ilość kolonii L. acidophilus, możliwy jest również wzrost kolonii S. mutans) (8). Potwierdzona została zależność między występowaniem białych plam próchnicowych a higieną jamy ustnej oraz czasem leczenia ortodontycznego (9). Białymi plamami próchnicowymi są najczęściej dotknięte górne i dolne siekacze boczne i dolne kły oraz górne pierwsze trzonowce (6, 10). Najczęściej są to niewielkie obszary wokół zamków lub pomiędzy zamkiem a dziąsem (11). Mogą się one również pojawić już po zdjęciu aparatów w okolicy stałych retainerów.

W zapobieganiu WSL istotną rolę odgrywają różne formy profilaktyki pierwotnej, począwszy od profesjonalnego instruktażu higieny jamy ustnej, przez stosowanie preparatów wzmacniających szkliwo zębów (pasty, płukanki, lakiery, żele zawierające związki fluoru bądź wapnia), do odpowiednich nawyków dietetycznych oraz eliminacji ilości bakterii próchniców (probiotyki, ksylitol) (12, 13, 14, 15, 16). Ostatnie lata przyniosły nowe możliwości leczenia nieinwazyjnego białych plam próchnicowych (m.in. remineralizacja oraz infiltracja odwapnionego szkliwa). Koncepcja minimalnie interwencyjnej stomatologii powstała w następstwie poznania etiologii procesu próchnicowego i rozwoju materiałów adhezyjnych. Opiera się ona na doniesieniach naukowych, że demineralizacja przy braku ubytku w szkliwie i zębinie może zostać naprawiona. Jest to koncepcja profesjonalnej opieki stomatologicznej dotycząca pierwotnej zmiany próchnicowej, jej najwcześniejszego wykrycia i leczenia na poziomie molekularnym przez najmniej inwazyjną i optymalną dla pacjenta opcję naprawy uszkodzenia. Udowodniono, że próchnica jest transmisyjną chorobą infekcyjną spowodowaną bakteriami próchnicowymi, które są zlokalizowane w płytce nazębnej, oraz ekspozycją na węglowodany ulegające fermentacji, a obecność fluorków powoduje cofanie się początkowych zmian próchnicowych. W wielu przypadkach interwencyjne podejście do leczenia można zastąpić podejściem biologicznym.

## Cel pracy

Celem pracy była wstępna ocena skuteczności leczenia WSL techniką infiltracji żywicą u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi.

with fixed orthodontic appliances (4). A more accurate diagnostics using light-induced fluorescence (QLF) confirms that enamel mineralization lesions appear in almost all orthodontic patient (5). This may be due to a larger cumulation of low-pH plaque on smooth tooth surfaces, mainly along the gingival margin and on the components of the fixed appliance (6). Compared to non-orthodontic patients, the dental plaque of those fitted with fixed appliances shows a lower pH value (7). Bacterial flora composition changes with a rising cariogenic bacteria count (the number of L. acidophilus colonies increases significantly, accompanied by a potential growth of S. mutans colonies as well) (8). Correlation between the occurrence of white spot lesions and oral hygiene, and sometimes duration of orthodontic treatment has been confirmed. (9).

WSL most frequently affect upper and lower lateral incisors, lower canines, and upper first molars (6,10). Typically, these would be small areas around the brackets or between the brackets and the gum (11). Lesions may also be found around fixed retainers once they have been removed.

WSL prevention may include various forms of primary prevention that plays an important role and ranges from professional oral hygiene instruction to the use of tooth enamel promoting formulations (pastes, lotions, paints, gels with fluoride or calcium compounds) to maintaining proper diet and reducing the amount of cariogenic bacteria (probiotics, xylitol) (11, 12, 13, 14, 15).

Recent years have brought new possibilities in non-invasive treatment of white spot lesions (including remineralization and resin infiltration of the enamel, among others)The concept of minimum intervention dentistry first arose as a consequence of getting to know the etiology of the caries process and development of adhesive materials. It is based on scientific reports claiming that demineralization accompanied by no enamel or dentine lesions can be repaired. As a concept of professional dental care of primary caries lesions, it focuses on early detection and treatment at the molecular level using the least invasive and patient-oriented damage repair method. Caries was proved to be an infectious disease caused by transmission of cariogenic bacteria found in dental plaque and by exposure to fermentable carbohydrates. Introduction of fluorides may reverse the progress of early carious lesions and in a lot of cases an invasive treatment approach can be replaced by a biological one.

