

To cite this article:

Morka Aleksandra, Jasińska Monika, Pieczyński Monika, Sobecka-Frankiewicz Magdalena, Aluchna Marcin, Mielczarek Agnieszka, Rusyan Ewa: Wpływ zastosowania powiększenia na wizualną ocenę wypełnień kompozytowych. The impact of magnification on the visual assessment of composite fillings. Nowa Stomatol/New Dentistry Journal 2026;31(2):65-76. DOI: 10.25121/NS.2026.31.2.65

To link to this article:

<https://doi.org/10.25121/NS.2026.31.2.65>

ALEKSANDRA MORKA¹, MONIKA JASIŃSKA¹, MONIKA PIECZYŃSKI¹, MAGDALENA SOBECKA-FRANKIEWICZ²,
MARCIN ALUCHNA², AGNIESZKA MIELCZAREK², *EWA RUSYAN²

Wpływ zastosowania powiększenia na wizualną ocenę wypełnień kompozytowych

The impact of magnification on the visual assessment of composite fillings

¹Student Scientific Club of Conservative Dentistry, Medical University of Warsaw

Club Supervisor: Ewa Rusyan, DDS, PhD

Studenckie Koło Naukowe Stomatologii Zachowawczej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Opiekun Koła: dr n. med. Ewa Rusyan

²Department of Conservative Dentistry, Faculty of Medicine and Dentistry, Medical University of Warsaw

Head of Department: Professor Agnieszka Mielczarek, MD, PhD

Zakład Stomatologii Zachowawczej, Wydział Lekarsko-Stomatologiczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Agnieszka Mielczarek

SŁOWA KLUCZOWE:

ocena wizualna, powiększenie, skala Ryge'a

STRESZCZENIE

Wstęp. Ocena jakości wypełnień kompozytowych jest istotnym elementem badania klinicznego i zwykle przeprowadza się ją przy użyciu lusterka stomatologicznego, w świetle lampy unitu dentystycznego. Wykorzystanie w badaniu wypełnień zarówno narzędzi dotykowych (np. sond stomatologicznych o różnej średnicy), jak i urządzeń powiększających – lup oraz mikroskopów jest dopuszczalne, jednak ich wyższość w stosunku do badania wizualnego pozostaje kontrowersyjna.

Cel pracy. Celem badania była wizualna ocena porównawcza wybranych parametrów wypełnień kompozytowych, dokonana z zastosowaniem powiększenia oraz bez niego.

Materiał i metody. W badaniu wzięło udział 26 studentów IV roku Wydziału Lekarsko-Dentystycznego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, którzy zostali podzieleni losowo na trzy grupy. Każda grupa oceniła dwa wypełnienia klasy I według Blacka, zlokalizowane na powierzchniach okluzyjnych zębów 26 i 36. Ocena oparta na zmodyfikowanej skali Ryge'a odnosiła się do następujących cech: kształt anatomiczny, dopasowanie koloru, gładkość powierzchni, szczelność brzeżna oraz obecność próchnicy wtórnej. Każda cecha (oprócz próchnicy wtórnej) była oceniana w skali od 0 (brak wady) do 3 (poważna wada). Badanie przeprowadzono w gabinecie stomatologicznym w sztucznym oświetleniu z użyciem lusterka stomatologicznego oraz w powiększeniu mikroskopu zabiegowego (z wbudowanym oświetleniem LED) i lup stomatologicznych.

Wyniki. Badanie nie wykazało istotnych różnic między metodami oceny dla następujących cech: kształt anatomiczny, gładkość powierzchni, szczelność brzeżna oraz próchnica wtórna. Jednak w przypadku dopasowywania kolorów istniała tendencja do przyznawania niższych ocen (lepsze dopasowanie) przy ocenie dokonanej z użyciem mikroskopu.

Wnioski. Tendencja do niższych ocen przy użyciu mikroskopu może wynikać z jego specyficznego charakteru oświetlenia i ograniczonego pola widzenia. Brak statystycznie istotnych różnic między metodami sugeruje, że w rutynowych warunkach ocena nieuzbrojonym okiem lub z użyciem lup może być wystarczająca.

Chociaż nie stwierdzono istotnych różnic między poszczególnymi metodami badania, wydaje się, że w fazie edukacyjnej studentów stomatologii stosowanie powiększenia prowadzi do dokładniejszej oceny wypełnień i w konsekwencji bardziej świadomych decyzji dotyczących ich naprawy lub wymiany.

KEYWORDS:

visual assessment, magnification, Ryge scale

SUMMARY

Introduction. Evaluating the quality of composite restorations is an essential element of the clinical examination and is typically performed using a dental mirror and the light from the dental unit. The use of both tactile instruments (e.g., dental probes of various diameters) and magnifying devices, such as loupes and microscopes, is acceptable, but their superiority over visual examination remains controversial.

Aim. The aim of the study was to perform a comparative visual assessment of selected parameters of composite restorations, performed with and without the use of magnification.

Material and methods. The study involved 26 fourth-year students of the Faculty of Medicine and Dentistry at the Medical University of Warsaw. They were randomly divided into three groups. Each group assessed two Black Class I restorations located on the occlusal surfaces of teeth 26 and 36. Assessments based on the modified Ryge scale addressed the following characteristics: anatomical shape, color matching, surface smoothness, marginal integrity, and the presence of secondary caries. Each characteristic (except secondary caries) was scored on a scale from 0 (no defect) to 3 (severe defect). The examination was conducted in a dental office under artificial lighting using a dental mirror and the magnification of a surgical microscope (with built-in LED lighting) and dental loupes.

Results. The study found no significant differences between the assessment methods for the following characteristics: anatomical shape, surface smoothness, marginal integrity, and secondary caries. However, for color matching, there was a tendency for lower scores (better match) when assessed using a microscope.

Conclusions. The tendency for lower assessments using a microscope may be due to its specific lighting characteristics and limited field of view. The lack of statistically significant differences between the methods suggests that, under routine conditions, assessment with the naked eye or magnifying glasses may be sufficient.

Although no significant differences were found between the different examination methods, it appears that during the educational phase of dental students, the use of magnification leads to a more accurate assessment of restorations and, consequently, more informed decisions regarding their repair or replacement.

WSTĘP

Ocena jakości wypełnień kompozytowych jest istotnym elementem badania klinicznego i decyduje o dalszych decyzjach terapeutycznych. Standardowo ocenę uzębienia przeprowadza się przy użyciu lusterka stomatologicznego, w świetle lampy unitu dentystycznego (1). Światowa Federacja Dentystyczna (FDI) dopuszcza wykorzystanie w badaniu wypełnień zarówno narzędzi dotykowych (np. sond stomatologicznych o różnej średnicy), jak i urządzeń powiększających – lup oraz mikroskopów. Zaleca również stosowanie skanerów 3D i diagnostyki radiologicznej (1). Mając na uwadze niedoskonałości ludzkiego wzroku, podczas badania coraz częściej korzysta się z narzędzi powiększających – lup dentystycznych i mikroskopu operacyjnego.

