

\*ANNA TURSKA-SZYBKA<sup>1</sup>, ANNA STRÓŻYŃSKA<sup>2</sup>, ADA BRAKSATOR<sup>2</sup>, JOANNA ŁUNIEWSKA<sup>2</sup>,  
MARIA BIAŁCZAK<sup>2</sup>, SARA SHAMSA<sup>1</sup>

# Ocena umiejętności usuwania zębiny próchnicowej przez studentów ostatniego roku stomatologii przy zastosowaniu wybranych metod diagnostycznych

An assessment the ability to remove carious dentin using selected diagnostic methods in final year dentistry students

<sup>1</sup>Department of Paediatric Dentistry, Medical University of Warsaw

Head of Department: Professor Dorota Olczak-Kowalczyk, MD, PhD

<sup>2</sup>Students' Scientific Association, Department of Paediatric Dentistry, Medical University of Warsaw

Head of Department: Professor Dorota Olczak-Kowalczyk, MD, PhD

## SŁOWA KLUCZOWE

zębina próchnicowa, badanie wizualno-dotykowe, DIAGNOdent, Facelight, wybarwiacz próchnicy

## STRESZCZENIE

**Wstęp.** Prawidłowa ocena i umiejętne usuwanie zębiny próchnicowej stanowią główne trudności, z jakimi spotykają się studenci stomatologii podczas opracowywania ubytków. Ocena zębiny, oczywista dla doświadczonego klinicysty, często pozostaje trudna dla studenta.

**Cel pracy.** Ocena umiejętności usuwania zębiny próchnicowej przez studentów ostatniego roku stomatologii przy zastosowaniu wybranych metod diagnostycznych.

**Materiał i metody.** Do diagnostyki użyto metod: wizualno-dotykowej, LF (DIAGNOdent), FACE (Facelight) i Caries Detector. Gdy uznano ubytek jako całkowicie opracowany, dokonywano oceny przy użyciu DIAGNOdentu oraz sondy Facelight. Oceny Caries Detectorem dokonywano jako ostatniej. Wyniki poddano analizie statystycznej z użyciem współczynnika kappa Cohena, testu chi-kwadrat i U Manna-Whitneya. Obliczono zgodność metod, ilość prób potrzebną studentom do prawidłowego opracowania ubytku oraz czułość i swoistość metod względem Facelight; próg istotności  $p < 0,05$ .

**Wyniki.** Średnia liczba kontroli, potrzebna studentom do właściwego opracowania ubytku, wyniosła 1,5. Po pierwszej ocenie całkowicie opracowano 50,8%. Facelight jako jedyny wykazał istotną statystycznie zgodność z trzema metodami: wizualną ( $p = 0,001$ ), DIAGNOdentem ( $p = 0,019$ ) i wybarwiaczem ( $p = 0,013$ ). Ocena dotykowa była istotnie zgodna wyłącznie z oceną wizualną ( $p = 0,044$ ).

**Wnioski.** Studenci nie zawsze potrafili precyzyjnie określić stopień usunięcia zębiny próchnicowej. Metodą diagnostyczną o najwyższej zgodności okazał się Facelight, który może być przydatny w dydaktyce.

## KEYWORDS

carious dentine, visual-tactile examination, DIAGNOdent, Facelight, Caries Detector

## SUMMARY

**Introduction.** Proper evaluation and skilful removal of carious dentin are major difficulties faced by dentistry students while caries excavation. Evaluation of dentin, obvious to experienced clinician, remains difficult for students.

**Aim.** The purpose of this study was to assess the ability of final year dentistry students to remove carious dentine, using selected diagnostic methods.

**Material and methods.** The following methods were used: visual-tactile, Laser Fluorescence (DIAGNOdent), FACE (Facelight) and Caries Detector. Students assessed the cavity based on visual-tactile method. When it was considered as prepared, LF and FACE examinations were performed. Caries Detector was eventually used. Results were analysed using kappa Cohen coefficient, chi-square and the Mann-Whitney U test with  $P < 0.05$ . Agreement of methods, the number of students' attempts to prepare the cavity, as well as sensitivity and specificity of methods were calculated in relation to FACE.

**Results.** The average number of evaluations needed to prepare the cavity was 1.5. After the first evaluation 50.8% of cavities were prepared. FACE demonstrated statistically significant agreement with the three methods: visual ( $P = 0.001$ ), LF ( $P = 0.019$ ), Caries Detector dye ( $P = 0.013$ ). Tactile examination was compliant only with the visual method ( $P = 0.044$ ).

**Conclusions.** Students are not always able to accurately determine the degree of carious dentine removal. Facelight proved to be a diagnostic method with the highest consistency and usefulness in the didactic process.

## WPROWADZENIE

Współczesna stomatologia zachowawcza od kilku lat opiera się na koncepcji minimalnie inwazyjnego opracowania ubytku (ang. *Minimal Intervention Dentistry – MID*). Prawidłowa ocena zębiny jest podstawową trudnością, z którą spotykają się studenci podczas opracowywania ubytków. Zarówno ocena wizualna, jak i dotykowa są metodami subiektywnymi, które wymagają doświadczenia klinicznego (1). Stwierdzono jednak, iż twardość wewnętrznej warstwy zdeminiaralizowanej zębiny jest niższa od prawidłowej (2). Ta obserwacja tłumaczy powód nadmiernego opracowywania ubytków i przypadkowych obnażeń miazgi (3).

Dlatego wprowadzono na rynek szereg nowoczesnych narzędzi i materiałów, których zadaniem jest ułatwienie podjęcia decyzji o zakończeniu opracowywania ubytku.