## Aim

The aim of this study was to evaluate the efficacy of a WSL treatment technique using resin infiltration in patients treated with fixed orthodontic appliances.

## Materiał i metody

Do badania włączono 6 pacjentów (5 dziewcząt, 1 chłopiec) w wieku 12–24 lat, u których stwierdzono białe plamy próchnicowe powstałe podczas leczenia ortodontycznego stałymi aparatami cienkołukowymi. Zakwalifikowano łącznie 40 zębów. Demineralizację szkliwa zmierzono DiagnoDentem 2095 KaVo (urządzenie wykorzystujące zjawisko fluorescencji). Odwapnienia leczono techniką infiltracji żywicy (preparat Icon DMG). Wykonano fotografie cyfrowe przed leczeniem, bezpośrednio po infiltracji oraz po 6 miesiącach.

**Tab. 1 Klasyfikacja Hibsta**

**Table 1. Hibst classification**

<b>Wskazanie DiagnoDentu i zalecane postępowanie / DiagnoDent readings and recommended treatment</b>	
0-9	Zmiana mineralizacji szkliwa, profesjonalne oczyszczanie zębów <i>/Enamel mineralization changes, professional tooth cleaning</i>
10-20	Zmiany w powierzchownej ½ warstwie szkliwa, intensywna profilaktyka fluorkowa, ozonoterapia <i>/Changes in the ½ superficial layer of the enamel, intensive fluoride prevention, ozone therapy</i>
21-30	Zmiany dochodzące do granicy szkliwno-zębinowej, intensywna profilaktyka fluorkowa <i>/Lesions reaching down to enamel-dentine border, intensive fluoride prevention of dental caries</i>
>30	Zmiany obejmujące 2-3mm zębiny, leczenie inwazyjne <i>/Lesions reaching down to 2-3mm of dentine, invasive treatment</i>
<60	Próchnica głęboka w okolicy sklepienia korony, leczenie inwazyjne <i>/Deep caries around the crown vault, invasive treatment</i>

Zęby zakwalifikowane do badania oczyszczono pastą polerską (Dentatrine), spłukano sprayem wodnym, a następnie osuszono. Oczyszczenie i osuszenie powierzchni badanego zęba w przypadku białych plam próchnicowych ma istotne znaczenie, gdyż eliminuje osady oraz wodę z porowatych struktur szkliwa. Stosunek wartości współczynnika załamania światła powietrza i szkliwa jest większy niż wody i szkliwa, dlatego plama demineralizacyjna staje się bardziej widoczna. Dokładne oczyszczanie powierzchni zęba jest również niezbędnym elementem podczas badania głębokości demineralizacji DiagnoDentem. Wykrycie demineralizacji jest możliwe za pomocą wzroku, jednakże ocena głębokości odwapnienia wymaga dodatkowych badań diagnostycznych (np. rtg, LFS, QF). Badanie urządzeniem DiagnoDent pozwoliło określić stopień fluorescencji, i na tej podstawie oszacować głębokość odwapnienia, a porównanie wyniku z wartościami skali Hibsta, która ocenia zależność między stopniem demineralizacji i zalecanym postępowaniem, umożliwiło zakwalifikowanie demineralizacji do leczenia minimalnie inwazyjnego (tab. 1.). Odwapnienia szkliwa leczono techniką infiltracji żywicy (preparat Icon DMG). Metoda polega na zamknięciu mikroporowatości szkliwa światłoutwardzalną żywicą charakteryzującą się niską

## Material and Methods

The study included 6 patients (5 females, 1 male) 12-24 years old, diagnosed with white spot lesions that had formed during orthodontic treatment using fixed fine archwire appliances. The study covered a total of 40 teeth.