INTRODUCTION

Evaluating the quality of composite restorations is an essential element of the clinical examination and determines further therapeutic decisions. Standardly, dentition is assessed using a dental mirror and the light from the dental unit (1). The World Dental Federation (FDI) allows the use of both tactile instruments (e.g., dental probes of various diameters) and magnifying devices – loupes and microscopes – in the examination of restorations. It also recommends the use of 3D scanners and radiological diagnostics (1). Given the imperfections of human vision, magnifying instruments – dental loupes and surgical microscopes – are increasingly used during examinations. Many clinicians assume that optical magnification improves

Wielu klinicystów przyjmuje, że powiększenie optyczne poprawia precyzję diagnostyczną i pozwala na wcześniejsze wykrycie defektów wypełnień, takich jak szczeliny brzeżne czy pojawienie się próchnicy wtórnej (2-4). Wyższość metod diagnostycznych z użyciem narzędzi powiększających w stosunku do badania wizualnego pozostaje jednak kontrowersyjna (2, 3). Na podstawie piśmiennictwa można stwierdzić, że dokładność oceny przy użyciu powiększenia zwiększa się szczególnie w odniesieniu do niewielkich niedoskonałości wypełnienia czy odbudowy z materiałów złożonych (2-4). Zauważa się jednak, że w przypadku doboru koloru oraz procedur ortodontycznych korzyści z użycia powiększenia nie są tak jednoznaczne, a kluczową rolę mogą tu odgrywać inne czynniki, zwłaszcza odpowiednie warunki oświetleniowe (4, 5). Najważniejszą zaletą użycia powiększenia w pracy lekarza dentystry jest wzrost rozdzielczości, która pozwala na rozróżnienie punktów znajdujących się w mniejszej odległości niż w przypadku obserwacji nieuzbrojonym okiem. Lekarze dentyści często wykonują procedury wykraczające poza rozdzielczość zdrowego oka (4). Lepsza widoczność przekłada się na ergonomię pracy, co znajduje odzwierciedlenie w skróceniu czasu przeprowadzanej procedury oraz korekcie postawy lekarza operatora podczas zabiegu (2, 6). Wśród wad pracy w powiększeniu wymienia się koszty sprzętu oraz czas nauki i przyzwyczajania się do nowych standardów pracy (2). Jednak większość lekarzy praktyków skłania się do stosowania urządzeń powiększających, podkreślając ich pozytywny wpływ na skrócenie czasu pracy, poprawę jej jakości oraz optymalizację uzyskanych wyników leczenia (6).

Ważnym aspektem praktyki klinicznej wydaje się być wybór wielkości powiększenia, który zależy od rodzaju wykonywanej procedury i doświadczenia operatora (3, 4). Do diagnostyki przed leczeniem zachowawczym polecane jest stosowanie małych powiększeń w przedziale od 2 do 8 razy (3, 4, 7). Zapewniają one dobrą wizualizację pola zabiegowego, przy jednoczesnym zachowaniu właściwej głębi ostrości (4). Wzrost powiększenia zwiększa czułość detekcji nieprawidłowości, ale powoduje spadek swoistości, co niesie ryzyko zbyt wielu wyników fałszywie dodatnich w rozpoznaniu i kwalifikacji do leczenia inwazyjnego (7). W przypadku użycia do diagnostyki lup stomatologicznych powiększenie 2,0-3,5 razy wydaje się optymalne, a w przypadku mikroskopu operacyjnego preferowane jest powiększenie 10-krotne (3, 7).

Trwałość wypełnień kompozytowych zależy od wielu czynników związanych z zębem, pacjentem i operatorem; obejmują one zarówno właściwości materiału i technikę jego aplikacji, jak i warunki panujące w jamie ustnej, siły żucia oraz dietę (8). Ocena i w konsekwencji decyzja dotycząca postępowania klinicznego są w dużej mierze subiektywne. Istnieją jednak ustandaryzowane systemy oceny jakości uzupełnień, takie jak kryteria FDI czy skala Ryge'a (United States Public Health Service – USPHS) wraz z ich modyfikacjami, które stanowią istotne wsparcie w procesie podejmowania decyzji terapeutycznych (9-11). Skala Ryge'a poddaje ocenie

diagnostic accuracy and allows for earlier detection of restoration defects, such as marginal fissures or the appearance of secondary caries (2-4). However, the superiority of diagnostic methods using magnifying instruments over visual examination remains controversial (2, 3). Based on the literature, it can be concluded that the accuracy of assessment using magnification is improved, especially with respect to minor imperfections in fillings or composite restorations (2-4). However, it has been noted that in the case of shade selection and orthodontic procedures, the benefits of using magnification are not as clear-cut, and other factors, especially appropriate lighting conditions, may play a key role (4, 5). The most important advantage of using magnification in dentistry is the increased resolution, which allows for the distinction of points located at a shorter distance than with the naked eye. Dentists often perform procedures that exceed the resolution of the healthy eye (4). Improved visibility translates into improved work ergonomics, which is reflected in shorter procedure times and corrections to the operator's posture during the procedure (2, 6). Disadvantages of working under magnification include equipment costs and the time needed to learn and adapt to new work standards (2). However, most practitioners are inclined to use magnifying devices, emphasizing their positive impact on shortening the working time, improving its quality and optimizing the obtained treatment results (6).

An important aspect of clinical practice seems to be the choice of magnification, which depends on the type of procedure performed and the operator's experience (3, 4). For diagnostics prior to conservative treatment, low magnifications ranging from 2x to 8x are recommended (3, 4, 7). They provide good visualization of the treatment area while maintaining adequate depth of field (4). Increasing magnification increases the sensitivity of abnormality detection but decreases specificity, which carries the risk of too many false positive results in diagnosis and qualification for invasive treatment (7). When using dental loupes for diagnosis, 2.0-3.5x magnification seems optimal, while 10x magnification is preferred for a surgical microscope (3, 7).

