

## Leczenie biologiczne nieodwracalnego zapalenia miazgi – czy to możliwe? Przedstawienie aktualnych zaleceń Amerykańskiego Stowarzyszenia Endodontów w odniesieniu do Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego

Vital pulp treatment of irreversible pulpitis – is it possible? Presentation of current recommendations of the American Association of Endodontists with regard to the European Society of Endodontology

Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Endodoncji, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

### SŁOWA KLUCZOWE

leczenie biologiczne, leczenie przyżyciowe miazgi, nieodwracalne zapalenie miazgi, amputacja miazgi, cement krzemowo-wapniowy, zęby stałe dojrzałe

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Leczenie biologiczne miazgi pozwala zachować żywotność zęba, wpisując się w trend stomatologii minimalnie inwazyjnej. Najlepszym wypełnieniem kanału jest zdrowa miazga i powinniśmy dążyć do jej zachowania, kiedy tylko jest to możliwe.

**Cel pracy.** Celem pracy było przedstawienie innowacyjnego spojrzenia Amerykańskiego Stowarzyszenia Endodontów (AAE) na terapię przyżyciową miazgi zębów stałych dojrzałych z nieodwracalnym zapaleniem miazgi, w odniesieniu do obowiązujących zaleceń Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego (ESE).

**Materiał i metody.** Zestawiono najnowsze wytyczne AAE i ESE dotyczące leczenia pulpopatii, ze szczególnym uwzględnieniem pulpopatii nieodwracalnej zębów stałych. Dokonano przeglądu piśmiennictwa z wykorzystaniem bazy PubMed. Użyto słów kluczowych: „irreversible pulpitis” i „mature permanent teeth”.

**Wyniki.** Piśmiennictwo donosi o wysokim wskaźniku sukcesu leczenia biologicznego zębów stałych z nieodwracalnym zapaleniem miazgi z zastosowaniem amputacji miazgi. Zabieg ten przeprowadza się w oparciu o fakt, iż zapalenie nieodwracalne nie zawsze obejmuje całą miazgę i często występuje tylko w jej części koronowej. Dotychczas zalecane leczenie endodontyczne w niektórych przypadkach klinicznych jest metodą leczenia zbyt inwazyjną.

**Wnioski.** Ocena stanu miazgi odgrywa kluczową rolę w skuteczności leczenia zapalenia nieodwracalnego z zastosowaniem metody amputacji miazgi. Temat terapii przyżyciowej zębów stałych dojrzałych jest wciąż otwarty, a zalecenia dotyczące pulpopatii nieperfekcyjne. W przypadku wątpliwości diagnostycznych w pierwszej kolejności należy zastosować metodę leczenia mniej inwazyjną. Opracowanie rzetelnej metodologii diagnostycznej powinno być jednym z priorytetów w badaniach endodontycznych, aby uniknąć dylematów co do właściwej metody leczenia.

## KEYWORDS

biological treatment, vital pulp therapy, irreversible pulpitis, pulpotomy, calcium silicate-based cement, mature permanent teeth

## SUMMARY

**Introduction.** Vital pulp therapy allows for preservation the vitality of the tooth, in line with the trend of minimally invasive dentistry. The best filling of the root canal is healthy pulp and we should strive to preserve it whenever possible.

**Aim.** The aim of the study was to present an innovative view of the American Association of Endodontics (AAE) on the vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis, in relation to the current recommendations of the European Society of Endodontology (ESE).

**Material and methods.** The latest AAE and ESE guidelines for the treatment of pulpitis were compiled, with particular emphasis on mature permanent teeth with irreversible pulpitis. The literature was reviewed using the PubMed database. Keywords used were: “irreversible pulpitis” and “mature permanent teeth”.

**Results.** The literature reports about high success rate in vital pulp treatment of permanent teeth with irreversible pulpitis using pulpotomy. This treatment is performed based on the fact that irreversible inflammation does not always include the entire pulp and often occurs only in its coronal part. So far recommended root canal treatment, in some clinical cases is too invasive method of treatment.

**Conclusions.** The assessment of the pulp status plays a key role in the success of effectiveness of the treatment of irreversible pulpitis using the pulpotomy. The topic of vital pulp therapy in permanent mature teeth is still open and the recommendations concerning pulpitis are non-perfect. In case of uncertain diagnosis, a less invasive method of treatment should be used first. Development of a reliable diagnostic methodology should be one of the priorities in endodontic research to avoid dilemmas as to the appropriate method of treatment.

## WSTĘP

Istotą leczenia biologicznego miazgi (ang. *vital pulp therapy* – VPT) jest zachowanie żywej miazgi – w części lub w całości. W tym celu stosuje się preparaty przeciwbakteryjne i odontotropowe, wspierające siły obronne i regeneracyjne miazgi, prowadząc do wygojenia istniejących zmian zapalnych i wytworzenia zębiny trzeciorzędowej (1).

Mimo opracowanej terminologii, diagnostyki oraz leczenia zapaleń miazgi, stomatolodzy wciąż mają trudności w postawieniu trafnej diagnozy i wyborze metody leczenia pulpopatii – często zapobiegawczo postępują bardziej inwazyjnie niż wymaga tego sytuacja kliniczna. Należy dążyć do zachowania żywotności miazgi możliwie jak najdłużej, dzięki czemu ocalone są funkcje immunologiczne, strukturalna integralność zęba, a zmniejszeniu ulegają koszty i niedogodności dla pacjentów (2). Leczenie przyżyciowe miazgi niesie niepodważalne korzyści dla pacjenta. Było ono dotychczas wskazane szczególnie w pulpopatii odwracalnej bezobjawowej o etiologii próchnicowej bez lub z odsłonięciem miazgi, pourazowym odsłonięciu miazgi, a także pulpopatii odwracalnej objawowej przede wszystkim w zębach stałych niedojrzałych (1). Ostatnio wraz z rozwojem koncepcji endodoncji minimalnie inwazyjnej na całym świecie piśmiennictwo donosi o wysokim wskaźniku sukcesu leczenia biologicznego zębów stałych dojrzałych z częściowym nieodwracalnym zapaleniem miazgi z zastosowaniem amputacji miazgi (1, 3-5). Celem amputacji (ang. *pulpotomy*) jest usunięcie części miazgi, która uległa zwyrodnieniom i zmianom nieodwracalnym, pozostawiając zdrową tkankę, a po osiągnięciu hemostazy ostatecznie zachowanie żywotności zęba (6). Pulpotomia ma przewagę

nad konwencjonalnym leczeniem kanałowym ze względu na utrzymanie witalności, zdolności neurosensorycznych i propriocepcji. Ponadto jest technicznie mniej skomplikowana, tańsza i mniej czasochłonna (7).