Enamel demineralization was measured using a KaVo DiagnoDent 2095 pen (a device based on the use of fluorescence phenomenon). Enamel decalcifications were treated with resin infiltration technique (DMG Icon preparation). Prior to the treatment digital photographs were taken, immediately after infiltration, and 6 months later.

The teeth qualified for the study were cleaned with a polishing paste (Dentatrine), rinsed with a water spray and then dried with an air spray. The cleaning and drying of the surface of WLS affected teeth is important as it removes precipitates and water from the porous enamel structures. The ratio between refractive indices of air and enamel is greater than that between water and enamel indices and therefore a demineralization area becomes more pronounced. In order to measure the demineralization depth using a DIAGNOdent pen the tooth must be carefully cleaned.

Visual detection of demineralization is feasible; however, evaluation of the decalcification depth requires additional diagnostic tests (e.g. X-ray, LFS, QF). The DiagnoDent pen (KaVo) helped determine the fluorescence degree and evaluate on that basis the depth of the decalcification; the comparison of the results with the Hibst scale (one that evaluates the relationship between the demineralization degree and the recommended procedure) values allowed the dental professional to decide whether the condition qualified for a minimally invasive treatment (Table 1).

The DiagnoDent 2095 (KaVo) pen, taking advantage of the fluorescence technology, is used for non-invasive and simple dental examinations. The device emits 655 nm light waves which the demineralized tissue (enamel and dentin)

gęstością oraz wysokim napięciem powierzchniowym. Kluczową rolę w zastosowaniu preparatu odgrywa dobra widoczność i dostępność szkliwa poddawanego infiltracji. W celu ochrony dziaseł podczas procesu wytrawiania, oraz by zapewnić ich suchość podczas zabiegu, nakłada się płynny koferdam. Aby ułatwić penetrację żywicy w głęb tkanek, szkliwo jest wytrawiane na głębokość 30–40 $\mu$  przez dwuminutową aplikację 15% kwasu solnego. Pozwala to na usunięcie powierzchownej częściowo zmineralizowanej warstwy z powierzchni szkliwa. Po dokładnym wypłukaniu powierzchnia jest odłuszczana 99% etanolem i osuszana za pomocą powietrza. Żywicę nakłada się dwukrotnie, odpowiednio na 3 minuty i 1 minutę, każdorazowo utwardzając ją światłem przez 40 sekund. Nadmiary żywicy są delikatnie rozdmuchiwanie sprayem powietrznym oraz usuwane nicią dentystyczną, a po utwardzeniu usuwane i polerowane (tab. 2.).

**Tab. 2. Wyniki badania DiagnoDentem****Tab. 2. Results of DiagnoDent testing**

D Wskazanie DiagnoDentu <i>DiagnoDent tests</i>	I Liczba zębów łącznie <i>Total number of teeth</i>
10-20	11
20-30	18
30-40	11
Łącznie/Total	40

**Table 3. Zastosowanie preparatu Icon (DMG) - poszczególne etapy****Table 3. Icon preparation (DMG) application - procedure sequence**

Wytrawianie /Etching	Icon Etch	2 min. (w razie konieczności powtórzyć/ repeat if necessary)	Dokładnie spłukać, osuszyć <i>Rinse thoroughly, dry</i>
Osuszanie / Drying	Icon Dry	30 sec.	Osuszyć / Dry
Infiltracja / Infiltration	Icon Infiltrant	3 min. 1 min.	Utwardzić światłem przez 40 sek. <i>Light-cure for 40 sec.</i> Utwardzić światłem przez 40 sek. <i>Light-cure for 40 sec.</i>

Uzyskany efekt estetyczny oceniono za pomocą wzroku, porównując fotografie cyfrowe wykonane przed i po zabiegu. Następnie wyniki pogrupowano, kierując się procentowym stopniem zmniejszenia się obszaru przebarwienia szkliwa (tab. 3.). Oceniono też zadowolenie pacjenta z uzyskanego efektu (zadowolony/niezadowolony). W badaniu kontrolnym, przeprowadzonym po 6 miesiącach na podstawie porównania fotografii cyfrowych, oceniano stabilność efektu estetycznego (utrzymanie efektu jak po leczeniu, pogorszenie uzyskanych rezultatów, np. przebarwienia) oraz leczniczego (obecność lub brak odwapnień lub próchnicy wtórnej).

absorbs in direct proportion to the loss of minerals, showing higher fluorescence than a healthy tissue. A laser diode provides the light source and the detector is a photodiode with a bandpass filter. The results are signaled by an audible tone and a numerical reading is displayed. The results are analyzed using Hibst classification, which measures the relationship between the degree of demineralization and the recommended treatment (Table 1).