Jedną z metod diagnostycznych LF (ang. *Laser Fluorescence*) opiera się na zjawisku fluorescencji zmienionych próchnicowo tkanek zęba wzbudzonych laserem. To zjawisko wykorzystuje urządzenie DIAGNOdent (KaVo). W piśmiennictwie odnajdujemy różne informacje dotyczące wartości progu odcięcia dla zdrowej zębiny przyjmowanego w praktyce klinicznej. Autorzy sugerują, że wyższe progi odcięcia są bardziej odpowiednie dla powierzchni płaskich i okluzyjnych, ponieważ ich potencjał remineralizacyjny jest większy niż zębiny na dnie ubytku (3, 4). Unlu i wsp. (5) przyjmowali próg dla zdrowej zębiny 30, podczas gdy Lennon (6) rekomenduje punkt odcięcia równy zaledwie 15. W przeprowadzonym badaniu za punkt odcięcia dla zdrowej zębiny przyjęto 25, będącą średnią wielkością rekomendowaną przez innych badaczy (3, 5, 6).

Następna innowacyjna metoda diagnostyczna bazuje na technice FACE (ang. *Fluorescence Aided Caries Excavation*) wykorzystującej sondę świetlną, która emituje światło fioletowe o długości fali 405 nm (np. Facelight, W&H). Bakterie w zębinie zainfekowanej pozostawiają produkty przemiany materii (porfiry). Ubytek oświetlany jest fioletowym światłem emitowanym przez urządzenie Facelight. Porfiry

## INTRODUCTION

For several years, modern conservative dentistry has been based on the concept of Minimal Intervention Dentistry (MID). Proper dentin evaluation is a major difficulty faced by dentistry students during caries excavation. Both tactile and visual methods are subjective and require clinical experience (1). However, it was found that the hardness of the inner layer of demineralised dentin is lower than in normal dentin (2). This explains the reason for excessive caries removal and accidental pulp exposure (3). Therefore, a number of modern methods and materials to facilitate the decision on the completion of cavity preparation have been introduced on the market. One of the diagnostic methods, Laser Fluorescence (LF), is based on the phenomenon of fluorescence of carious dental tissue excited by a laser. This phenomenon is used in DIAGNOdent (KaVo). Different data on the cut-off point for healthy dentin in clinical practice may be found in the literature. Authors suggest that higher cut-off points are more suitable for flat and occlusal surfaces due to their increased remineralising potential compared to the bottom of the cavity (3, 4). Unlu et al. (5) accepted a healthy dentin cut-off point of 30, while Lennon (6) recommend a cut-off point of only 15. A cut-off point for healthy dentin of 25, which is an average value recommended by other researchers, was used in the conducted study (3, 5, 6). Another innovative diagnostic method is based on Fluorescence Aided Caries Excavation technique (FACE), which uses a light probe emitting violet light with a wavelength of 405 nm (e.g. Facelight, W&H). Bacteria in dentin infected by caries leave behind metabolic products (porphyrins). When an exposed cavity is illuminated with light (Facelight), porphyrins show a red fluorescence, which indicates the presence of an outer layer infected with bacteria. Bacteria with red fluorescence are predominant in carious dentin (7). Another

widoczne są jako czerwona fluorescencja, co wskazuje na obecność warstwy zewnętrznej zainfekowanej bakteriami. W zębiny próchnicowej występuje przewaga bakterii charakteryzujących się czerwoną fluorescencją (7).

Inną metodą diagnostyczną są wybarwiacze próchnicy, używane od lat jako pomoc podczas opracowywania ubytków (4-16). Jednym z nich jest Caries Detector (Kuraray), służący do klinicznego odróżnienia dwóch warstw zębiny w ubytku.

Większość badań wykorzystujących nowoczesne metody oceny dna ubytku opiera się na badaniach *in vitro* (3, 5-7, 10, 12, 15-21). Jedynie nieliczne prowadzone były w warunkach *in vivo* (8, 9, 13, 22, 23). Niniejsze badanie jest jednym z pierwszych, w którym wykorzystano aż cztery techniki oceny zębiny na dnie ubytku, w warunkach *in vivo*. Każdą spośród przedstawionych metod diagnostycznych można zastosować podczas codziennej praktyki klinicznej.

## CEL PRACY

Celem pracy była ocena umiejętności usuwania zębiny próchnicowej przez studentów ostatniego roku stomatologii przy zastosowaniu wybranych metod diagnostycznych.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto pacjentów Zakładu Stomatologii Dziecięcej Szpitala Klinicznego Dzieciątka Jezus w Warszawie. Badanie uzyskało zgodę Komisji Bioetycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego (nr zgody KB/235/2015). Za kryteria włączenia do badania przyjęto: każdorazowe uzyskanie pisemnej zgody rodzica lub opiekuna prawnego zakwalifikowanego dziecka, pacjent współpracujący, ogólnie zdrowy, obecność ubytku próchnicy pierwotnej oznaczonej kodem od 4 do 6 według klasyfikacji ICDAS-II (ang. *International Caries Detection and Assessment System*) (24) na co najmniej jednej powierzchni zęba stałego lub mlecznego, klasa Blacka ubytku od I do VI, bez obnażenia i zapalenia miazgi.

Badaniem objęto 35 pacjentów Zakładu Stomatologii Dziecięcej Szpitala Klinicznego Dzieciątka Jezus w Warszawie: 12 dziewcząt i 23 chłopców. Badani byli ogólnie zdrowymi dziećmi w wieku od 4 do 17 lat (średni wiek  $9,88 \pm 4,47$ ). Do badania włączono 71 zębów, 6 wyłączono z powodu odsłonięcia miazgi podczas opracowywania ubytku. Ostatecznie zakwalifikowano 65 zębów: 30 mlecznych i 35 stałych. Podczas opracowywania trzech bardzo głębokich ubytków nie stosowano wybarwiacza lub nie usuwano zabarwionej zębiny z uwagi na wysokie ryzyko obnażenia miazgi.