## CEL PRACY

Celem niniejszej pracy było przedstawienie innowacyjnego spojrzenia Amerykańskiego Stowarzyszenia Endodontów (American Association of Endodontics – AAE) na terapię przyżyciową miazgi zębów stałych dojrzałych z nieodwracalnym zapaleniem miazgi, w odniesieniu do obowiązujących zaleceń Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego (European Society of Endodontology – ESE).

## MATERIAŁ I METODY

Dokonano przeglądu piśmiennictwa z wykorzystaniem bazy PubMed. Użyto słów kluczowych: „irreversible pulpitis” i „mature permanent teeth”. Zestawiono najnowsze wytyczne AAE i ESE dotyczące leczenia pulpopatii, ze szczególnym uwzględnieniem pulpopatii nieodwracalnej zębów stałych.

## AKTUALNA TERMINOLOGIA I ZALECENIA POSTĘPOWANIA W PRZYPADKU PRÓCHNICY GŁĘBOKIEJ I ZAPALEŃ MIAZGI

Europejskie Towarzystwo Endodontyczne w 2019 roku przedstawiło nowe stanowisko na temat postępowania w próchnicy głębokiej, pulpopatii oraz zastosowania terapii przyżyciowej miazgi (8, 9). Próchnica głęboka została podzielona ze względu na zasięg zmian radiologicznych na głęboką i bardzo głęboką. W głębokich zmianach próchnicowych między ubytkiem a miazgą obecna jest zębina zbita lub

twarda, podczas gdy bardzo głęboka zmiana próchnicowa penetruje całą grubość zębiny klinicznie i radiologicznie (9, 10). W celu zapobiegania ekspozycji miazgi, która może negatywnie wpłynąć na rokowanie, zaleca się, aby podczas leczenia próchnicy głębokiej opracowywać ubytek selektywnie lub etapowo. Sелеktywne usunięcie zębiny próchnicowej polega na pozostawieniu zębiny miękkiej lub zbitej tylko na dokomorowej ścianie ubytku, podczas gdy boczne ściany należy opracować do zębiny twardej. Natomiast etapowe usuwanie zębiny próchnicowej odbywa się najczęściej w dwóch etapach. Pierwszy krok obejmuje opracowanie ubytku do zębiny miękkiej, z tymczasowym uzupełnieniem na okres 6-12 miesięcy cementem szkło-jonomerowym. W kolejnym etapie, po usunięciu wypełnienia tymczasowego, zaleca się selektywne usunięcie zębiny próchnicowej do zębiny zbitej lub twardej. Procedury te, dzięki zastosowaniu przykrycia pośredniego miazgi, mają na celu uniknięcie jej odsłonięcia, dezaktywację środowiska mikrobiologicznego, zatrzymanie procesu próchnicowego (1) i w konsekwencji, przy minimalnie inwazyjnym postępowaniu, zachowanie vitalności zęba. W przypadkach, w których podczas opracowywania ubytku dochodzi do ekspozycji miazgi, wskazane jest przykrycie bezpośrednie – w warunkach aseptycznych z zastosowaniem biomateriału: cementu krzemowo-wapniowego bezpośrednio na odsłoniętą miazgę i ostateczne wypełnienie ubytku (8). Leczenie biologiczne jest możliwe według ESE przede wszystkim w odwracalnym zapaleniu miazgi, które charakteryzuje się: począwszy od braku dolegliwości bólowych, do ostrego odczuwania bólu na bodźce spowodowane, szczególnie zimne, bez wrażliwości na perkusję. Alternatywnie w przypadkach częściowego nieodwracalnego zapalenia miazgi można zastosować amputację miazgi (8). Nieodwracalne zapalenie miazgi charakteryzuje się epizodami bólu samoistnego, promieniującego, który utrzymuje się po usunięciu bodźca (8). W tej sytuacji według ESE wskazane jest leczenie endodontyczne.

Wolters i wsp. (11) zaproponowali nową klasyfikację zapaleń miazgi, którą przedstawiono w tabeli 1. Autorzy uwzględnili w niej: pulpopatię początkową i łagodną, w których zalecają przykrycie pośrednie miazgi, umiarkowane zapalenie miazgi leczone metodą amputacji częściowej

lub całkowitej, a także postać ciężkiego zapalenia miazgi, w którym w zależności od możliwości utrzymania hemostazy wskazują na amputację całkowitą/głęboką lub ekstyrpację miazgi.

Wskazania do leczenia biologicznego (ESE):

1. Pulpopatie odwracalne, powstające w następstwie głębokich ubytków pochodzenia próchnicowego lub niepróchnicowego.
2. Pourazowe odsłonięcia miazgi, w zależności od terminu urazu.
3. Częściowe nieodwracalne zapalenie miazgi.

Przeciwwskazania do leczenia biologicznego:

1. Zaawansowane pulpopatie nieodwracalne.
2. Krwawienie przedłużające się powyżej 5 min.
3. Zniszczenie korony, przy braku możliwości odbudowy.
4. Obniżona reakcja miazgi na testy wrażliwości.
5. Objęcie procesem chorobowym tkanek okołowierzchołkowych.
6. Głębokie zapalenie przyzębia ze zmianami wstecznymi w miazdze.
7. Niezadowolający stan ogólny, np. terapia immunosupresyjna czy radioterapia głowy i szyi.