The durability of composite restorations depends on many factors related to the tooth, the patient, and the operator; these include the material properties and application technique, as well as oral conditions, chewing forces, and diet (8). Assessment and, consequently, decisions regarding clinical management are largely subjective. However, standardized systems for assessing the quality of restorations exist, such as the FDI criteria or the Ryge scale (United States Public Health Service – USPHS) and their modifications, which provide significant support in the therapeutic decision-making process (9-11). The Ryge scale evaluates key characteristics of a restoration: its anatomical shape, color match, surface smoothness, marginal integrity, and the presence of secondary caries. Each characteristic is assigned a score, usually within a numerical range of 0-3 (10). Despite numerous scientific debates regarding the qualification of

kluczowe cechy wypełnienia: jego kształt anatomiczny, dopasowanie koloru, gładkość powierzchni, szczelność brzeżną oraz obecność próchnicy wtórnej. Każda cecha otrzymuje ocenę, zwykle w przyjętym zakresie liczbowym 0-3 (10). Pomimo licznych dyskusji naukowych dotyczących kwalifikowania wypełnień do obserwacji, naprawy bądź wymiany oraz wdrażania nowych systemów oceny skala Ryge'a wciąż znajduje szerokie zastosowanie praktyczne. Wynika to z jej uproszczonego charakteru oraz udokumentowanej skuteczności w wielu sytuacjach klinicznych (9-11).

CEL PRACY

Celem badania było porównanie skuteczności trzech metod wizualnej oceny jakości wypełnień kompozytowych przeprowadzonej nieuzbrojonym okiem, z użyciem lup stomatologicznych oraz z wykorzystaniem mikroskopu zabiegowego, przy zastosowaniu zmodyfikowanej skali Ryge'a. Określenie wpływu powiększenia na proces diagnostyczny i decyzyjny ma istotne znaczenie dla zwiększenia precyzji oraz obiektywizacji oceny klinicznej na każdym etapie kształcenia i praktyki zawodowej.

MATERIAŁ I METODY

W badaniu przeprowadzonym w lutym 2025 roku wzięło udział 26 studentów IV roku kierunku lekarsko-dentystycznego, których losowo przydzielono do trzech grup. Każdy uczestnik dokonał dwóch niezależnych ocen różnych wypełnień, stosując za każdym razem inną metodę obserwacji (nieuzbrojone oko, lupy stomatologiczne lub mikroskop zabiegowy). Przyjęta rotacja próbek i narzędzi pozwoliła wyeliminować ryzyko błędu sugestii oraz zapamiętywania cech charakterystycznych ocenianych wypełnień.

W badaniu uczestniczyło dwóch pacjentów, u których oceniono po jednym wypełnieniu klasy I według Blacka zlokalizowanym na powierzchni żującej zębów 26 oraz 36. Wypełnienia wyłoniono na podstawie zbliżonego okresu przebywania w środowisku jamy ustnej (ok. 4 lat według wywiadu z pacjentem) oraz braku cech wskazujących na skrajne wartości któregokolwiek z przyjętych kryteriów oceny. Nie uwzględniano informacji o lekarzu wykonującym odbudowę.

Jakość wypełnień analizowano w oparciu o zmodyfikowaną skalę Ryge'a, uwzględniając: kształt anatomiczny, dopasowanie kolorystyczne, gładkość powierzchni, szczelność brzeżną oraz obecność próchnicy wtórnej. Z wyjątkiem ostatniego parametru, każdą cechę oceniano w skali punktowej od 0 (brak wad) do 3 (poważna wada). Szczegółowe kryteria oceny przedstawiono w tabeli 1.

Pacjenci zostali pisemnie poinformowani o celu oraz przebiegu badania i wyrazili na nie świadomą zgodę. Projekt badania uzyskał pozytywną opinię Komisji Bioetycznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego (nr KB/31/2024).

Proces kalibracji uczestników przeprowadzono w formule nauczania rówieśniczego (*peer-teaching*). Szkolenie oraz materiały edukacyjne zostały przygotowane i zrealizowane przez studentów zaangażowanych w projekt we współpracy

restorations for observation, repair, or replacement, and the implementation of new assessment systems, the Ryge scale is still widely used in practice. This is due to its simplified nature and documented effectiveness in many clinical situations (9-11).

AIM

The aim of this study was to compare the effectiveness of three methods for visually assessing the quality of composite restorations: using the naked eye, dental loupes, and a surgical microscope, using a modified Ryge scale. Determining the impact of magnification on the diagnostic and decision-making process is crucial for increasing the precision and objectivity of clinical assessment at every stage of education and professional practice.

MATERIAL AND METHODS

The study, conducted in February 2025, involved 26 fourth-year dental students who were randomly assigned to three groups. Each participant performed two independent assessments of different restorations, each using a different observation method (naked eye, dental loupes, or surgical microscope). The rotation of samples and instruments eliminated the risk of suggestion bias and memorization of the characteristics of the restorations being assessed.

The study involved two patients who each underwent evaluation of a single Black Class I restoration located on the chewing surfaces of teeth 26 and 36. The restorations were selected based on their similar duration in the oral environment (approximately 4 years, according to the patient interview) and the absence of any features indicating extreme values for any of the adopted assessment criteria. Information about the dentist performing the restoration was not included.

Restoration quality was analyzed based on the modified Ryge scale, taking into account anatomical shape, color matching, surface smoothness, marginal integrity, and the presence of secondary caries. With the exception of the last parameter, each feature was scored on a scale from 0 (no defects) to 3 (serious defects). Detailed evaluation criteria are presented in table 1.

Patients were informed in writing about the purpose and course of the study and provided informed consent. The study project received a positive opinion from the Bioethics Committee of the Medical University of Warsaw (no. KB/31/2024).

The participant calibration process was conducted using a peer-teaching approach. The training and educational materials were prepared and implemented by students involved in the project in collaboration with their supervisors. The diagnostic agreement achieved – both within the group and among the training physicians – was 0.95 (Cohen's Kappa coefficient).

The study was conducted in a dental office setting using natural and artificial lighting. Patients were positioned

Tab. 1. Kryteria oceny według zmodyfikowanej skali Ryge'a

Oceniana cecha wypełnienia	Kryteria oceny
Kształt anatomiczny	– Wypełnienie stanowi kontynuację kształtu anatomicznego zęba – Niewielki nawis lub niedomiar wypełnienia w okolicy pobrzeża – Widoczny nawis lub niedomiar wypełnienia odsłaniający fragment zębiny – Częściowa lub całkowita utrata wypełnienia
Odcień/Dopasowanie koloru	– Kolor wypełnienia koresponduje z kolorem tkanek zęba – Wypełnienie jest widoczne, jednak odcień wydaje się prawidłowo dobrany, a przebarwienie łatwe do usunięcia – Wypełnienie jest wyraźnie widoczne, kolor jest źle dobrany, przebarwienie wymaga korekty – Kolor wypełnienia zupełnie nie koresponduje z kolorem tkanek zęba, przebarwienie nie poddaje się naprawie
Gładkość powierzchni	– Powierzchnia gładka – Niewielkie chropowatości, które mogą być usunięte poprzez polerowanie – Zauważalne chropowatości, które nie mogą być usunięte poprzez polerowanie – Duża szorstkość powierzchni, widoczne nierówności
Szczelność brzeżna	– Brzeg wypełnienia gładko przechodzi w tkanki zęba – Widoczna szczelina w obrębie szkliwa – Widoczna szczelina z odsłonięciem zębiny – Wypełnienie jest ruchome lub utracone w części lub całości
Próchnica wtórna	– Brak próchnicy wtórnej – Obecność próchnicy wtórnej