Badania były prowadzone w okresie od grudnia 2014 do lutego 2015 roku przez siedmiu studentów V roku kierunku lekarsko-dentystycznego, członków Studenckiego Koła Naukowego przy Zakładzie Stomatologii Dziecięcej WUM, pod opieką dwóch lekarzy dentystów koordynujących pracę.

Opracowanie ubytku odbywało się metodą ogólnie przyjętą. Ubytki otwierano wiertłem diamentowym z użyciem końcówki szybkoobrotowej, następnie rozmiętką

diagnostyczną używając barwników, które mają być używane przez lata jako pomoc przy usuwaniu ubytków (4-16). Caries Detector (Kuraray) używany w klinicznej różnicowaniu między dwiema warstwami zębiny w ubytku jest jedną z tych metod.

Większość badań wykorzystujących nowoczesne metody oceny dna ubytku opiera się na badaniach *in vitro* (3, 5-7, 10, 12, 15-21). Jedynie nieliczne prowadzone były w warunkach *in vivo* (8, 9, 13, 22, 23). The present study was one of the first to use four techniques for *in vivo* assessment of cavity-bottom dentin. Each of the presented diagnostic methods can be used in everyday clinical practice.

## AIM

The aim of the study was to assess final year students' ability to remove dentin caries using selected diagnostic methods.

## MATERIAL AND METHODS

Patients of the Department of Paediatric Dentistry (Infant Jesus Teaching Hospital in Warsaw) were included in the study. The study was approved by the Bioethics Committee of the Medical University of Warsaw (approval no. KB/235/2015). The inclusion criteria were as follows: written consent of the parent/legal guardian of the qualified child, cooperative patient, good overall health status, the presence of primary caries ICDAS-II 4-6 (24) on at least one surface of permanent or deciduous teeth, Black Classification of Carious Lesions: class I to VI, no pulp exposure or inflammation.

A total of 35 patients (12 girls and 23 boys) of the Department of Paediatric Dentistry (Infant Jesus Teaching Hospital in Warsaw) were included in the study. These were generally healthy children aged between 4 and 17 years (mean age  $9.88 \pm 4.47$  years). From a total of 71 teeth included in the study, 6 teeth were excluded due to pulp exposure during caries excavation. The final number of qualified teeth was 65, including 30 deciduous and 35 permanent teeth. During the preparation of 3 very deep cavities, caries detector was not used or the coloured dentin was not removed due to high risk of pulp exposure.

The study was conducted between December 2014 and February 2015 by seven final year dentistry students, members of the Students' Science Society in the Department of Paediatric Dentistry (Medical University of Warsaw), under the supervision of two dentists coordinating their work. Cavity preparation was performed in accordance with the generally accepted method. Carious cavities were opened using a diamond bur, and the softened dentin was removed using a slow-speed round bur. The colour of cavity-bottom dentin as well as

zębiny usuwano wiertłem różyczkowym z użyciem końcówki wolnoobrotowej.

Analizowano kolor zębiny na dzień ubytku oraz obecność lub brak widocznych śladów zarysowania zgłębnikiem, tzw. metoda wizualno-dotykowa. Gdy student uznał ubytek za opracowany, asystent jako osoba odpowiedzialna za pracę studenta weryfikował decyzję studenta. Następnie student oceniał zębiny z użyciem kolejnych metod diagnostycznych.

Badanie z zastosowaniem urządzenia DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Niemcy) wykonano zgodnie z zaleceniami producenta. Po wcześniejszej kalibracji narzędzia w odniesieniu do zdrowej tkanki zęba wykonywano trzy kolejne pomiary. Używano końcówki typu A lub B w zależności od powierzchni zęba, przykładając ją do dokomorowej powierzchni ubytku. Odnotowywano wartości „peak”, czyli maksymalną wartość w zakresie 0-99.

W kolejnym etapie dokonywano oceny dna ubytku za pomocą urządzenia Facelight (W&H, Bürmoos, Austria). Umieszczając sondę prostopadle do powierzchni dokomorowej, badacz obserwował światło padające na dno ubytku przez okulary dołączone do zestawu (550 nm *long-pass filter*). Jeśli urządzenie Facelight wskazywało na obecność zębiny próchnicowej na dnie ubytku, badacz ponownie opracowywał ubytek, usuwając pozostałą na dnie zainfekowaną tkankę.

Właściwości fluorescencyjne Caries Detectors niewidoczne dla ludzkiego oka mogą dawać nieprawidłowe wyniki podczas używania Facelight, co znacznie ograniczało jego przydatność w przeprowadzonych badaniach i pozwoliło zastosować metodę w końcowej fazie badań.

Pomiary wykonywano powtórnie w wyżej wymienionej kolejności. Po uzyskaniu zielonej fluorescencji dokonywano oceny dna ubytku za pomocą wybarwacza próchnicy Caries Detector (Kuraray Medical Inc., Tokio, Japonia). Na dno delikatnie osuszonego strumieniem sprężonego powietrza ubytku nanoszono wybarwiacz przy użyciu jednorazowego pędzelka. Po upływie 10 sekund ubytek przepłukiwano sprayem wodnym przez 10 sekund oraz delikatnie osuszano sprężonym powietrzem. Oceniano kolor wybarwienia zębiny, gdzie kolor szkarłatny odpowiadał zębiny zdemineralizowanej, a niezakażona tkanka była zabarwiona na kolor jasnoróżowy. Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica 10. Na podstawie wszystkich 98 pomiarów (dla wybarwacza Caries Detector-65) obliczono ilość prób potrzebnych studentom do prawidłowego opracowania ubytku, bezwzględny odsetek obecności próchnicy wykrytej przez poszczególne metody i zgodność metod przy pomocy współczynnika kappa Cohena. Swoistość i czułość metod przeanalizowano względem systemu Facelight, który został wybrany jako „złoty standard”. Zastosowano współczynniki korelacji Spearmana do oceny związku między kodem ICDAS-II, klasą według Blacka a liczbą prób. Zastosowano test U Manna-Whitneya oraz test chi-kwadrat. Za próg istotności przyjęto  $p < 0,05$ .