## NIEODWRACALNE ZAPALENIE MIAZGI A LECZENIE BIOLOGICZNE

W większości przypadków dojrzałe zęby stałe, w których klinicznie zdiagnozowano nieodwracalne zapalenie miazgi, leczy się za pomocą metody ekstyrpacji miazgi. Jednakże badania histologiczne wykazały, iż zapalenie nieodwracalne miazgi może dotyczyć tylko jej części koronowej. Miazga jest tkanką bardzo wrażliwą, podatną na uszkodzenia, ale również bogatą w naczynia, nerwy i posiadającą odpowiedni mechanizm obrony immunologicznej. Odpowiedź miazgi jest dostrzegalna histologicznie, gdy próchnica obejmuje zębinę pierwotną, a nawet samo szkliwo (12). Reakcją na działanie bakterii próchnicotwórczych jest wytworzenie zębiny reakcyjnej i naprawczej, celem powstrzymania penetracji bakterii w zębinie. Nieleczona choroba próchnicowa prowadzi do dalszego uszkodzenia kompleksu miazgowo-zębinowego i powstania zlokalizowanego stanu zapalnego. Zapalenie to

Tab. 1. Klasyfikacja zapaleń miazgi według Woltersa i wsp. (11)

Diagnoza	Objawy	Leczenie
Początkowe zapalenie miazgi	Zwiększona, ale niewydłużona reakcja na zimny bodziec, brak reakcji na perkusję, brak bólu spontanicznego	Przykrycie pośrednie miazgi
Łagodne zapalenie miazgi	Zwiększona, wydłużona reakcja na bodziec zimny, ciepły, słodki, do 20 s, możliwa wrażliwość na perkusję	Przykrycie pośrednie miazgi
Umiarkowane zapalenie miazgi	Silna, przedłużona reakcja na bodziec zimny – do kilku minut, możliwa wrażliwość na perkusję, spontaniczny ból zmniejszający się po zażyciu leków przeciwbólowych	Amputacja miazgi koronowej – częściowa/całkowita
Ciężkie zapalenie miazgi	Silny ból samoistny, wyraźna reakcja na bodziec ciepły i zimny. Ostry lub tępy, pulsujący ból nasilający się w pozycji leżącej. Ząb wrażliwy na dotyk i perkusję	Leczenie endodontyczne/ ewentualnie w zależności od stanu miazgi amputacja całkowita/głęboka

spowodowane jest przez toksyny bakteryjne, które działają cytotoksycznie, lub przez bakterie wywierające bezpośredni wpływ jako antygeny. Jeżeli uszkodzenie miazgi jest znaczne, powstają w niej ogniska martwicy, a bakterie atakujące miazgę kolonizują nekrotyczną tkankę. Jako mechanizm obronny organizmu komórki immunologiczno-zapalne otaczają martwiczą miazgę i kolonie bakterii, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się infekcji. Kilka milimetrów od tego miejsca tkanka miazgowa jest zwykle wolna od zapalenia i bakterii (13). W zębach wielokorzeniowych infekcja może dotyczyć jednego kanału, przy czym w innym miazga może być zdrowa (14). W teorii przyjmuje się, że jeśli zainfekowana miazga jest usunięta, to miazga pozostała po amputacji po przykryciu odpowiednim biomateriałem ma szansę zachować żywotność. Oprócz czynnika bakteryjnego zapalenie miazgi może być również spowodowane przez urazy fizyczne czy chemiczne. Zasada gojenia ran miazgi nie różni się od tkanek w innych częściach ciała (15). Mimo ograniczonego potencjału regeneracji ma ona dobry potencjał naprawczy. Gojenie po zabiegu pulpotomii zachodzi z udziałem twardej blizny – zębiny naprawczej (1, 16). Badania ukazują podobne wyniki histologiczne i wysoki wskaźnik sukcesu zarówno w zębach stałych niedojrzałych, jak i dojrzałych z zapaleniem nieodwracalnym miazgi po amputacji z przykryciem materiałem MTA (mineralny agregat trójtlenkowy) lub Biodentine (17-26). Ostatnie publikacje przedstawiają bardziej korzystne wyniki badań nad zachowaniem witalności miazgi, która według starszych zaleceń skazana była na leczenie kanałowe, co wynika z lepszego zrozumienia biologii miazgi oraz postępów w materiałoznawstwie.

American Association of Endodontics podsumowało w ostatnim czasie wyniki badań klinicznych, ukazujące, iż w rzeczywistości procedury stosowane dotychczas w leczeniu niedojrzałych zębów stałych z odwracalnym i nieodwracalnym zapaleniem miazgi mogą być również stosowane w zębach dojrzałych (15). Randomizowane badania kliniczne dowodzą, że leczenie biologiczne zębów stałych z pulpopatią

nieodwracalną ma duży odsetek powodzenia w grupie wiekowej mieszczącej się w zakresie od 9 do 65 lat (23, 27). Dzięki zastosowaniu terapii przyżyciowej mechanizm odpornościowy oraz potencjał regeneracyjny zdrowej miazgi są zachowane (15), w przeciwieństwie do leczenia kanałowego, podczas którego cała miazga, zarówno zainfekowana, jak i zdrowa, jest usuwana. Leczenie endodontyczne pulpopatii nieodwracalnych ma obecnie wciąż wyższy i bardziej przewidywalny wskaźnik sukcesu niż leczenie biologiczne (28, 29), ale wynika to m.in. z faktu, iż leczenie przyżyciowe jest metodą stosowaną w zębach dojrzałych zaledwie od kilkunastu lat. Materiały do VPT są wciąż ulepszone i w związku z tym ukazują się badania rzucające nowe światło na leczenie pulpopatii nieodwracalnej nieco bardziej zachowawczo. W tabeli 2 porównano aktualne stanowiska dwóch towarzystw endodontycznych: ESE i AAE, które mimo pewnych różnic mają wspólny cel: zachowanie zdrowej miazgi, a tym samym dobro pacjenta.