Tab. 1. Assessment criteria according to the modified Ryge scale

Evaluated filling feature	Evaluation criteria
Anatomical shape	– The filling is a continuation of the anatomical shape of the tooth – Slight overhang or insufficient filling near the shore – Visible overhang or insufficient filling exposing a fragment of dentin – Partial or complete loss of filling
Tint/Color match	– The color of the filling corresponds to the color of the tooth tissues – The filling is visible, but the shade seems to be correctly selected and the discoloration is easy to remove – The filling is clearly visible, the color is wrong, the discoloration requires correction – The color of the filling does not correspond to the color of the tooth tissues at all, the discoloration cannot be repaired
Surface smoothness	– Smooth surface – Minor roughness that can be removed by polishing – Noticeable roughness that cannot be removed by polishing – High surface roughness, visible unevenness
Marginal tightness	– The edge of the filling smoothly merges with the tooth tissue – Visible gap in the enamel – Visible gap with exposed dentin – The filling is loose or lost in part or in whole
Secondary caries	– No secondary caries – Presence of secondary caries

z opiekunami naukowymi. Uzyskana zgodność diagnostyczna – zarówno wewnątrz grupy, jak i względem lekarzy szkolących – wyniosła 0,95 (współczynnik Kappa Cohena).

Badanie przeprowadzono w warunkach gabinetu stomatologicznego przy oświetleniu naturalnym i sztucznym. Pacjenci znajdowali się w pozycji leżącej na fotelach dentystycznych w dwóch oddzielnych gabinetach. Byli oni badani kolejno przez wszystkich uczestników: początkowo wizualnie w świetle unitu przy użyciu lusterka, a następnie w powiększeniu mikroskopu zabiegowego (Zumax OMS

supine in dental chairs in two separate rooms. They were examined sequentially by all participants: initially visually in the dental unit light using a mirror, then under the magnification of a surgical microscope (Zumax OMS 2350; 0.8x setting, 6.9x magnification for an f = 250 mm objective lens and 12.5x eyepieces) and dental loupes (Galileusz Univet TTL, 2.5x magnification) (fig. 1). Only the shade of the filling examined with the naked eye was assessed after the dental unit light was turned off. During magnification, additional LED lighting built into the devices was used.

STUDENCI IV ROKU (26 OSÓB)	GRUPA	PACJENT 1	PACJENT 2
	→ GR. A (7 OSÓB)	Ocena okiem	Mikroskop
	→ GR. B (9 OSÓB)	Lupy stomatologiczne	Ocena okiem
	→ GR. C (10 OSÓB)	Mikroskop	Lupy stomatologiczne

Ryc. 1. Diagram protokołu oceny wypełnienia przez grupy A, B i C. Grupa A (7 osób): oceniono wypełnienie u pacjenta 1 „gołym okiem” (bez powiększenia; metodą kontrolną) oraz u pacjenta 2 za pomocą mikroskopu operacyjnego. Grupa B (9 osób): oceniano wypełnienie u pacjenta 1 za pomocą lup stomatologicznych (powiększenie ok. 2,5 x), a u pacjenta 2 „gołym okiem”. Grupa C (10 osób): oceniano wypełnienie u pacjenta 1 za pomocą mikroskopu (regulowane powiększenie, głównie 8 x), a wypełnienie u pacjenta 2 za pomocą lup stomatologicznych

2350; nastawienie 0,8 x, powiększenie 6,9 x dla obiektywu f = 250 mm i okularów 12,5 x) oraz lup dentystycznych (Galileusza Univet TTL, powiększenie 2,5 x) (ryc. 1). Jedynie odcień wypełnienia badany nieuzbrojonym okiem szacowano po wyłączeniu lampy unitu. Podczas pracy w powiększeniu stosowano dodatkowe oświetlenie LED wbudowane w urządzenie.

Każdy pacjent znajdował się pod opieką wyznaczonej osoby odpowiedzialnej za bezpieczeństwo, higienę oraz jego dobrostan; w trakcie badania pacjenci mieli zapewnione przerwy wypoczynkowe na każde żądanie, co pozwoliło na utrzymanie powtarzalnych warunków pracy dla wszystkich uczestników. Nie przeprowadzono wcześniejszej oceny wypełnień przez lekarza nadzorującego, gdyż celem badania było określenie tendencji w ocenie klinicznej, a nie weryfikacja słuszności spostrzeżeń. Wszystkie oceny przeprowadzano niezależnie, bez konsultacji między obserwatorami. W badaniu nie wykorzystano zgłębników, skanerów 3D ani diagnostyki radiologicznej, koncentrując się wyłącznie na ocenie wzrokowej.

Analiza statystyczna

Dla każdej cechy przeprowadzono osobną analizę wariancji (ANOVA), traktując wyniki numeryczne 0-3 jako przybliżoną skalę interwałową. Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$. Gdy stwierdzono statystycznie istotny efekt, planowano przeprowadzenie porównań post-hoc (Tukey) między metodami oceny. Dodatkowo wyniki ANOVA zostały zweryfikowane za pomocą nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa dla każdej cechy jako analizę uzupełniającą. Wszystkie analizy statystyczne zostały przeprowadzone za pomocą oprogramowania Statistica, wersja 13.3.

WYNIKI

Wszystkie trzy metody oceny umożliwiły wykrycie drobnych odchyleń w jakości badanych wypełnień, przy czym

STUDENTS 4 th YEAR (26 PEOPLE)	GROUP	PATIENT 1	PATIENT 2
	→ GR. A (7 PEOPLE)	Assessment by eye	Microscope
	→ GR. B (9 PEOPLE)	Dental loupes	Assessment by eye
	→ GR. C (10 PEOPLE)	Microscope	Dental loupes

Fig. 1. Diagram of the protocol for the evaluation of the restoration by groups A, B, and C. Group A (7 people): the restoration in patient 1 was assessed with the naked eye (without magnification; control method) and in patient 2 with the use of an operating microscope. Group B (9 people): the restoration in patient 1 was assessed with dental loupes (magnification approximately 2.5 x), and in patient 2 with the naked eye. Group C (10 people): the restoration in patient 1 was assessed with a microscope (adjustable magnification, mainly 8 x), and the restoration in patient 2 with the use of dental loupes

Each patient was supervised by a designated person responsible for their safety, hygiene, and well-being; during the study, patients were provided with rest breaks upon request, which allowed for consistent working conditions for all participants. No prior assessment of the fillings by the supervising physician was performed, as the purpose of the study was to identify trends in clinical assessments and not to verify the validity of observations. All assessments were performed independently, without interobserver consultation. The study did not utilize probes, 3D scanners, or radiological diagnostics; the focus was solely on visual assessment.