the presence/absence of visible probe scratches were analysed by means of visual-tactile method. When cavity preparation was considered completed by a student, the decision was verified by the supervising person. This was followed by student's evaluation of dentin using different diagnostic methods. Evaluation using DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Germany) was performed in accordance with manufacturer's instructions. After calibration of the device, three subsequent measurements were performed with reference to healthy tooth tissue. Type A and B tips were used, depending on the type of dentin, by their application to the pulp chamber surface of the cavity. Peak values, i.e. the maximum values in the range between 0 and 99, were recorded.

The next stage involved an assessment of the bottom of the cavity using Facelight (W&H, Bürmoos, Austria). By placing the probe perpendicular to the surface of the pulp chamber surface, the investigator observed the light illuminating the bottom of the cavity using special glasses (550 nm long-pass filter) supplied with the kit. If Facelight showed the presence of cavity-bottom dentin caries, the investigator performed another excavation by removing the residues of infected tissue.

The fluorescent properties of Caries Detector, invisible to the human eye, may produce incorrect results when using Facelight, which significantly limited its usefulness in the study and allowed to use the method only in the final phase of research.

The measurements were repeated in the above mentioned order. Once green fluorescence was obtained, an assessment of the bottom of the cavity was performed using Caries Detector dye (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan). Using a disposable brush, the dye was applied on the bottom of cavity, which was earlier carefully dried with compressed air. Ten seconds later, the cavity was rinsed with water spray for 10 seconds and gently dried with compressed air. Dentin colour was assessed (scarlet corresponded to demineralised dentin, while non-infected tissue was coded bright-pink). Statistical analysis was performed using Statistica 10. Based on all 98 measurements (Caries Detector-65), the number of attempts needed by students for proper cavity preparation, the absolute rate of caries detection using different methods, and method agreement (using Cohen's kappa coefficient) were calculated. The specificity and sensitivity of the methods relative to Facelight, which was selected as a gold standard, were calculated. Spearman rank correlation coefficients were used for the assessment of the relationship between the ICDAS-II code and the class according to Black's classification and the number of attempts. The Mann-Whitney U test and chi-square test were used. The level of significance was  $p < 0.05$ .

## WYNIKI

Średnia liczba prób (pomiarów, które potrzebował student do całkowitego opracowania ubytku) wyniosła 1,5. Dla zębów stałych otrzymany wynik był równy 1,6, natomiast dla zębów mlecznych 1,4. Różnica między powyższymi wynikami, obliczona na podstawie testu U Manna-Whitneya, nie była istotna statystycznie ( $p > 0,05$ ). Nie wykazano również istotnej statystycznie zależności między klasą Blacka ubytku lub kodem według ICDAS-II a liczbą potrzebnych prób. Do opracowania ponad połowy ubytków (50,8%, 35 zębów) potrzebowano jednej próby, do 44,6% (27 ubytków) – dwóch prób, natomiast 4,6% (3 zęby) ostatecznie opracowano podczas trzeciej próby. Obliczona przy pomocy współczynnika kappa Cohena zgodność pomiędzy badaczami wynosiła od 7,72 do 7,91.

Bezwzględny odsetek obecności próchnicy wykrytej podczas wszystkich wykonanych pomiarów wyniósł dla metody wizualnej 49,0%, dla metody dotykowej – 7,1%, dla DIAGNOdentu – 27,6%, dla Faceligha – 33,7%, dla wybarwiacza Caries Detector – 14,1%. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy metodą dotykową a wybarwiczem oraz DIAGNOdentem a Facelightem ( $p > 0,05$ ). Pomiędzy pozostałymi metodami występowały różnice istotne statystycznie ( $p < 0,05$ ).

Nie wykryto istotnej statystycznie zależności pomiędzy cechami ubytku przed rozpoczęciem opracowywania (klasą Blacka lub kodem ICDAS-II) a odsetkiem prób, w których przy użyciu ocenianych metod ostatecznie stwierdzono obecność zębiny próchnicowej ( $p > 0,05$ ). W przypadku większości metod nie stwierdzono zależności pomiędzy rodzajem opracowanego zęba (ząb mleczny lub stały) a odsetkiem prób ze stwierdzoną zębiną próchnicową (tab. 1). Jedynie przy użyciu wybarwiacza (Caries Detector) istotnie statystycznie częściej wykazywano obecność próchnicy w zębach mlecznych niż w zębach stałych (14,3 vs. 2,4%;  $p = 0,04$ ).