## DIAGNOSTYKA

Rozpoznanie choroby miazgi opiera się na subiektywnych objawach pacjenta, wynikach badania klinicznego i radiologicznego (15). Niestety procedury diagnostyczne nie są w 100% wiarygodne bez wyników badania histologicznego. Wciąż nie ma wystarczających dowodów naukowych potwierdzających, że objawy kliniczne czy testy wrażliwości wskazują bezpośrednio na pulpopatię odwracalną czy nieodwracalną. Badanie wrażliwości miazgi przeprowadzane jest celem sprawdzenia funkcji nerwów czuciowych na zimno, ciepło lub prąd. Nie jest to badanie żywotności miazgi ani wskaźnik zasięgu uszkodzenia miazgi. Sam objaw bólu nie może służyć do przewidywania zakresu i dotkliwości uszkodzenia miazgi. Może być on jednym z objawów stanu zapalnego, ale nie ma dowodów potwierdzających, że intensywność bólu jest związana z nasileniem uszkodzenia tkanki. W rzeczywistości zęby z zapaleniem miazgi mogą być bezbolesne. I przeciwnie, badania potwierdzają, iż zęby dające

**Tab. 2.** Ogólne stanowisko Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego i Amerykańskiego Stowarzyszenia Endodontów dotyczące leczenia próchnicy głębokiej

Europejskie Towarzystwo Endodontyczne	Amerykańskie Stowarzyszenie Endodontów
<b>Leczenie z zastosowaniem koferdamu i mikroskopu endodontycznego</b>	
Wyróżnia próchnicę głęboką i bardzo głęboką	Nie wyróżnia próchnicy bardzo głębokiej
Selektywne usuwanie próchnicy (1- lub 2-etapowa technika) w zębach z odwracalnym zapaleniem miazgi, pod warunkiem, że ocena radiologiczna potwierdza obecność zębiny oddzielającej ubytek próchnicowy od komory miazgi	Próchnica powinna być nieselektywnie (całkowicie) usunięta w każdym przypadku
Rozpoznanie na podstawie objawów oraz badania klinicznego, radiologicznego i testów wrażliwości miazgi (dopuszczalny czas krwawienia do 5 min)	Rozpoznanie i ostateczny wybór metody leczenia głównie na podstawie wyglądu miazgi i czasu krwawienia (dopuszczalny czas krwawienia do 10 min)
Konsensus: Obu grupom zależy na zachowaniu zdrowej miazgi, a tym samym żywych zębów w jamie ustnej. Należy dążyć do spójnych informacji odnośnie do terminologii, diagnostyki i metodologii, aby uniknąć wątpliwości w konkretnych przypadkach klinicznych (30)	

dolegliwości bólowe, zdiagnozowane jako nieodwracalne zapalenie miazgi, były w wielu przypadkach z powodzeniem leczone poprzez amputację miazgi z zastosowaniem cementów krzemowo-wapniowych. Mając na uwadze powyższe, Amerykańskie Stowarzyszenie Endodontów zaleca ustalenie rozpoznania i ostateczny wybór metody leczenia głównie na podstawie wyglądu miazgi i czasu krwawienia.

Proponowany protokół postępowania Amerykańskiego Stowarzyszenia Endodontów w leczeniu próchnicy głębokiej i zapaleń miazgi (ryc. 1.):

1. Izolacja zęba przy użyciu koferdamu, dezynfekcja pola operacyjnego, całkowite usunięcie próchnicy z zastosowaniem mikroskopu.
2. Jeżeli miazga nie jest narażona na bezpośrednie działanie próchnicy, miazga prawdopodobnie jest żywa i niezakażona, ząb jest bezobjawowy, wówczas opracowany ubytek należy leczyć metodą przykrycia pośredniego i wykonać wypełnienie ostateczne.
3. Jeżeli miazga nie jest narażona na bezpośrednie działanie próchnicy, jest żywa, ale ząb jest objawowy, prawdopodobnie miazga jest objęta w pewnym stopniu stanem zapalnym, ale posiada potencjał samogojenia, można podjąć próbę przykrycia pośredniego. Badanie kontrolne należy wykonać po 2 tygodniach. Jeśli objawy utrzymują się lub rozwijają się zapalenie przyzębia okołowierzchołkowego, wskaza-