Enamel decalcification was treated with the resin infiltration technique (DMG Icon preparation). The method consists in filling enamel microporosities with a light-cured resin characterized by a low density and a high surface tension. Good visibility and access to the enamel treated with the infiltration method play a key role in the procedure involving the use of the preparation. Liquid cofferdam is applied to protect the gums and to ensure dry conditions during the etching procedure. In order to assure penetration of the resin into the tissue, the enamel is etched 30 - 40 $\mu$  deep by applying 15% hydrochloric acid for two minutes, which allows for the removal of the superficial, partially mineralized layer from the surface of the enamel. Following careful rinsing, the surface is then degreased with 99% ethanol and air dried. The resin is applied twice, first for 3 minutes and then for 1 minute , respectively, each time light cured for 40 seconds. Any excessive resin is gently removed by an air spray and dental floss; once hardened, any residue is removed and the surface polished (Table 2).

The aesthetic effect was evaluated visually by comparing the pre-treatment photographs with photographs taken after Icon application. The results were grouped according to the percentage degree of enamel discoloration reduction (Table 3). Patient satisfaction was evaluated (satisfied/ dissatisfied). In a follow-up study carried out 6 months later, the stability of the aesthetic effect (maintenance of a lasting effect as following the procedure, deterioration of the results obtained, e.g. discolouration) and the therapeutic effect (the presence or absence of decalcifications and secondary caries).

## Wyniki

We wszystkich przypadkach udało się uzyskać zadowalający efekt estetyczny (cofniecie się obszaru demineralizacji w ponad 70%), choć w ponad połowie zębów (23 zębach, tj. 57,5%) nie udało się przywrócić naturalnego koloru zęba na całym obszarze zajętym demineralizacją, uzyskując jedynie dobry efekt estetyczny. Na 17 zębach (co stanowi 42,5% wszystkich badanych zębów) osiągnięto bardzo dobry efekt estetyczny. Wszyscy pacjenci byli zadowoleni z uzyskanych efektów (tab. 4.).

**Tab. 4. Wyniki leczenia preparatem Icon**

**Tab. 4. Icon preparation treatment results**

Liczba zębów Teeth No.	Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	Patient 6	Łącznie Total
Leczonych Iconem <i>Treated with Icon</i>	16	6	4	4	5	5	40
Efekt Result 100-90%	3	3	4	2	2	3	17 (42.5%)
Efekt Result 80-70%	13	3	0	2	3	2	23 (57.5%)
Efekt Result <70%	0	0	0	0	0	0	0
Zadowolenie pacjenta (tak/nie) <i>Patient satisfaction (Yes/No)</i>	tak Yes	tak Yes	tak Yes	tak Yes	tak Yes	tak Yes	

Obszary demineralizacji ulegały dużemu zmniejszeniu, jednak po osuszeniu pozostawały linie lub punkty o białawym, jaśniejszym odcieniu. Dotyczyły one miejsc, gdzie wskazania DiagnoDent oscylowały przy wartościach granicznych dla leczenia inwazyjnego. Wartości w przedziale 30–40 wskazują na odwapnienie sięgające granicy szkliwno-zębinowej. W tej grupie wszystkie 11 leczone zęby uzyskały jedynie dobry efekt estetyczny. W grupie, w której odwapnienia szkliwa mieściły się w granicach 20–30, bardzo dobry efekt estetyczny uzyskano w przypadku 8 leczonych zębów, a dobry efekt estetyczny – na 10 zębach. W grupie o wartościach 10–20 uzyskano odpowiednio: 9 zębów z bardzo dobrym, a 2 z dobrym efektem estetycznym (tab. 5.).