Statistical analysis

A separate analysis of variance (ANOVA) was performed for each trait, treating the numerical scores 0-3 as an approximate interval scale. A significance level of $p < 0.05$ was adopted. When a statistically significant effect was found, post-hoc comparisons (Tukey) between the assessment methods were planned. Additionally, ANOVA results were verified using the nonparametric Kruskal-Wallis test for each trait as a supplementary analysis. All statistical analyses were performed using Statistica software, version 13.3.

RESULTS

All three evaluation methods detected minor deviations in the quality of the tested restorations, with most results indicating no or minor defects (scores 0 or 1). Scores of 2 (moderate defect) were less common, and scores of 3 (serious defect) occurred only occasionally. Detailed results of the study are summarized in table 2.

Anatomical shape, smoothness, and marginal seal were assessed as having only minor deviations from the generally accepted standard, regardless of whether the restorations

Tab. 2. Porównanie rozkładu cech jakości wypełnienia (skala 0-3 lub 0-1) według zastosowanej metody oceny wizualnej (n = liczba ocen)

Charakterystyka wypełnienia	Metoda oceny	n	Mediana	Wynik (min-max)
Kształt anatomiczny	„Gołym okiem” (bez powiększenia)	16	1	0-2
	Lupy stomatologiczne	19	1	0-3
	Mikroskop operacyjny	17	1	0-2
Odcień (dopasowanie koloru)	„Gołym okiem”	16	2	1-3
	Lupy stomatologiczne	19	2	0-3
	Mikroskop operacyjny	17	1	0-2
Gładkość powierzchni	„Gołym okiem”	16	1	0-3
	Lupy stomatologiczne	19	1	0-3
	Mikroskop operacyjny	17	1	0-2
Szczelność brzeżna	„Gołym okiem”	16	1	0-3
	Lupy stomatologiczne	19	1	0-3
	Mikroskop operacyjny	17	1	0-3
Próchnica wtórna	„Gołym okiem”	16	0	0-1
	Lupy stomatologiczne	19	0	0-1
	Mikroskop operacyjny	17	0	0-1

Tab. 2. Comparison of the distribution of filling quality characteristics (scale 0-3 or 0-1) according to the visual assessment method used (n = number of assessments)

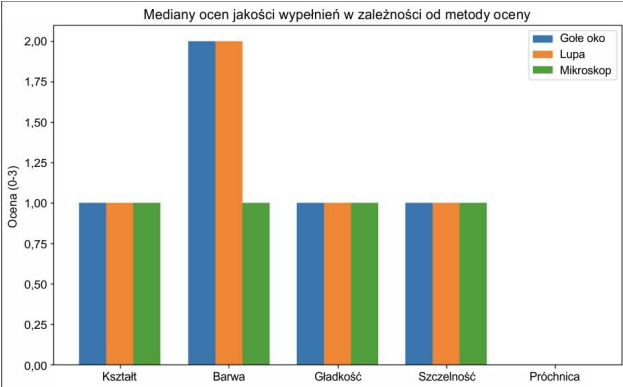
Filling characteristics	Evaluation method	n	Median	Result (min-max)
Anatomical shape	“With the naked eye” (without magnification)	16	1	0-2
	Dental magnifying glasses	19	1	0-3
	Operating microscope	17	1	0-2
Hue (color matching)	“With the naked eye”	16	2	1-3
	Dental magnifying glasses	19	2	0-3
	Operating microscope	17	1	0-2
Surface smoothness	“With the naked eye”	16	1	0-3
	Dental magnifying glasses	19	1	0-3
	Operating microscope	17	1	0-2
Marginal tightness	“With the naked eye”	16	1	0-3
	Dental magnifying glasses	19	1	0-3
	Operating microscope	17	1	0-3
Secondary caries	“With the naked eye”	16	0	0-1
	Dental magnifying glasses	19	0	0-1
	Operating microscope	17	0	0-1

większość wyników wskazywała na brak lub drobne wady (wyniki 0 lub 1). Wyniki 2 (umiarkowana wada) były rzadsze, a wyniki 3 (poważna wada) występowały tylko sporadycznie. Szczegółowe wyniki badania zestawiono w tabeli 2.

Anatomiczny kształt, gładkość i szczelność brzeżną oceniono jako mające jedynie niewielkie odchylenia od przyjętego ogólnie standardu, niezależnie od tego, czy wypełnienia oceniano nieuzbrojonym okiem, za pomocą lup dentystycznych czy mikroskopu zabiegowego. Zakresy uzyskanych wyników dla tych cech również były porównywalne. Dla

were assessed with the naked eye, dental loupes, or a surgical microscope. The ranges of scores obtained for these characteristics were also comparable. For anatomical shape and marginal seal, both exemplary and moderate deficiencies were noted across all assessment methods. Severe deficiencies in shape and marginal seal were observed very rarely (fig. 2).

In the case of secondary caries, almost all raters reported its absence. Only a few observers noted a suspicion of secondary caries – a score of 1 occurred sporadically.



Ryc. 2. Mediany ocen jakości wypełnień według zastosowanej metody oceny wizualnej

anatomicznego kształtu i szczelności brzeżnej we wszystkich metodach oceny odnotowano zarówno przypadki wzorowe, jak i umiarkowane wady. Bardzo rzadko obserwowano poważne wady w kategoriach kształtu i szczelności brzeżnej (ryc. 2).

W przypadku próchnicy wtórnej niemal wszyscy oceniający zgłaszali jej brak. Tylko nieliczni obserwatorzy odnotowali podejrzenie próchnicy wtórnej – wynik 1 pojawiał się sporadycznie.

Największe rozbieżności między poszczególnymi metodami zaobserwowano podczas oceny dopasowania kolorów. Bez powiększenia mikroskopu lub lup częściej wykrywano istotne różnice w odcieniu między wypełnieniem a otaczającymi tkankami zęba, podczas gdy w dużym powiększeniu oceniający zauważyli jedynie niewielkie różnice w niezgodności kolorów.

Analiza wariancji nie wykazała statystycznie istotnych różnic między zastosowanymi metodami oceny dla żadnej z analizowanych cech ($p > 0,05$). Najniższe wartości p odnotowano w przypadku dopasowania kolorystycznego ($p = 0,128$) oraz gładkości powierzchni ($p = 0,557$). Dla parametrów, takich jak kształt anatomiczny, szczelność brzeżna i obecność próchnicy wtórnej wartości p były znacznie wyższe (odpowiednio $p = 0,80$, $p = 0,92$ i $p = 0,95$). Wyniki te wskazują, że wybór metody obserwacji wizualnej nie różnił w sposób istotny ocen wystawianych poszczególnym parametrom (tab. 3).