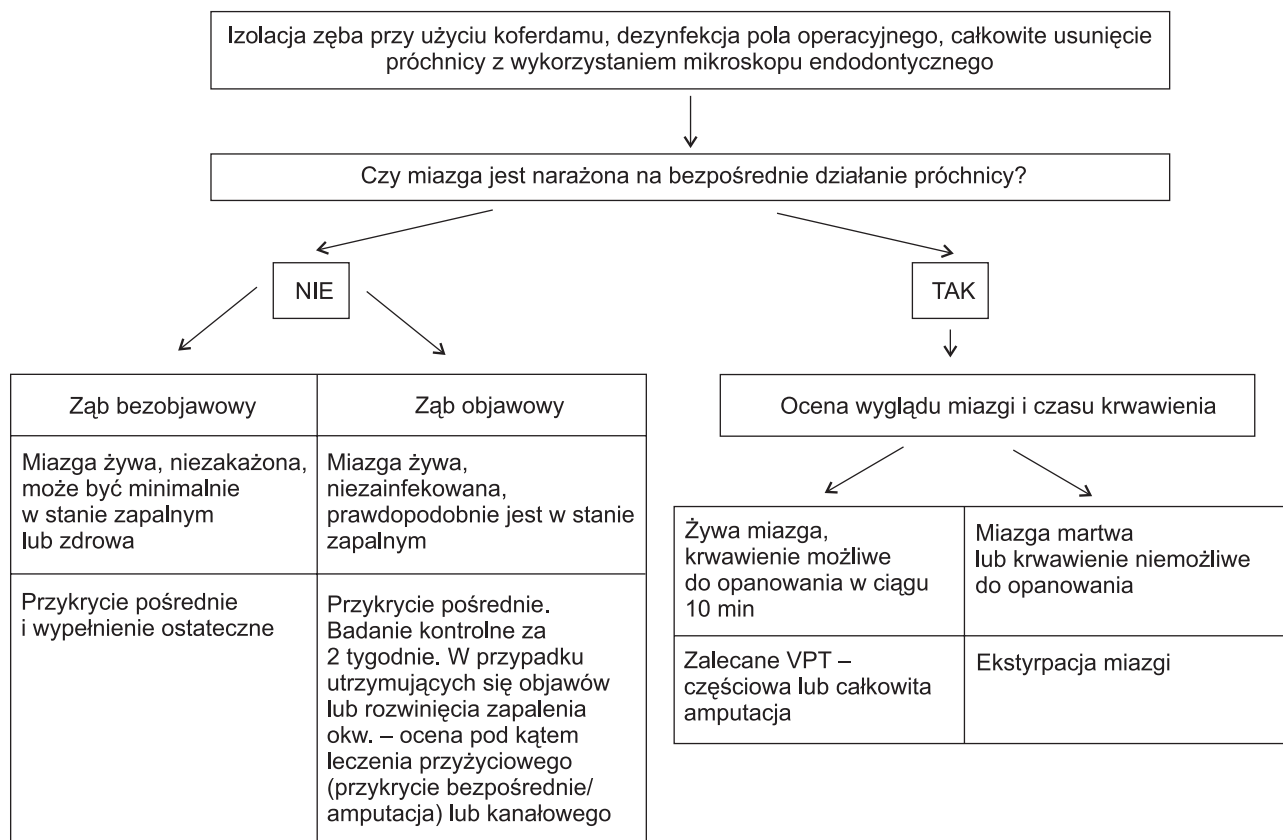
na jest ocena pod kątem amputacji miazgi lub leczenia endodontycznego.

4. W przypadku gdy miazga koronowa jest narażona na działanie próchnicy, zakażona i objęta stanem zapalnym, zaleca się nieselektywne oczyszczenie ubytku:

- A. odsłonięta miazga wykazuje oznaki świeżego krwawienia, które jest możliwe do opanowania w ciągu 10 min. Zalecane jest leczenie przyżyciowe metodą amputacji częściowej lub całkowitej,
- B. odsłonięta miazga koronowa nie krwawi, jest martwa lub krwawienie nie jest możliwe do opanowania. Zalecana jest ekstyrpacja miazgi.

Proponowany protokół postępowania w przypadku pulpapatii nie jest perfekcyjny, jednakże wskazuje, iż dotychczas zalecane leczenie endodontyczne w wielu przypadkach klinicznych jest metodą leczenia zbyt inwazyjną. Amputacja miazgi zębów stałych dojrzałych z nieodwracalnym zapaleniem miazgi ma duży odsetek powodzeń, w szczególności, jeżeli zęby są ku temu słusznie zakwalifikowane.

Obecnie preparatem zalecanym do dezynfekcji rany miazgowej zarówno przez ESE (8), jak i AAE (31) jest podchloryn sodu (NaOCl). Za dopuszczalne stężenie przyjęto: 0,5%-5% (8), jednak najczęściej stosuje się roztwór 2,5%, ponieważ wyższe stężenia NaOCl są bardziej toksyczne dla drobnoustrojów oraz komórek macierzystych miazgi



Ryc. 1. Proponowany protokół postępowania dla zapaleń miazgi według AAE

(1, 27). Zastosowanie 2,5% NaOCl znacznie redukuje ból pooperacyjny oraz pozytywnie wpływa na sukces leczenia biologicznego (32). Ten nieorganiczny związek pełni rolę przeciwdrobnoustrojową, zapewniając także hemostazę. Ocena tkanek miazgi w powiększeniu mikroskopu zabiegowego, zarówno przed, jak i po zastosowaniu podchlorynu sodu pełni kluczową rolę w ostatecznej decyzji dotyczącej metody leczenia. Krwawienie musi być kontrolowane, aby umożliwić ocenę kliniczną stanu zapalnego i móc zidentyfikować potencjalne tkanki martwicze wymagające usunięcia. Hemostaza tkanki miazgi jest zwykle osiągnięta przez umieszczenie na dnie ubytku watki bawełnianej nasączonej roztworem podchlorynu sodu. Dopuszczalny czas tamowania krwawienia według zaleceń ESE (8) wynosi do 5 minut, natomiast według AAE (31) do 10 minut. Substancja ta nie wpływa na integralność tkanki, jest bezpieczna w bezpośrednim kontakcie z miazgą, należy jednak pamiętać, aby po jej zastosowaniu przemyć ubytek solą fizjologiczną, ponieważ kontakt NaOCl z biomateriałem powoduje zmianę jego koloru oraz potęguje potencjał przebarwiający tkanki zęba (33, 34). Efekt dezynfekcji oraz hemostazy jest również możliwy z wykorzystaniem glukonianu chlorheksydyny (0,2%-2%), jednak w badaniach klinicznych był on rzadko stosowany (8). Preparat ten może powodować zmianę morfologii powierzchni cementu przykrywającego miazgę (34), zmniejszając adhezję biomateriału do zębiny, jak również szczególnie w pierwszej dobie po zastosowaniu zaburzać proces wiązania MTA (1, 34, 35).