W badaniach kontrolnych (tab. 6.) stwierdzono stabilność efektu estetycznego (brak wtórnego przebarwień) na wszystkich 40 badanych zębach oraz brak nawrotu plam próchnicowych w miejscach poddanych leczeniu.

## Results

In all the cases, a satisfactory aesthetic effect was achieved (reduction of the demineralization area by more than 70%), even though more than half the teeth (23 teeth, i.e. 57.5%) failed to regain their natural color over the entire demineralization area, but a good esthetic effect was reached. On 17 of the teeth (representing 42.5% of all respondents' teeth) the aesthetic effect was very good. All the patients were satisfied with the results obtained (Table 4).

**Tab. 5. Efekt leczenia w zależności od głębokości odwapnienia****Tab. 5. Treatment effects depending on the depth of decalcification**

Pomiar DiagnoDentem DiagnoDent measurement	Liczba zębów łącznie Total teeth number	Efekt 100-90% Result 100-90%	Efekt 80-70% Result 80-70%
10-20	11	9	2
20-30	18	8	10
30-40	11	0	11
Łącznie / Total	40	17	23

**Table 6. Wyniki c.d. Ocena po 6 miesiącach****Table 6. Results. Evaluation after 6 months**

Liczba zębów Teeth number	Pacjent 1	Pacjent 2	Pacjent 3	Pacjent 4	Pacjent 5	Pacjent 6	Łącznie Total
Leczonych Iconem <i>Treated with Icon</i>	16	6	4	4	5	5	40
Stabilność po 6 miesiącach <i>Stability after 6 months</i>	16	6	4	4	5	5	40 (100%)
Obecność próchnicy wtórnej <i>Secondary caries presence</i>	0	0	0	0	0	0	0 (0%)

## Dyskusja

Metoda infiltracji żywicą może być skuteczną metodą leczenia powikłań ortodontycznych w postaci białych plam próchnicowych. Jest prosta, szybka, nie wymaga mechanicznego opracowywania ubytku ani znieczulania. Co więcej, efekt jest natychmiastowy i niezależny od zaangażowania pacjenta (17, 18). To wszystko powoduje, że infiltracja odwapnień może wypełnić lukę pomiędzy leczeniem remineralizacyjnym (wielowizytowe aplikacje preparatów zawierających fluor) a leczeniem interwencyjnym (borowanie). Jedna wizyta pozwala na natychmiastową korektę estetyczną.

Wstępne wyniki badań wskazują, że lepsze rezultaty można osiągnąć podczas leczenia płytowych odwapnień, co obrazuje tabela 5. Im mniejszą wartość wskazywał Diagnodent, tym lepszy efekt estetyczny udało się osiągnąć. Przy wartościach granicznych dla leczenia inwazyjnego (wskazania w zakresie 30–40) przywrócenie naturalnego koloru zęba było niepełne, jednak we wszystkich przypadkach był to efekt zadowalający i satysfakcyjny dla pacjenta. Niepełny rezultat może być związany z ograniczonym zakresem penetracji infiltratu ( żywicy)

## Discussion

Resin infiltration may be an effective method to treat orthodontic complications in the form of white spot lesions. It is simple, fast, and does not require mechanical preparation of the cavity, or anesthesia. What is more, the effect is immediate and independent of the patient's cooperation (16, 17). All that makes the infiltration method for treating decalcifications an effective tool to fill the gap between demineralization treatment (multiple appointments for fluoride preparation treatment) and invasive treatment (drilling). One visit is enough to achieve immediate aesthetic improvement.

Preliminary research results indicate that better results can be achieved in the treatment of shallow decalcifications, as illustrated in Table 5. The lower were the values of Diagnodent readings, the better aesthetic result was achieved. With border values for invasive treatment (readings range 30 – 40) restoration of natural tooth colour was incomplete; in all the cases, however, it was a satisfactory effect and the patient was satisfied. An incomplete effect may be associated with a limited penetration of the infiltrate (resin) into the enamel. Further and more specific studies of this relationship seems to be advisable; it requires, however, a larger group of

w głąb szkliwa. Dalsze badanie tej zależności wydaje się wskazane, wymaga jednak większej grupy badanych zębów oraz precyzyjniejszych metod badania, co wykracza poza ramy badania przedstawionego przez autorów. Palamara, Tyas i Burrow (19), używając mikroskopu polaryzacyjnego badali wnikanie żywicy w głąb porowatego szkliwa, potwierdzając, że infiltrant wypełnia puste przestrzenie odwapnień, a Meyer-Lueckel i Paris (18) potwierdzili przewagę żywicy o wyższym współczynniku przenikania.