## RESULTS

The mean number of attempts (measurements needed by a student for complete cavity preparation) was 1.5. The results were 1.6 for permanent teeth and 1.4 for deciduous dentition. The difference between the above results, calculated based on the Mann-Whitney U test, was statistically insignificant ( $p > 0.05$ ). Also, no statistically significant difference was shown between the Black's class/ICDAS-II code and the number of attempts needed. One attempt was needed to prepare more than half of cavities (50.8%, 35 teeth), two attempts were necessary in 44.6% (27 cavities), and three attempts were required in 4.6% (3 teeth) of cavities. The agreement between investigators, which was calculated using Cohen's kappa coefficient, ranged between 7.72 and 7.91. The absolute rate of caries detection during all measurements was 49.0% for the visual method, 7.1% for the tactile method, 27.6% for DIAGNOdent, 33.7% for Facelight and 14.1% for Caries Detector. No statistically significant differences were found between the tactile method and caries detector and DIAGNOdent or Facelight ( $p > 0.05$ ). Statistically significant differences were found between other methods ( $p < 0.05$ ). No statistically significant relationship was found between the characteristics of carious lesions prior to cavity preparation (Black's class or ICDAS-II code) and the percentage of attempts during which dentin caries was identified using the assessed methods ( $p > 0.05$ ). For most methods, no relationship was found between the type of treated tooth (deciduous or permanent) and the percentage of attempts with detected dentin caries (tab. 1). Only for Caries Detector, caries detection rate was statistically significantly higher in deciduous teeth compared to permanent dentition (14.3 vs. 2.4%;  $p = 0.04$ ).

**Tab. 1.** Bezwzględne wyniki wykrycia próchnicy dla zębów stałych i mlecznych

	Ocena wizualna	Ocena dotykowa	DIAGNOdent	Facelight	Caries Detector
Zęby stałe	46,43%	7,14%	33,93%	37,50%	14,29%
Zęby mleczne	52,38%	7,14%	19,05%	28,57%	2,38%
p	0,560	1,00	0,103	0,355	0,043*

\* $p > 0,05$

**Tab. 1.** Absolute results for caries detection in permanent and deciduous teeth

	Visual assessment	Tactile assessment	DIAGNOdent	Facelight	Caries Detector
Permanent teeth	46.43%	7.14%	33.93%	37.50%	14.29%
Deciduous teeth	52.38%	7.14%	19.05%	28.57%	2.38%
p	0.560	1.00	0.103	0.355	0.043*

\* $p > 0.05$

Obliczona przy pomocy współczynnika kappa Cohena zgodność pomiędzy stosowanymi metodami była słaba i bardzo słaba (tab. 2). Facelight wykazał najwyższy zakres współczynnika korelacji i istotną statystycznie zgodność z największą liczbą metod: metodą wizualną ( $\hat{r} = 0,322$ ;  $p = 0,001$ ), DIAGNOdentem ( $\hat{r} = 0,235$ ;  $p = 0,019$ ) i wybarwiaczem Caries Detector ( $\hat{r} = 0,177$ ;  $p = 0,013$ ). Ocena dotykowa wykazała istotną statystycznie korelację wyłącznie z oceną wizualną ( $\hat{r} = 0,107$ ;  $p = 0,044$ ).

Obliczono czułość i swoistość stosowanych metod w odniesieniu do systemu Facelight. Najwyższą czułość w odniesieniu do Facelight uzyskała metoda wizualna (72,7%), wykazując jednocześnie najniższą swoistość (63,1%). Najwyższą swoistość uzyskała ocena dotykowa (95,4%), przy bardzo niskiej czułości (12,1%). Czułość DIAGNOdentu wyniosła 42,4%, swoistość 80,0%. Dla indykatora obliczono jedynie swoistość, która wyniosła 87,3%. Nie obliczano czułości, ponieważ tkanki były oceniane za pomocą wybarwacza, gdy Facelight jako narzędzie referencyjne wskazywał brak próchnicy.

## DYSKUSJA

Ocena zębiny na dnie opracowanego ubytku stanowi podstawę do podjęcia decyzji o dalszej preparacji lub jej braku. Pozostawienie zmienionej tkanki może mieć wpływ na powodzenie leczenia. W trakcie kształcenia przyszłych lekarzy stosowane są głównie metody podstawowe: wizualna i dotykowa. Często ocena zębiny na dnie ubytku, oczywista dla asystenta posiadającego doświadczenie kliniczne, pozostaje bardzo trudna dla studenta.

Wielu autorów twierdzi, iż absolwenci kierunku lekarsko-dentystycznego do diagnostyki próchnicy poza oceną

The agreement between the methods, calculated using Cohen's kappa coefficient, was weak or very weak (tab. 2). Facelight showed the highest range of the correlation coefficient and a statistically significant agreement with the highest number of methods: visual method ( $\hat{r} = 0.322$ ;  $p = 0.001$ ), DIAGNOdent ( $\hat{r} = 0.235$ ;  $p = 0.019$ ) and Caries Detector ( $\hat{r} = 0.177$ ;  $p = 0.013$ ). The tactile assessment showed statistically significant correlation only with the visual method ( $\hat{r} = 0.107$ ;  $p = 0.044$ ).

The sensitivity and specificity of the methods used were calculated relative to Facelight. The visual method achieved the highest sensitivity (72.7%), but the lowest specificity (63.1%) relative to Facelight. The tactile method achieved the highest specificity (95.4%), but very low sensitivity (12.1%). DIAGNOdent showed 42.4% sensitivity and 80.0% specificity. Only specificity was calculated for the indicator (87.3%). Sensitivity was not evaluated as the tissues were assessed using caries detector if Facelight, as a reference tool, indicated the absence of caries.

## DISCUSSION

The assessment of cavity-bottom dentin is a basis for the decision on further treatment. Residual carious tissue is not without significance for the therapeutic success. Two basic methods, i.e. visual and tactile, are usually used during the training of future dentists. Often, the assessment of cavity-bottom dentin, easy for a clinically experienced assistant, poses significant difficulty for a student.