Możliwości leczenia przyżyciowego miazgi zyskały na sile wraz z wprowadzeniem na rynek cementów krzemowo-wapniowych (36). Immunomodulacyjny charakter nowej generacji preparatów zapewnia dodatkowe korzyści, takie jak: biokompatybilność, osteogenność i bioaktywność (37-41). Zmineralizowany most tkankowy utworzony podczas leczenia biologicznego z wykorzystaniem cementów krzemowo-wapniowych wykazuje lepszą jakość i szczelność w porównaniu z wodorotlenkiem wapnia (31, 42). Wodorotlenek był niegdyś uważany za złoty standard, jednak ma on istotne wady, m.in.: słabe właściwości mechaniczne, niedostateczne przyleganie do ścian zębiny, dezintegracja i resorpcja pod wpływem płynu kanalikowego, tworzenie pustych przestrzeni w mostach zębinowych, brak właściwości antybakteryjnych, co przekłada się na nieprzewidywalne wyniki leczenia (43). Związek ten został wyparty przez współczesne biomateriały mające korzystne właściwości fizykochemiczne, które obejmują: wysoką alkaliczność, aktywność osteokondukcyjną, mineralizację wewnątrzkanalikową, hamowanie tworzenia biofilmu, hamowanie mediatorów prozapalnych i bólu pooperacyjnego miazgi (38, 44-46). Obecnie dostępnych jest wiele tego typu preparatów, które różnią się m.in. składem, rozpuszczalnością, wytrzymałością na ściskanie, przepuszczalnością promieni rentgenowskich czy czasem wiązania. Dotychczasowe doniesienia naukowe potwierdzają, że ProRootMTA (Dentsply Maillefer), Biodentine (Septodont, Francja) i EndoSequence

Root Repair Material (ERRM; Brasseler USA, Savannah, GA) są bioaktywnymi materiałami o podobnym potencjale indukowania proliferacji i osteogennego różnicowania komórek macierzystych oraz tworzenia mostów zębinowych przy zachowaniu żywej miazgi polecanymi w technikach regeneracyjnych miazgi (8, 31, 47, 48). Materiał ProRootMTA jest cementem, który należy mieszać manualnie, do pełnego związania wymaga obecności wody, a czas wiązania wynosi średnio 1-3 godz., co powoduje konieczność leczenia wieloetapowego, ponadto może przebarwić tkanki zęba z powodu zawartości tlenku bizmutu, daje jednak bardzo dobry kontrast w obrazie RTG (49). Natomiast Biodentine jest syntetycznym materiałem na bazie krzemianów wapnia, który należy miksować przy pomocy wstrząsarki, ponieważ jest konfekcjonowany w postaci kapsułek z proszkiem i ampulek z płynem. Preparat charakteryzuje się łatwiejszą aplikacją, krótszym czasem wiązania, ale daje słabszy kontrast w obrazie RTG, który wręcz maleje z upływem czasu (43, 47, 49, 50). Środkiem zapewniającym widoczność na zdjęciach rentgenowskich jest dwutlenek cyrkonu ( $ZrO_2$ ) (51), który nie wpływa na występowanie przebarwień tkanek zęba. EndoSequence Root Repair Material, znany również jako Total Fill BC RRM (Brasseler U.S.A. Dental, LLC), jest syntetycznym, gotowym do zastosowania materiałem w postaci pasty. Materiał w przeciwieństwie do MTA umożliwia leczenie jednowizytowe oraz nie powoduje przebarwień zębów, ponieważ nie zawiera metali ciężkich. Wskazywany jest jako potencjalny zamiennik cementów krzemowo-wapniowych zawierających tlenek bizmutu, szczególnie w przednim odcinku uzębienia (52). Do tej pory najlepiej udokumentowanym materiałem w procedurach leczenia przyżyciowego jest mineralny agregat trójtlenkowy (43).

Niezbędne są przyszłe badania *in vitro* i *in vivo* ciągle pojawiających się nowych preparatów, np.: Neo MTA Plus (Avalon Biomed), NeoPutty (NuSmile, Houston, TX, USA) czy TheraCal LC (Bisco, Schaumburg, IL, USA) oraz uzasadnienia słuszności ich stosowania podczas przykrycia amputowanej miazgi. W najnowszym przeglądzie systematycznym oceniającym VPT w dojrzałych zębach stałych z objawowym nieodwracalnym zapaleniem miazgi (27) wykazano, że całkowity odsetek powodzeń (3-5 lat) oscylował w granicach 80-100% dla MTA czy Biodentine (3, 4, 18, 21, 22, 26, 27), podczas gdy wodorotlenek wapnia wykazywał skuteczność w 37,5-55% (4, 20). Wyniki te potwierdzają, że procedury leczenia biologicznego przy użyciu hydraulicznych cementów krzemowo-wapniowych są klinicznie bezpieczne i skuteczne.

W piśmiennictwie dyskutowany jest problem, czy w zębach stałych dojrzałych zaawansowane metody biologiczne mogą być stosowane, ponieważ nadal wymagana jest długoterminowa obserwacja w odniesieniu do możliwych powikłań. Wybór metody zależy m.in. od takich czynników, jak indywidualna ocena przewidywanego długotrwałego sukcesu leczenia czy planowany sposób odbudowy ubytku (1). W miazdze, po leczeniu biologicznym, może dojść m.in. do obliteracji kanału. Jednakże odkładanie złożeń

mineralnych najczęściej ma miejsce w pierwszym roku od leczenia, kiedy ząb w szczególności wymaga wizyt kontrolnych, co umożliwia szybkie wychwycenie patologii i ocenę prawidłowego przebiegu procesu gojenia.

## WNIOSKI

W oparciu o wysoki odsetek powodzenia leczenia biologicznego miazgi dojrzałych zębów stałych z nieodwracalnym zapaleniem miazgi powyższa terapia w wielu przypadkach może być alternatywną opcją leczenia kanałowego lub ekstrakcji. Zachowanie żywych zębów poprawia

jakość życia pacjentów i jest celem nadrzędnym. Jednak pacjenci powinni pamiętać, że medycyna daje szansę, a nie gwarancję.