Należy również zwrócić uwagę na fakt, że na ostateczny efekt wpływa czas, jaki upłynął od debondingu. Paris i Meyer -Lueckel podają, że najlepsze rezultaty osiąga się, stosując infiltrację na aktywne białe plamy próchnicowe w jak najkrótszym czasie od ściągnięcia aparatu (19). Można to tłumaczyć zjawiskiem tworzenia się tzw. płaszczu Ca2F na powierzchni zmiany próchnicowej. Z jednej strony te cząsteczki mogą działać jako rezeruar jonów fluoru oraz bariera dla drobnoustrojów, jednak z drugiej duże nagromadzenie Ca2F może częściowo przysłaniać pryzmaty szkliwne, co w efekcie zaburza penetrację żywicy w głąb szkliwa, z uwagi na zablokowane drogi dyfuzyjne (20). Paris i Meyer -Lueckel dowodzą również, że lepsze rezultaty w usuwaniu tej powierzchownej warstwy daje wytrawienie szkliwa 15% kwasem solnym niż 37% kwasem fosforanowym (21).

Technika infiltracji jest stosunkowo nową metodą. I choć badania w tym kierunku są prowadzone już ponad 10 lat, to w porównaniu do innych metod postępowania w przypadku białych plam próchnicowych (m.in. zastosowanie związków fluoru czy wapnia), opublikowanych dotąd prac badawczych jest niewiele.

teeth to be examined and more precise testing methods, which goes beyond the study frames as presented by the authors.

Palamara, Tyas and Burrow (19) used a polarized light microscopy to evaluate resin penetration into the porous enamel and confirmed that the infiltrant filled the void spaces in the decalcification areas and Meyer-Lueckel and (18) corroborated the superiority of the resin with a higher infiltration coefficient.

It should be noted that the final result is affected by the length of time that has elapsed from debonding.

Paris and Myer-Lueckel report that the best results are achieved by applying infiltration on active white spot lesions within the time span as short as possible from the removal of an orthodontic appliance (19). This can be accounted for by the phenomenon of formation of the so called Ca2F coating on the caries lesion surface.

On the one hand, the molecules may function as a reservoir of fluoride ions and a barrier to microorganisms; on the other hand, however, a high concentration of Ca2F may partially shield the enamel prisms, hampering penetration of the resin into the enamel because of blocked diffusion paths (20).

Paris and Myer-Lueckel argue as well that better results in the removal of the superficial enamel layer may be obtained by etching it with 15% hydrochloric acid than with 37% phosphoric acid (21).

The infiltration technique is a relatively new method; and even though research in this field has been conducted for more than ten years, when compared to other methods for treating white spot lesions (including the application of fluoride or calcium compounds) there is a dearth of scientific papers published to date.

## Conclusions

1. Metoda infiltracji żywicą wydaje się być skuteczną metodą leczenia powikłań ortodontycznych w postaci białych plam próchnicowych.
2. Efekt jest natychmiastowy i niezależny od zaangażowania pacjenta.
3. Konieczne są dalsze badania ocenające skuteczność leczenia techniką infiltracji
1. The resin infiltration method seems to be an effective method of treating orthodontic complications in the form of white spot lesions (WSL).
2. The effect is immediate and does not depend of patient cooperation.
3. Further clinical trials are needed to evaluate the effectiveness of treatment using the infiltration technique.