A number of authors believe that graduates of dental medicine should use, in addition to visual-tactile method,

Tab. 2. Wartości współczynnika kappa Cohena (w nawiasach wartości p)

	Caries Detector	Metoda wzrokowa	Metoda dotykowa	DIAGNOdent
Metoda wzrokowa	0,124 (0,227)			
Metoda dotykowa	0,104 (0,325)	0,107 (0,044)*		
DIAGNOdent	0,290 (0,019)*	0,156 (0,088)	0,071 (0,347)	
Facelight	0,177 (0,013)*	0,322 (0,001)*	0,093 (0,173)	0,235 (0,019)*

\*p > 0,05

Tab. 2. Cohen's kappa coefficient (p-values in parentheses)

	Caries Detector	Visual	Tactile	DIAGNOdent
Visual method	0.124 (0.227)			
Tactile method	0.104 (0.325)	0.107 (0.044)*		
DIAGNOdent	0.290 (0.019)*	0.156 (0.088)	0.071 (0.347)	
Facelight	0.177 (0.013)*	0.322 (0.001)*	0.093 (0.173)	0.235 (0.019)*

\*p > 0.05

wizualno-dotykową powinni stosować również współczesne metody diagnostyczne, aby w przyszłości leczyć zgodnie z założeniami stomatologii minimalnie inwazyjnej (8, 19, 20, 25). W związku z tym, wskazane jest wprowadzenie przez uczelnie nowego programu edukacji zawierającego innowacyjne metody oceny próchnicy. Nowoczesne metody diagnostyczne w połączeniu z tradycyjnymi mogą pomóc studentom lepiej i dokładniej diagnozować próchnicę. W niniejszych badaniach ilość prób potrzebna studentom do całkowitego opracowania ubytku wyniosła 1,5. W badaniu uczestniczyli studenci V roku, posiadający już pewne doświadczenie kliniczne. Niewielka ilość prób może być związana z możliwością korzystania przez studentów, w trakcie opracowywania, z dodatkowych metod pomagających w ocenie dna ubytku.

W badaniu wykorzystano trzy nowoczesne metody oceny zębiny i tradycyjną – metodę wizualno-dotykową. Zgodność pomiędzy poszczególnymi metodami była słaba lub bardzo słaba. Facelight uzyskał najwięcej statystycznie istotnych zgodności z pozostałymi trzema metodami, podczas gdy tradycyjna metoda dotykowa była zgodna wyłącznie z metodą wizualną. Dwa niezależne badania *in vivo* stwierdziły słuszność wspomagania się techniką FACE w diagnostyce próchnicy zlokalizowanej na dnie ubytku i uznały ją za pomocną w usuwaniu zębiny próchnicowej zgodnie z założeniami MID (22, 23). Zielona fluorescencja indukowana przez urządzenie Facelight została obrana w niniejszym badaniu jako wyznacznik zakończenia opracowywania ubytku, gdyż ta nieskomplikowana i szybka metoda diagnostyczna osiągała wiele pozytywnych wyników, szczególnie w badaniach prowadzonych w warunkach *in vitro*. Według Lennon i wsp. (16) przy określeniu punktu końcowego opracowania ubytku technika FACE uzyskała najwyższą czułość (94%), swoistość (83%) oraz odsetek prawidłowych wyników (88%) w porównaniu z zastosowaniem DIAGNOdentu, wybarwiająca zębiny i metody wizualno-dotykowej. Kolejne badanie Lennon (6) także stwierdziło większą efektywność całkowitego oczyszczenia ubytku przy pomocy systemu Facelight niż metody konwencjonalnej. Lennon i wsp. (7) również zaobserwowali, za pomocą badania histologicznego, większą skuteczność tej metody w wykrywaniu próchnicowo zmienionej zębiny w porównaniu z metodą konwencjonalną, ale już nieistotną statystycznie w porównaniu z metodą związaną z użyciem wybarwiacza. Natomiast w innym badaniu autorzy doszli do przeciwnych wniosków. Użycie systemu Facelight było ich zdaniem bardziej efektywne od zastosowania wybarwiacza, natomiast porównanie systemu Facelight z metodą konwencjonalną nie dało istotnych statystycznie wyników (18). Wykorzystanie systemu Facelight służy bardziej oszczędnemu opracowaniu ubytku w porównaniu z metodą wizualno-dotykową i użyciem wybarwiacza (26).

W powyższym badaniu największą czułość (72,7%) uzyskała metoda wizualna, przy jednocześnie najniższej swoistości (63,1%). Oznacza to, że studenci potrafią rozpoznawać zębiny próchnicową na podstawie jej barwy, ale nie potrafią prawidłowo jej wykluczyć. W badaniu *in vitro*

current diagnostic techniques for caries diagnostics to ensure treatment that is in line with the principles of minimally invasive dentistry in the future (8, 19, 20, 25). Therefore, it is recommended that a new education programme comprising innovative methods for caries assessment should be introduced in universities. Modern diagnostic techniques combined with traditional methods may help students diagnose caries more effectively and accurately. The study showed that students needed 1.5 attempts for a complete cavity preparation. The research included final year students, who already had some clinical experience. The low number of attempts may be associated with the student's use of additional aids for the assessment of cavity-bottom dentin during caries excavation.

Three innovative and one traditional approach, i.e. visual-tactile method, were used for dentin assessment. The agreement between these methods was weak or very weak. Facelight achieved the highest statistically significant agreement with the other three methods, whereas the traditional tactile method showed agreement only with the visual technique. Two independent *in vivo* studies supported the additional use of FACE in cavity-bottom caries diagnostics and found it useful in the removal of carious dentin in accordance with the MID (22, 23). In the present study, the green fluorescence induced by Facelight indicated the completion of cavity preparation as this uncomplicated and quick diagnostic method has brought many positive results, especially in *in vitro* studies. According to Lennon et al. (16), FACE achieved the highest sensitivity (94%), specificity (83%) and the rate of correct results (88%) compared to DIAGNOdent, caries detector and visual-tactile method in the determination of caries removal endpoint. Another study by Lennon (6) also showed higher efficacy of Facelight compared to conventional methods in complete caries removal. Lennon et al. (7) also observed, based on histological evaluation, higher efficacy of this method for the detection of carious dentin compared to conventional method, however without statistical significance compared to caries detector. However, in another study, the authors came to the opposite conclusion. According to these authors, Facelight was more effective than caries detector; however, no statistically significant results were obtained when comparing Facelight and conventional method (18). The use of Facelight aims for a more sparing cavity preparation compared to visual-tactile method or caries detector (26).