Temat terapii przyżyciowej zębów stałych dojrzałych z zapaleniem nieodwracalnym jest wciąż otwarty, a zalecenia dotyczące pulpopatii nieperfekcyjne. W przypadku wątpliwości diagnostycznych w pierwszej kolejności należy zastosować metodę leczenia mniej inwazyjną. Opracowanie rzetelnej metodologii diagnostycznej powinno być jednym z priorytetów w badaniach endodontycznych, aby uniknąć dylematów co do właściwej metody leczenia pulpopatii.

## KONFLIKT INTERESÓW

Brak konfliktu interesów

## ADRES DO KORESPONDENCJI

\*Katarzyna Ulacha  
Katedra i Zakład Stomatologii  
Zachowawczej i Endodoncji  
Pomorski Uniwersytet Medyczny  
w Szczecinie  
ul. Powstańców Wielkopolskich 72,  
70-111 Szczecin  
tel.: +48 734-190-148  
kasia.ulacha@wp.pul

### To cite this article:

Ulacha K, Nowicka A: Leczenie biologicznie nieodwracalnego zapalenia miazgi – czy to możliwe? Przedstawienie aktualnych zaleceń Amerykańskiego Stowarzyszenia Endodontów w odniesieniu do Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego. *Vital pulp treatment of irreversible pulpitis – is it possible? Presentation of current recommendations of the American Association of Endodontists with regard to the European Society of Endodontology* [in Polish]. *Nowa Stomatol* 2022;27(1):39-47. DOI: 10.25121/NS.2022.27.1.39

### To link to this article:

<https://doi.org/10.25121/NS.2022.27.1.39>

## PIŚMIENNICTWO

1. Barańska-Gachowska M: Endodoncja wieku rozwojowego i dojrzałego. [W:] Lipski M (red.): Leczenie pulpopatii odwracalnych – metody biologiczne. Wydawnictwo Czelej, Lublin 2021: 259-299.
2. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL et al.: Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017; 50: 825-829.
3. Qudeimat MA, Alyahya A, Hasan AA: Mineral trioxide aggregate pulpotomy for permanent molars with clinical signs indicative of irreversible pulpitis: A preliminary study. *Int Endod J* 2017; 50: 126-134.
4. Taha NA, Khazali MA: Partial Pulpotomy in Mature Permanent Teeth with Clinical Signs Indicative of Irreversible Pulpitis: A Randomized Clinical Trial. *J Endod* 2017; 43: 1417-1421.
5. Taha NA, Abdelkader SZ: Outcome of full pulpotomy using Biodentine in adult patients with symptoms indicative of irreversible pulpitis. *Int Endod J* 2018; 51: 819-828.
6. Zafar K, Nazeer MR, Ghafoor R, Khan FR: Success of pulpotomy in mature permanent teeth with irreversible pulpitis: A systematic review. *J Conserv Dent* 2020; 23(2): 121-125.
7. Simon DS: Endodontic case difficulty assessment: The team approach. *Gen Dent* 1999; 47: 340-344.
8. Duncan HF, Galler KM, Tomson PL et al.: European Society of Endodontology position statement: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019; 52(7): 923-934.
9. Bjørndal L, Simon S, Tomson PL et al.: Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019; 52(7): 949-973.
10. Bjørndal L: Caries pathology and management in deep stages of lesion formation. [In:] Bjørndal L, Kirkevang L-L, Whitworth JM (eds.): *Textbook of endodontology*. Ed. 3. Wiley-Blackwell, Hoboken 2018: 61-78.
11. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL et al.: Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J* 2017; 50(9): 825-829.
12. Bjørndal L: The caries process and its effect on the pulp: the science is changing and so is our understanding. *Pediatr Dent* 2008; 30(3): 192-196.
13. Ricucci D, Loghin S, Siqueira JF Jr.: Correlation between clinical and histologic pulp diagnosis. *J Endod* 2014; 40: 1932-1939.
14. Ricucci D, Siqueira JF Jr.: *Endodontology*. Quintessence, London, UK 2013.
15. Lin LM, Ricucci D, Saoud TM et al.: Vital pulp therapy of mature permanent teeth with irreversible pulpitis from the perspective of pulp biology. *Aust Endod J* 2020; 46(1): 154-166. Epub 2019.
16. Chacko V, Kurikose S: Human pulp response to mineral trioxide aggregate (MTA): a histologic study. *J Clin Pediatr Dent* 2006; 30: 203-209.
17. Koli B, Chawla A, Logani A et al.: Combination of Nonsurgical Endodontic and Vital Pulp Therapy for Management of Mature Permanent Mandibular Molar Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis and Apical Periodontitis. *J Endod* 2021; 47: 374-381.