Tab. 3. Wyniki jednokierunkowej analizy wariancji (ANOVA) porównującej złożone oceny jakości wypełnienia (skala 0-3 lub 0-1) dla trzech metod wizualnej oceny, dla każdej cechy

Charakterystyka	F (ANOVA)	p (ANOVA)
Kształt anatomiczny	0.22	0.802
Odcień (kolor)	2.15	0.128
Gładkość powierzchni	0.59	0.557
Szczelność brzeżna	0.08	0.923
Próchnica wtórna	0.06	0.945

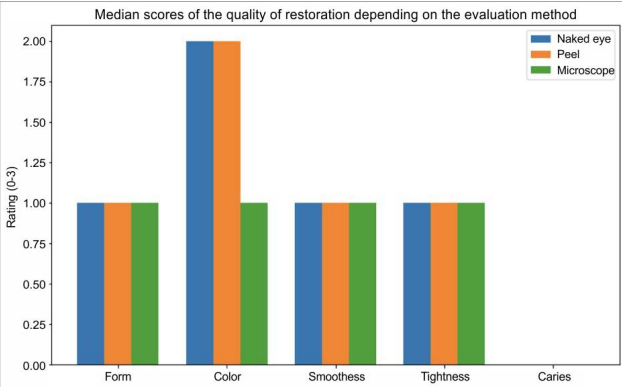


Fig. 2. Median scores of the quality of restorations according to the visual assessment method used

The greatest discrepancies between the different methods were observed when assessing shade matching. Without microscope or loupes, significant shade differences between the restoration and the surrounding tooth structure were more likely to be detected, whereas with high magnification, assessors only noticed minor differences in shade mismatch.

Analysis of variance did not reveal statistically significant differences between the assessment methods used for any of the analyzed characteristics ($p > 0.05$). The lowest p values were recorded for color matching ($p = 0.128$) and surface smoothness ($p = 0.557$). For parameters such as anatomical shape, marginal seal, and the presence of secondary caries, p values were significantly higher ($p = 0.80$, $p = 0.92$, and $p = 0.95$, respectively). These results indicate that the choice of visual observation method did not significantly differentiate the ratings given to individual parameters (tab. 3).

DISCUSSION

In our study, the use of optical magnification did not lead to significant differences in the evaluation of restorations in terms of their anatomical shape, color matching, smoothness, marginal integrity, or the presence of secondary caries. However, this does not mean that such an advantage would not occur in other clinical situations, especially in the case of microdefects, which may not have been present in our study or were below the detection threshold of the methods used.

Tab. 3. Results of one-way analysis of variance (ANOVA) comparing composite filling quality scores (scale 0-3, or 0-1) for the three visual assessment methods, for each attribute

Characteristic	F (ANOVA)	p (ANOVA)
Anatomical shape	0.22	0.802
Shade (color)	2.15	0.128
Surface smoothness	0.59	0.557
Marginal tightness	0.08	0.923
Secondary caries	0.06	0.945

DYSKUSJA

W przeprowadzonym badaniu użycie powiększenia optycznego nie doprowadziło do istotnego różnicowania ocen wypełnień pod względem ich kształtu anatomicznego, dopasowania koloru, gładkości, szczelności brzeżnej czy obecności próchnicy wtórnej. Nie oznacza to jednak, że taka przewaga nie wystąpi w innych sytuacjach klinicznych, zwłaszcza w przypadku mikrodefektów, które mogły nie występować w naszym badaniu lub znajdować się poniżej progu detekcji zastosowanych metod. Standardowa ocena wzrokowa wydaje się w dużej mierze wystarczająca do wykrywania typowych niedoskonałości wypełnień.

Badania innych autorów wykazały, że w różnych dziedzinach stomatologii praca w powiększeniu przynosi wymierne korzyści, ułatwiając diagnostykę próchnicy oraz optymalizując proces decyzyjny w zakresie naprawy i wymiany wypełnień (4, 12-14). W badaniach własnych oceniane wypełnienia były przeważnie niezadowolające pod względem estetyki. Niewystarczające opracowanie wypełnienia lub zużycie trybologiczne, zależne między innymi od zastosowanego materiału, objawiało się chropowatą powierzchnią i przebarwieniami, które były dostrzegalne zarówno w powiększeniu, jak i podczas oceny nieuzbrojonym okiem.

Jedno z ocenianych wypełnień charakteryzowało się wyraźną nieszczelnością brzeżną z towarzyszącym przebarwieniem oraz porowatością powierzchni. Niemal wszyscy studenci, niezależnie od metody oceny, sklasyfikowali szczelność tego wypełnienia jako niesatysfakcjonującą oraz odnotowali jego chropowatość. W rezultacie średnie noty parametrów szczelności i gładkości były zbliżone w obu grupach obserwatorów. Sugeruje to, że klinicznie istotne defekty są możliwe do zdiagnozowania z porównywalną dokładnością zarówno przy użyciu nieuzbrojonego oka, jak i z zastosowaniem powiększenia optycznego.

Niniejsze badanie nie potwierdziło przewagi mikroskopu lub lup dentystycznych w detekcji subtelnych nieprawidłowości. Choć można by oczekiwać, że powiększenie obrazu ułatwi wykrycie mikrodefektów, takich jak drobne nieszczelności czy mikropęknięcia powierzchniowe, zazwyczaj niedostrzegalne nieuzbrojonym okiem, to żaden z ocenianych parametrów nie wykazał statystycznie istotnej poprawy w tym zakresie. Wynik ten sugeruje, że w badanych przypadkach zwiększenie powiększenia nie przełożyło się na zmianę klasyfikacji klinicznej wypełnień.

Dobrze udokumentowano, że ocena koloru zębów zależy od licznych czynników, takich jak warunki oświetleniowe (rozpraszanie światła, połysk), temperatura barwowa oraz wskaźnik oddawania barw (Ra) źródła światła, a także kierunek padania wiązki oraz jej odbicie lub absorpcja. Ocena wypełnień powinna być przeprowadzana w warunkach zbliżonych do naturalnych – w gabinecie stomatologicznym, po wyłączeniu lampy unitu (15). Kluczową rolę w ogólnym postrzeganiu barwy odgrywają również ludzkie oko i mózg (13).

W badaniach własnych zaobserwowano interesujący trend w ocenie dopasowania kolorystycznego. Podczas

Standard visual assessment appears to be largely sufficient for detecting typical restoration imperfections.

Studies by other authors have shown that working with magnification in various fields of dentistry brings tangible benefits, facilitating the diagnosis of caries and optimizing the decision-making process regarding the repair and replacement of restorations (4, 12-14). In our own studies, the restorations evaluated were mostly unsatisfactory in terms of aesthetics. Insufficient preparation of the restoration or tribological wear, depending, among other things, on the material used, manifested itself as a rough surface and discoloration, which were visible both under magnification and during naked eye examination.