In this study, the visual method showed the highest sensitivity (72.7%), but the lowest specificity (63.1%). This means that although students are able to identify carious dentin based on its colour, they have difficulty in its proper

Lennon i wsp. (16) uzyskano podobne wyniki – czułość metody wzrokowo-dotykowej wyniosła 76%, a swoistość 65%.

W prezentowanym badaniu czułość DIAGNOdentu wyniosła 42,4%, a swoistość 80,0%. Dla użycia wybarwiacza określono jedynie swoistość, która wyniosła 87,3%. W badaniach *in vitro* DIAGNOdent wykazał czułość w granicach 60-88%, swoistość w zakresie 50-90% (5, 15, 16). Wartości uzyskane w innych badaniach, określające zakres swoistości metody polegającej na użyciu wybarwiacza, kształtowały się na poziomie 55-100% (5, 15, 16). Tak odmienne wyniki dla systemu DIAGNOdent i metody z użyciem wybarwiacza mogą być związane z różnymi punktami odniesienia, względem których oceniano czułość i swoistość. Mogą również wskazywać na niedoskonałość powyższych metod. Podkreślane jest również doświadczenie oraz powtarzalność pomiaru, mogące mieć wpływ na wyniki uzyskane przy użyciu DIAGNOdentu (5).

Według studentów V roku stomatologii sonda Facelight okazała się bardzo pomocnym i łatwym w obsłudze urządzeniem, co potwierdziły uzyskane wyniki badań.

W wielu przypadkach, szczególnie podczas opracowywania próchnicy głębokiej, gdy metoda wizualno-dotykowa, DIAGNOdent i Facelight wskazywały na brak konieczności dalszego usuwania zębiny, wybarwiacz zabarwił dno ubytku na kolor szkarłatny, wskazując prawdopodobnie słabiej zmineralizowaną zębinę okołomiążgową lub zde-mineralizowaną, ale pozbawioną bakterii. Ostatecznie zdecydowano się w przypadku bardzo głębokich ubytków nie stosować wybarwiacza lub nie usuwać zabarwionej zębiny. W badaniach innych autorów również zdecydowano się pozostawiać wybarwioną zębinę na ścianach osiowych i dokomorowych, unikając tym samym obnażenia miazgi (1, 8). Uznano, że jest to metoda mniej dokładna w porównaniu do LF, dlatego zaleca się ostrożne jej używanie podczas opracowywania dna ubytku, szczególnie w ubytkach obejmujących w 1/3 dokomorową część zębiny (5).

## WNIOSKI

Wielu autorów zgadza się co do konieczności wspomaganie się kilkoma metodami w ocenie zębiny próchnicowej. Niniejsze badanie potwierdziło, iż urządzenie Facelight zostało słusznie obrane jako punkt odniesienia, gdyż wykazało istotną statystycznie zgodność z największą liczbą ocenianych metod diagnostycznych. System Facelight może być zatem polecany studentom jako łatwa i niewymagająca doświadczenia metoda wykrywania próchnicowo zmienionej zębiny zlokalizowanej na dnie ubytku. Konieczna jest jednak kontynuacja badań w tym zakresie na większym materiale klinicznym.

exclusion. Lennon et al. (16) obtained similar results in their *in vitro* study. The visual-tactile method showed 76% sensitivity and 65% specificity.

In the present study, DIAGNOdent showed 42.2% sensitivity and 80.0% specificity. Only specificity (87.3%) was determined for the caries detector. The sensitivity of DIAGNOdent ranged between 60 and 88%, while its specificity between 50 and 90% in *in vitro* studies (5, 15, 16). The values obtained in other studies assessing the specificity for the caries detector ranged between 55 and 100% (5, 15, 16). These differences between DIAGNOdent and caries detector may be associated with different reference points for sensitivity and specificity assessment. They can also indicate the imperfection of the above described methods. Experience and measurement repeatability are also emphasised as they may influence the outcomes obtained with the use of DIAGNOdent (5).

According to final year dentistry students, Facelight probe proved a very helpful and easy-to use tool, as confirmed by the study.

In many cases, particularly during deep caries excavation, when the visual-tactile method, DIAGNOdent and Facelight indicated no need for further dentin removal, caries detector produced scarlet colour at the cavity bottom, indicating probably poorly mineralised and demineralised peripulpal dentin without the presence of bacteria. Eventually, it was decided not to use caries detector or not to remove the coloured dentin in the case of very deep cavities. Other authors also decided to leave the coloured dentin on the axial and pulp chamber walls to avoid pulp exposure (1, 8). The method was considered to be less accurate compared to LF; therefore caution is recommended when using it during bottom caries removal, especially in carious lesions covering 1/3 of pulp chamber dentin (5).

## CONCLUSIONS

Many authors agree on the need to use several methods for the assessment of carious dentin. The present study confirmed that Facelight is an appropriate reference as it shows statistically significantly higher agreement with most of the assessed diagnostic methods. Therefore, Facelight may be recommended to students as an easy method that does not require experience for the detection of carious dentin located at the bottom of the cavity. However, the study should be continued using more clinical material.