18. Asgary S, Hassanizadeb R, Torabzadeb H, Eghbal MJ: Treatment outcomes of 4 vital pulp therapies in mature molars. *J Endod* 2018; 44: 529-535.
19. Uesricha N, Nirunsittirat A, Chuveera P et al.: Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: A noninferiority randomized controlled trial. *Int Endod J* 2019; 52: 749-759.
20. Juneja R, Kumar V, Duhan J et al.: Comparative evaluation of platelet-rich fibrin, mineral trioxide aggregate, and calcium hydroxide as pulpotomy agents in permanent molars with irreversible pulpitis: A randomized controlled trial. *Contemp Clin Dent* 2016; 7: 512-518.
21. Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J et al.: One-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: An ongoing multicenter, randomized, non-inferiority clinical trial. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 431-439.
22. Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J: Two-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: An ongoing multicenter randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2014; 18: 635-641.
23. Asgary S, Eghbal MJ, Fazlyab M et al.: Five-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: A non-inferiority multicenter randomized clinical trial. *Clin Oral Investig* 2015; 19: 335-341.
24. Asgary S, Eghbal MJ, Bagheban AA: Long-term outcomes of pulpotomy in permanent teeth with irreversible pulpitis: A multi-center randomized controlled trial. *Am J Dent* 2017; 30: 151-155.
25. Asgary S, Eghbal MJ, Ghoddusi J et al.: One-year results of vital pulp therapy in permanent molars with irreversible pulpitis: An ongoing multicenter, randomized, non-inferiority clinical trial. *Clin Oral Investig* 2013; 17: 431-439.
26. Linsuwanont P, Wimonstuthikul K, Pothimoke U et al.: Treatment Outcomes of Mineral Trioxide Aggregate Pulpotomy in Vital Permanent Teeth with Carious Pulp Exposure: The Retrospective Study. *J Endod* 2017; 43(2): 225-230.
27. Santos JM, Pereira JE, Marques A et al.: Vital Pulp Therapy in Permanent Mature Posterior Teeth with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Systematic Review of Treatment Outcomes. *Medicina* 2021; 57: 573.
28. Ng Y-L, Mann V, Gulabivala K: Outcome of primary root canal treatment: a systematic review of the literature. *Int Endod J* 2007; 40: 912-939.
29. Zanini M, Hennequin M, Cousson P-Y: A review of criteria for the evaluation of pulpotomy outcomes in mature permanent teeth. *J Endod* 2016; 42: 1.
30. Duncan HF, Tomson PL, Simon S et al.: Endodontic position statements in deep caries management highlight need for clarification and consensus for patient benefit. *Int Endod J* 2021; 54(11): 2145-2149.
31. AAE Position Statement on Vital Pulp Therapy. *J Endod* 2021; 47(9): 1340-1344.
32. Ballal NV, Duncan HV, Wiedemeier D: MMP-9 Levels and NaOCl Lavage in Randomized Trial on Direct Pulp Capping. *J Dent Res* 2022; 101(4): 414-419.
33. Możyńska J, Metlerski M, Lipski M et al.: Tooth Discoloration Induced by Different Calcium Silicate-based Cements: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod* 2017; 43: 1593-1601.
34. Eren SK, Ors SA, Aksel H et al.: Effect of irrigants on the color stability, solubility, and surface characteristics of calcium-silicate based cements. *Restor Dent Endod* 2022; 10; 47(1): e10.
35. Lindblad RM, Lassila LVJ, Vallittu et al.: The effect of chlorhexidine and dimethyl sulfoxide on long-term sealing ability of two calcium silicate cements in root canal. *Dent Mater* 2021; 37(2): 328-335.
36. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH: Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview – part I: vital pulp therapy. *Int Endod J* 2018; 51(2): 177-205.
37. Rechenberg D-K, Galicia JC, Peters OA: Biological markers for pulpal inflammation: a systematic review. *PLoS One* 2016; 11: e0167289.
38. Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T et al.: The properties of a new endodontic material. *J Endod* 2008; 34(8): 990-993.
39. Luo Z, Li D, Kohli MR et al.: Effect of Biodentine™ on the proliferation, migration and adhesion of human dental pulp stem cells. *J Dent* 2014; 42(4): 490-497.



40. Opacic-Galic V, Petrovic V, Zivkovic S et al.: New nanostructural biomaterials based on active silicate systems and hydroxyapatite: characterization and genotoxicity in human peripheral blood lymphocytes. *Int Endod J* 2013; 46(6): 506-516.
41. Wongwatanasanti N, Jantarat J, Sritanaudomchai H, Hargreaves KM: Effect of bio-ceramic materials on proliferation and odontoblast differentiation of human stem cells from the apical papilla. *J Endod* 2018; 44(8): 1270-1275.
42. Bakland LK, Andreasen JO: Will mineral trioxide aggregate replace calcium hydroxide in treating pulpal and periodontal healing complications subsequent to dental trauma? A review. *Dental Traumatol* 2012; 28(1): 25-32.
43. Kunert M, Szymanska-Lukomska M: Bio-Inductive Materials in Direct and Indirect Pulp Capping – A Review Article. *Materials (Basel)* 2020; 13(5): 1204.
44. Moinzadeh AT, Aznar Portoles C, Schembri Wismayer P, Camilleri J: Bioactivity potential of EndoSequence BC RRM putty. *J Endod* 2016; 42(4): 615-621.
45. Yoo JS, Chang SW, Oh SR et al.: Bacterial entombment by intratubular mineralization following orthograde mineral trioxide aggregate obturation: a scanning electron microscopy study. *Int J Oral Sci* 2014; 6(4): 227-232.
46. Steffen R, van Waas H: Understanding mineral trioxide aggregate/Portland cement: a review of literature and background factors. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009; 10(2): 93-97.
47. Nowicka A, Wilk G, Lipski M et al.: Tomographic Evaluation of Reparative Dentin Formation after Direct Pulp Capping with Ca(OH)<sub>2</sub>, MTA, Biodentine, and Dentin Bonding System in Human Teeth. *J Endod* 2015; 41(8): 1234-1240.
48. Sultana N, Singh M, Nawal RR et al.: Evaluation of Biocompatibility and Osteogenic Potential of Tricalcium Silicate-based Cements Using Human Bone Marrow-derived Mesenchymal Stem Cells. *J Endod* 2018; 44(3): 446-451.
49. Duarte MAH, Marciano MA, Vivan RR et al.: Tricalcium silicate-based cements: properties and modifications. *Braz Oral Res* 2018; 32: e70.
50. Tanalp J, Karapınar-Kazandağ M, Dölekoğlu S et al.: Comparison of the radiopacities of different root-end filling and repair materials. *Scientific World Journal* 2013; 2013: 594950.
51. Tran XV, Gorin C, Willig C et al.: Effect of a calcium-silicate-based restorative cement on pulp repair. *J Dent Res* 2012; 91(12): 1166-1171.
52. Fagogeni I, Metlerska J, Lipski M et al.: Materials used in regenerative endodontic procedures and their impact on tooth discoloration. *J Oral Sci* 2019; 61(3): 379-385.
53. Duncan HF: Present status and future directions-Vital pulp treatment and pulp preservation strategies. *Int Endod J* 2022; 55 Suppl 3: 497-511.

**nadesłano:**

13.01.2022

**zaakceptowano do druku:**

3.02.2022