One of the evaluated restorations was characterized by significant marginal leakage accompanied by discoloration and surface porosity. Almost all students, regardless of the assessment method, classified the seal of this restoration as unsatisfactory and noted its roughness. As a result, the mean scores for seal and smoothness parameters were similar between the two groups of observers. This suggests that clinically significant defects can be diagnosed with comparable accuracy using both the naked eye and optical magnification.

This study did not confirm the superiority of a microscope or dental loupes in detecting subtle irregularities. Although one might expect that image magnification would facilitate the detection of micro-defects, such as minor leaks or surface microcracks, typically imperceptible to the naked eye, none of the parameters assessed demonstrated a statistically significant improvement in this regard. This result suggests that, in the cases studied, increasing magnification did not translate into a change in the clinical categorization of the restorations.

It is well documented that tooth color assessment depends on numerous factors, such as lighting conditions (light scattering, gloss), color temperature and color rendering index (Ra) of the light source, as well as the beam direction and its reflection or absorption. Restoration assessment should be performed under conditions as close to natural as possible – in a dental office, after the dental unit light has been turned off (15). The human eye and brain also play a key role in overall color perception (13).

In our own studies, an interesting trend was observed in the assessment of color matching. During the assessment without magnification, some observers assessed the match negatively, while under the microscope, all considered the difference to be minimal at best. This phenomenon can be explained by the specificity of microscopic examination, which provides very strong, focused illumination and a constant viewing angle. Intense light reflected from the composite and enamel surfaces can homogenize the perceived shade. However, when assessed under the dental unit's light, the varying angle of incidence of the beam and the material's refractive index can accentuate color heterogeneity. Furthermore, high magnification limits the field of view – the observer focuses on a small fragment, losing

oceny bez powiększenia część obserwatorów oceniała dopasowanie negatywnie, podczas gdy pod mikroskopem wszyscy uznali różnicę za co najwyżej niewielką. Zjawisko to można tłumaczyć specyfiką badania mikroskopowego, które zapewnia bardzo silne, skupione oświetlenie oraz stały kąt obserwacji. Intensywne światło odbite od powierzchni kompozytu i szkliva może ujednolicać postrzegany odcień. Natomiast podczas oceny w świetle unitu zmienny kąt padania wiązki oraz współczynnik załamania światła materiału mogą uwypuklać heterogeniczność barw. Ponadto duże powiększenie ogranicza pole widzenia – obserwator skupia się na małym fragmencie, tracąc odniesienie do otaczających tkanek. Paradoksalnie, praca nieuzbrojonym okiem może ułatwiać wykrywanie niezgodności kolorystycznych, podczas gdy silne światło mikroskopu i ograniczone pole widzenia mogą dominować w percepcji, utrudniając ocenę niuansów barwnych (15, 16).

Nie można pominąć wpływu czynnika ludzkiego oraz doświadczenia operatorów na uzyskane wyniki. Brak biegłości w posługiwaniu się lupami stomatologicznymi, a w szczególności mikroskopem zabiegowym, mógł wpływać na poczucie pewności siebie studentów. Mogło to skutkować przyjmowaniem bardziej ostrożnych i zachowawczych kryteriów oceny podczas pracy w powiększeniu, co jest zjawiskiem charakterystycznym dla początkowego etapu krzywej uczenia w obsłudze zaawansowanych systemów optycznych.

W obrębie ocenianych wypełnień nie stwierdzono obecności próchnicy wtórnej, co uniemożliwiło weryfikację skuteczności jej detekcji w różnych wariantach powiększenia. Można jednak założyć, że w przypadku wystąpienia zmian patologicznych – zwłaszcza tych o charakterze mikroskopijnym – wysokie powiększenie ułatwiłoby ich rozpoznanie. Analogiczne wnioski można odnieść do oceny pęknięć szkliva w sąsiedztwie wypełnień oraz identyfikacji marginalnych defektów materiału odtwórczego, które często pozostają niewidoczne w badaniu makroskopowym (14, 17, 18).

Wyniki niniejszego badania wskazują, że przy optymalnym oświetleniu i zastosowaniu lup stomatologicznych (a także w przypadku rzetelnej oceny wzrokowej) możliwa jest wystarczająca diagnostyka podstawowych parametrów jakościowych wypełnień kompozytowych. Nie odnotowano przypadków, w których brak powiększenia skutkowałby pominięciem istotnych klinicznie wad. Ponadto w zakresie oceny kształtu i gładkości – parametrów kluczowych dla komfortu pacjenta oraz trwałości odbudowy – badacze wykazali wysoką spójność ocen niezależnie od metody, co świadczy o dużej powtarzalności analizy klinicznej. Niemniej jednak należy podkreślić, że prawidłowe stosowanie urządzeń optycznych niewątpliwie poprawia ergonomię pracy, chroni wzrok operatora i zwiększa precyzję podczas wykonywania procedur zabiegowych (19).

OGRANICZENIA BADANIA

Na uzyskane wyniki niewątpliwie wpłynęła mała liczba analizowanych przypadków oraz ich niska różnorodność

reference to the surrounding tissues. Paradoxically, working with the naked eye can facilitate the detection of color discrepancies, whereas the strong light of the microscope and the limited field of view can dominate perception, making it difficult to assess color nuances (15, 16).

The influence of human factors and operator experience on the obtained results cannot be ignored. A lack of proficiency in using dental loupes, particularly the surgical microscope, may have affected students' subjective confidence. This may have led to them adopting more cautious and conservative assessment criteria when working under magnification, a phenomenon typical of the initial stage of the learning curve in using advanced optical systems.

No secondary caries was detected within the evaluated restorations, which prevented verification of its detection effectiveness at various magnification levels. However, it can be assumed that if pathological changes occurred—especially microscopic ones—high magnification would facilitate their diagnosis. Similar conclusions can be drawn regarding the assessment of enamel cracks adjacent to restorations and the identification of marginal defects in the restorative material, which often remain invisible on macroscopic examination (14, 17, 18).

The results of this study indicate that with optimal lighting and the use of dental loupes (as well as with reliable visual assessment), it is possible to sufficiently diagnose the basic quality parameters of composite restorations. There were no cases where the lack of magnification resulted in missing clinically significant defects. Furthermore, in terms of assessing shape and smoothness – parameters crucial for patient comfort and restoration durability – the researchers demonstrated high consistency of assessments regardless of the method, demonstrating high reproducibility of the clinical analysis. Nevertheless, it should be emphasized that the correct use of optical devices undoubtedly improves work ergonomics, protects the operator's eyesight, and increases precision during surgical procedures (19).