**KONFLIKT INTERESÓW  
CONFLICT OF INTEREST**

Brak konfliktu interesów  
None

**ADRES DO KORESPONDENCJI  
CORRESPONDENCE**

\*Anna Turska-Szybka  
Zakład Stomatologii Dziecięcej WUM  
ul. Miodowa 18, 00-246 Warszawa  
tel. +48 (22) 502-20-31  
aturskaszybka@orange.pl

**nadesłano/submitted:**

21.07.2016

**zaakceptowano do druku/accepted:**

11.08.2016

**PIŚMIENICTWO/REFERENCES**

1. Van Thompson, Craig RG, Curro FA et al.: Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. *J Am Dent Assoc* 2008; 139(6): 705-712.
2. Ogawa K, Yamashita Y, Ichijo T, Fusayama T: The ultrastructure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. *J Dent Res* 1983; 62: 7-10.
3. Celiberti P, Francescut P, Lussi A: Performance of four dentine excavation methods in deciduous teeth. *Caries Res* 2006; 40: 117-123.
4. Lennon AM, Buchalla W, Brune L et al.: The ability of selected oral microorganisms to emit red fluorescence. *Caries Res* 2006; 40: 2-5.
5. Unlu N, Ermis RB, Sener S et al.: An *in vitro* comparison of different diagnostic methods in detection of residual dentinal caries. *Int J Dent* 2010; 2010: 864935.
6. Lennon AM: Fluorescence-aided caries excavation (FACE) compared to conventional method. *Oper Dent* 2003; 28: 341-345.
7. Lennon AM, Attin T, Martens S, Buchalla W: Fluorescence-aided caries excavation (FACE), caries detector, and conventional caries excavation in primary teeth. *Pediatr Dent* 2009 Jul-Aug; 31(4): 316-319.
8. Rusyan E, Dubielecka M, Słotwińska SM, Jodkowska E: Ocena przydatności indykatora próchnicy w pracy klinicznej studentów III roku stomatologii. *Nowa Stomatol* 2005; 3: 118-120.
9. Akbari M, Ah-rari F, Jafari M: A comparative evaluation of DIAGNOdent and caries detector dye in detection of residual caries in prepared cavities. *J Contemp Dent Pract* 2012; 13(4): 515-520.
10. Lai G, Zhu L, Xu X, Kunzelmann KH: An *in vitro* comparison of fluorescence-aided caries excavation and conventional excavation by microhardness testing. *Clin Oral Invest* 2014; 18(2): 599-605.
11. McComb D: Caries-Detector Dyes – How Accurate and Useful Are They? *J Can Dent Assoc* 2000; 66: 195-198.
12. Javaheri M, Maleki-Kambakhsh S, Etemad-Moghadam SH: Efficacy of Two Caries Detector Dyes in the Diagnosis of Dental Caries. *J Dent (Tehran)* 2010; 7(2): 71-76.
13. Hosoya Y, Taguchi T, Arita S, Tay FR: Clinical evaluation of polypropylene glycol-based caries detecting dyes for primary and permanent carious dentin. *J Dent* 2008; 36: 1041-1047.
14. Ganter P, Al-Ahmad A, Wrbas KT et al.: The use of computer-assisted FACE for minimal-invasive caries excavation. *Clin Oral Invest* 2014; 18: 745-751.
15. Yazici AR, Baseren M, Gokalp S: The *in vitro* performance of laser fluorescence and caries-detector dye for detecting residual carious dentin during tooth preparation. *Quintessence Int J* 2005; 36(6): 417-422.
16. Lennon AM, Buchalla W, Switalski L, Stookey GK: Residual caries detection using visible fluorescence. *Caries Res* 2002; 36: 615-619.
17. Zhang X, Tu R, Yin W et al.: Micro-computerized tomography assessment of fluorescence aided caries excavation (FACE) technology: comparison with three other caries removal techniques. *Aust Dent J* 2013; 58: 461-467.
18. Lennon AM, Buchalla W, Rassner B et al.: Efficiency of 4 Caries Excavation Methods Compared. *Oper Dent* 2006; 31(5): 551-555.
19. Adejumoke AA, Jarad FD, Komarov GN et al.: Assessing Caries Removal by Undergraduate Dental Students Using Quantitative Light-Induced Fluorescence. *J Dent Educ* 2008; 72(11): 1318-1323.
20. Parviainen H, Vähänikkilä H, Laitala ML et al.: Evaluating performance of dental caries detection methods among third-year dental students. *BMC Oral Health* 2013; 13: 70.
21. Iwami Y, Shimizu A, Narimatsu M et al.: Relationship between bacterial infection and evaluation using a laser fluorescence device, DIAGNOdent. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 419-423.
22. Stoll R, Urban-Klein B, Giacomini P et al.: *In vivo* assessment of caries excavation with a fluorescence camera compared to direct bacteriological sampling and quantitative analysis using flow cytometry. *Lasers Med Sci* 2015 Feb; 30(2): 843-849.
23. Gugnani N, Pandit IK, Srivastava N et al.: Light induced fluorescence evaluation: A novel concept for caries diagnosis and excavation. *J Conserv Dent* 2011; 14: 418-422.
24. Gugnani N, Pandit IK, Srivastava N et al.: International Caries Detection and Assessment System (ICDAS). *Int J Clin Pediat Dent* 2011; 4(2): 93-100.
25. Rosa QF, Barcelos TM, Kaizer MR et al.: Do educational methods affect students' ability to remove artificial carious dentine? A randomised controlled trial. *Eur J Dent Educ* 2013; 17(3): 154-158.
26. Lennon AM, Attin T, Buchalla W: Quantity of remaining bacteria and cavity size after excavation with FACE, caries detector dye and conventional excavation *in vitro*. *Oper Dent* 2007; 32: 236-241.