## Wnioski

1. Metoda infiltracji żywicą wydaje się być skuteczną metodą leczenia powikłań ortodontycznych w postaci białych plam próchnicowych.
2. Efekt jest natychmiastowy i niezależny od zaangażowania pacjenta.
3. Konieczne są dalsze badania ocenające skuteczność leczenia techniką infiltracji

**Piśmiennictwo / References**

1. Ogaard B, Rølla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 1. Lesion development. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94: 68-73.
2. Arneberg P, Giertsen E, Emberland H, et al. Intra-oral variations in total plaque fluoride related to plaque pH. A study in orthodontic patients. *Caries Res* 1997; 31: 451-6.
3. Al-Khateeb S, Frosberg C. A longitudinal laser fluorescence study of white spot lesion in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113: 595-602.
4. Sandvik K, Hadler-Olsen S, El-Agroudi M, Øgaard B. Caries and white spot lesions in orthodontically treated adolescents - a prospective study. *Eur J Orthod* 2006; 28: e258.
5. Boersma JG, van der Veen MH, Lagerweij MD, et al. Caries prevalence measured with QLF after treatment with fixed orthodontic appliances: influencing factors. *Caries Res* 2005; 39: 41-7.
6. Demling A, Heuer W, Elter C, Heidenblut T, Bach F, Schwestka-Polly R, Stiesch-Scholz M. Analysis of supra- and subgingival long-term biofilm formation on orthodontic bands. *Eur J Orthod* 2009; 31: 202-6.
7. Chatterjee R, Kleinberg I. Effect of orthodontic band placement on the chemical composition of human incisor tooth plaque. *Arch Oral Biol* 1979; 24: 97-100.
8. Jabłońska-Zrobek J, Śmiech-Słomkowska G. Ryzyko próchnicy podczas leczenia ortodontycznego aparatem stałym. *Czas Stomatol* 2005; 58: 514-9.
9. Owczarek K, Olszewska K, Sanecki M, Dunin-Wilczyńska I. Częstość występowania białych plam demineralizacyjnych u pacjentów leczonych stałymi aparatami ortodontycznymi. *Forum Ortod* 2014; 10: 101-9.
10. Chapman JA, Roberts WE, Eckert GJ, Kula KS, González-Cabezas C. Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 138: 188-9.
11. Mizrahi E. Surface distribution of enamel opacities following orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1983; 84: 323-31.
12. Ogaard B, Rølla G, Arends J, ten Cate JM. Orthodontic appliances and enamel demineralization. Part 2. Prevention and treatment of lesions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94: 123-8.
13. Gehlen I, Netuschil L, Berg R, Reich E, Katsaros Ch: The Influence of a 0,2% chlorhexidine mouthrinse on plaque regrowth in orthodontic patients. *J Orofac Orthop* 2000; 61: 54-62.
14. Stecksén-Blicks C, Renfors G, Oscarson ND, Bergstrand F, Twetman S. Caries-preventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Caries Res* 2007; 41: 455-9.
15. Stecksén-Blicks C, Lif Holgerson P, Olsson M, et al. Effect of xylitol on mutans streptococci and lactic acid formation in saliva and plaque from adolescents and young adults with fixed orthodontic appliances. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 244-8.
16. Du M, Cheng N, Tai B, Jiang H, Li J, Bian Z. Randomized controlled trial on fluoride varnish application for treatment of white spot lesion after fixed orthodontic treatment. *Clin Oral Investig Epub* 2011; 2: 18.
17. Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM. Resin infiltration of natural caries lesions. *J Dent Res* 2007; 86: 662-6.
18. Meyer-Lueckel H, Paris S. Improved resin infiltration of natural Karies lesions. *J Dent Res* 2008; 87: 112-6.
19. Paris S, Meyer-Lueckel H. Masking of labial enamel white spot lesions by resin infiltration. *Quintessence* 2009; 40: 713-8.
20. Piesiak-Pańczyszyn D, Kaczmarek U, Woźniak J. Wpływ wytrawiania powierzchni wczesnej zmiany próchnicowej na proces jej leczenia z użyciem różnych preparatów demineralizacyjnych-badania In vivo. *Czas Stomatol* 2005; 58: 9.
21. Paris S, Dorfer CE, Meyer-Lueckel H. Surface conditioning of natural enamel caries lesions in deciduous teeth in preparation for resin infiltration. *J Dent* 2010; 38: 65-71.