LIMITATIONS OF THE STUDY

The obtained results were undoubtedly influenced by the small number of analyzed cases and their low clinical diversity, which is a significant limitation of this study. Furthermore, it included fourth-year dental students with relatively little clinical experience. It can be assumed that practicing dentists, who are more proficient in working with magnification systems, could derive greater diagnostic benefits from their use. Another limitation is the inherent subjectivity of the adopted rating scale. To increase the objectivity of future analyses, it seems advisable to implement instrumental methods, such as surface profilometry or the use of color markers to detect marginal leaks.

CONCLUSIONS

In everyday clinical practice, traditional visual assessment remains a reliable method for verifying the quality

kliniczna, co stanowi istotne ograniczenie niniejszego badania. Ponadto objęło ono studentów IV roku stomatologii o relatywnie niewielkim doświadczeniu klinicznym. Można przypuszczać, że lekarze praktycy, cechujący się większą biegłością w pracy z systemami powiększającymi, mogliby czerpać z ich zastosowania wyraźniejsze korzyści diagnostyczne. Kolejnym ograniczeniem jest immanentna subiektywność przyjętej skali ocen. W celu zwiększenia obiektywizacji przyszłych analiz celowe wydaje się wdrożenie metod instrumentalnych, takich jak profilometria powierzchni czy zastosowanie znaczników barwnych do detekcji nieszczelności brzeżnych.

WNIOSKI

W codziennej praktyce klinicznej tradycyjna ocena wzrokowa pozostaje rzetelną metodą weryfikacji jakości wypełnień. Niemniej jednak stosowanie lup stomatologicznych i mikroskopów zabiegowych oferuje szereg korzyści wykraczających poza samą diagnostykę, takich jak poprawa ergonomii pracy czy ochrona narządu wzroku operatora. W procesie dydaktycznym wdrożenie systemów powiększających – zwłaszcza w połączeniu z modelem nauczania rówieśniczego (*peer-teaching*) – sprzyja lepszemu zrozumieniu kryteriów jakościowych oraz obiektywizacji oceny. Choć niniejsze badanie nie wykazało różnic w czułości poszczególnych metod, wydaje się, że praca w powiększeniu na etapie kształcenia zwiększa uważność na detale, co w przyszłości może prowadzić do trafniejszych decyzji klinicznych dotyczących naprawy lub wymiany odbudów.

of restorations. However, the use of dental loupes and surgical microscopes offers a number of benefits beyond diagnostics, such as improved work ergonomics and eye protection. In the teaching process, the implementation of magnification systems—especially when combined with a peer-teaching model—promotes a better understanding of quality criteria and objectivity in assessment. Although this study did not demonstrate differences in sensitivity between methods, it appears that working under magnification during training increases attention to detail, which may lead to more accurate clinical decisions regarding repair or replacement of restorations in the future.

KONFLIKT INTERESÓW CONFLICT OF INTEREST

Brak konfliktu interesów
None

ADRES KORESPONDENCYJNY CORRESPONDENCE

*Ewa Rusyan
Zakład Stomatologii Zachowawczej
Wydział Lekarsko-Stomatologiczny
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Binieckiego 6, 02-097 Warszawa
tel.: +48 (22) 116-64-46
ewa.rusyan@wum.edu.pl

PIŚMIENNICTWO/REFERENCES

1. Hickel R, Mesinger S, Opdam N et al.: Revised FDI criteria for evaluating direct and indirect dental restorations—recommendations for its clinical use, interpretation, and reporting. *Clin Oral Investig* 2023; 27(6): 2573-2592.
2. Christensen GJ: Magnification in dentistry: useful tool or another gimmick? *JADA* 2003; 134: 1647-1650.
3. Çubukcu İ, Işcan Yapar M: The role of visual aids in the clinical success of posterior restorations: Randomized controlled clinical trial. *Heliyon* 2024; 10(20): e38876.
4. Chauhan S, Chauhan R, Bhasin P, Bhasin M: Magnification: The game changer in dentistry. *World J Methodol* 2025; 15(2): 100937.
5. Murbay S, Neelakantan P, Li KY, Pow EHN: Effect of magnifying loupes on tooth preparation of complete coverage crown: A quantitative assessment using a digital approach. *Eur J Dent Educ* 2023; 27(4): 1053-1059.
6. Iqbal A, Karobari MI, Shrivastava D et al.: Practices and preferences in the use of magnification among endodontists and restorative dentists: A multicentre study. *PLoS One* 2025; 20(1): e0311391.
7. Sisodia N, Manjunath MK: Impact of low level magnification on incipient occlusal caries diagnosis and treatment decision making. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(8): ZC32-35.
8. Neuhaus KW, Jost F, Perrin P, Lussi A: Impact of different magnification levels on visual caries detection with ICDAS. *J Dent* 2015; 43(12): 1559-1564.
9. Santos MJMC, Zare E, McDermott P, Santos Junior GC: Multifactorial Contributors to the Longevity of Dental Restorations: An Integrated Review of Related Factors. *Dent J (Basel)* 2024; 12(9): 291.
10. Kwiatek J, Leśna M, Piskórz W, Kaczewiak J: Comparison of the Diagnostic Accuracy of an AI-Based System for Dental Caries Detection and Clinical Evaluation Conducted by Dentists. *J Clin Med* 2025; 14: 1566.

11. Schmalz G, Ryge G: Reprint of Criteria for the clinical evaluation of dental restorative materials. *Clin Oral Invest* 2005; 9: 215-232.
12. Maggio MP, Villegas H, Blatz MB: The effect of magnification loupes on the performance of preclinical dental students. *Quintessence Int* 2011; 42(1): 45-55.
13. Joiner A: Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32 (Suppl. 1): 3-12.
14. Cvar J, Ryge G: Reprint of Criteria for the Clinical Evaluation of Dental Restorative Materials. *Clin Oral Investig* 2005; 9(4): 215-232.
15. Posavec I, Prpić V, Zlatarić DK: Influence of Light Conditions and Light Sources on Clinical Measurement of Natural Teeth Color using VITA Easyshade Advance 4,0° Spectrophotometer. Pilot Study. *Acta Stomatol Croat* 2016; 50(4): 337-347.
16. Wilde S, Campos PH, Marcondes APM et al.: Optical magnification has no benefits on the detection of occlusal caries lesions in permanent molars using different visual scoring systems: An in vitro study. *J Clin Exp Dent* 2020; 12(5): e479-e487.
17. Forgie AH, Pine CM, Pitts NB: Restoration removal with and without the aid of magnification. *J Oral Rehabil* 2001; 28: 309-313.
18. Lussi A, Kronenberg O, Megert B: The effect of magnification on the iatrogenic damage to adjacent tooth surfaces during class II preparation. *J Dent* 2003; 31: 291-296.
19. Aldosari MA: Dental Magnification Loupes: An Update of the Evidence. *J Contemp Dent Pract* 2021; 22(3): 310-315.

nadesłano/submitted:

15.04.2026

zaakceptowano do druku/accepted:

13.05.2026