

Cracked Tooth Syndrome as a major issue of today's patients – review of literature

Zespół pękniętego zęba jako znaczący problem współczesnych pacjentów – przegląd literatury

Marta Jurczykowska¹, Cecilia Muñoz-Sandoval², Anna Szabelska³, Renata Chałas¹

¹ Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej z Endodoncją, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Chair and Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Medical University of Lublin, Poland
Head: prof. dr hab. T. Bachanek

² Department of Pediatric Dentistry, University of Talca, Chile
Katedra Stomatologii Dziecięcej, Uniwersytet w Talce, Chile
Head: dr. P.F. Jiménez

³ Zakład Protetyki, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Polska
Department of Prosthetics, Medical University of Lublin, Poland
Head: dr. hab. J. Borowicz

Abstract

Introduction. Vertical fractures and cracks of teeth are a frequent problem during daily dental clinical practice. Therefore, there is a need to determine patterns of diagnostics, therapy, and preventive management in these cases because dental fractures and cracks, depending on their severity, may lead to many undesirable consequences. **Aim of the study.** To present symptomatology of Cracked Tooth Syndrome (CTS), characteristics of the diagnostic process and therapeutic methods based on literature. **Results.** The review revealed that Cracked Tooth Syndrome is a frequent occurrence and diagnostic methods with a big probability allow for correct recognition of CTS. **Conclusion.** To prevent the progress of CTS proper diagnostic order should be maintained and early therapeutic protocol implemented.

Streszczenie

Wstęp. Pionowe złamania oraz pęknięcia zębów to problem, z którymi lekarz dentysta często spotka się w swojej codziennej praktyce klinicznej. Dlatego też, istnieje potrzeba określenia schematów diagnozowania oraz postępowania terapeutycznego i prewencyjnego w tych przypadkach, gdyż złamania oraz pęknięcia zębów w zależności od ich zaawansowania mogą prowadzić do wielu niekorzystnych następstw. **Cel pracy.** Celem pracy było przedstawienie na podstawie piśmiennictwa symptomatologii zespołu pękniętego zęba (ang. Cracked Tooth Syndrome, CTS), charakterystyki procesu diagnostycznego oraz podsumowanie metod terapeutycznych. **Wyniki.** Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że zespół pękniętego zęba jest często występującą jednostką chorobową, a obecnie stosowane metody diagnostyczne z dużym prawdopodobieństwem pozwalają na rozpoznanie CTS. **Podsumowanie.** Zachowując odpowiednią kolejność postępowania diagnostycznego i wprowadzając odpowiednio wcześniej schematy postępowania terapeutycznego, jesteśmy w stanie zapobiec progresji CTS.

KEYWORDS:

Cracked Tooth Syndrome (CTS), tooth fractures

HASŁA INDEKSOWE:

zespół pękniętego zęba, CTS, złamania zębów



Introduction

Vertical fractures and cracks of teeth are a frequent problem in daily dental clinical practice. Therefore, there is a need to determine patterns of diagnostics, therapy, and preventive management in the case of cracked teeth. Fractures and cracks of teeth, depending on their severity, may lead to many undesirable consequences. In mild cases, there are situations requiring a minimally invasive procedure or no intervention of a dentist at all. In more difficult cases, the dentist may need to make a decision on endodontic treatment (RCT – root canal therapy), or even tooth extraction. One form of the tooth fracture, called Cracked Tooth Syndrome (CTS) is particularly difficult to diagnose by a doctor because the patient may complain of a series of frustrating events with pain which is difficult to locate.¹ The results of research carried out in Northern California may indicate how serious the problem is, where about 44% of crowns made by dentists were supposed to prevent further fractures or tooth cracks.²

The term Cracked Tooth Syndrome refers to incomplete tooth fracture occurring in dentine, which in some cases can penetrate to the pulp.³⁻⁴ Generally, the term CTS refers to vital teeth. Cameron introduced the definition in 1964. He described the correlation between the size of the reconstruction and the incidence of CTS.³ Fractures of this type were frequently compared to ‘green twig’ type of fractures. Further attempts to investigate this phenomenon have led to formation of a new definition. CTS is currently described as fracture slit of depth which is difficult to determine accurately and extending through the structures of the tooth, and which can penetrate directly to the pulp and/or periodontal ligaments.⁵

Classification of vertical fractures and cracks of teeth

Vertical cracks and fractures of teeth were systematized in 2008 by the American Association of Endodontists (AAE), classifying them into five groups.⁶

Wstęp

Pionowe złamania oraz pęknięcia zębów są problemem, z którym lekarz dentysta często spotyka się w swojej codziennej praktyce klinicznej. Dlatego też, istnieje potrzeba określenia schematów diagnozowania oraz postępowania terapeutycznego i prewencyjnego w takich przypadkach. Złamania oraz pęknięcia zębów w zależności od ich zaawansowania mogą prowadzić do wielu niekorzystnych następstw. W przypadkach łagodnych możemy spotkać się z sytuacjami niewymagającymi interwencji lekarza stomatologa. W trudniejszych przypadkach może zaistnieć potrzeba podjęcia decyzji o leczeniu endodontycznym (RCT – root canal therapy) lub nawet o ekstrakcji zęba. Jedną z form złamania zęba, tzw. Cracked Tooth Syndrome (CTS) jest szczególnie trudna do zdiagnozowania przez lekarza, ponieważ u pacjenta nieraz powoduje frustrację z powodu trudnych do zlokalizowania dolegliwości bólowych.¹ Jak poważny jest to problem, mogą świadczyć wyniki badań przeprowadzonych w Północnej Kalifornii, gdzie około 44% koron wykonanych przez lekarzy dentystów, było wynikiem zapobiegania dalszemu złamaniu, czy też pęknięciu zęba.²

Termin CTS (ang. Cracked Tooth Syndrome – zespół pękniętego zęba) dotyczy niepełnego złamania występującego w zębieniu, które może penetrować w niektórych przypadkach do miazgi.³⁻⁴ Klasycznie termin CTS dotyczy zębów żywych. Definicja została wprowadzona przez Camerona w 1964 roku, który opisał korelację między wielkością rekonstrukcji a częstością występowania CTS.³ Złamania tego typu były wielokrotnie porównywane do złamań typu „zielonej gałązki”. Dalsze próby zbadania tego zjawiska doprowadziły do stworzenia nowej definicji. Obecnie CTS opisuje się jako szczelinę złamania na trudnej do dokładnego określenia głębokości, przebiegającą przez struktury zęba, która może drażnić bezpośrednio do miazgi i/lub więzadeł ozębnej.⁵

Klasyfikacja pionowych złamań i pęknięć zębów

Pionowe pęknięcia i złamania zębów (ang. vertical fractures) zostały usystematyzowane w 2008 roku przez Amerykańskie Towarzystwo

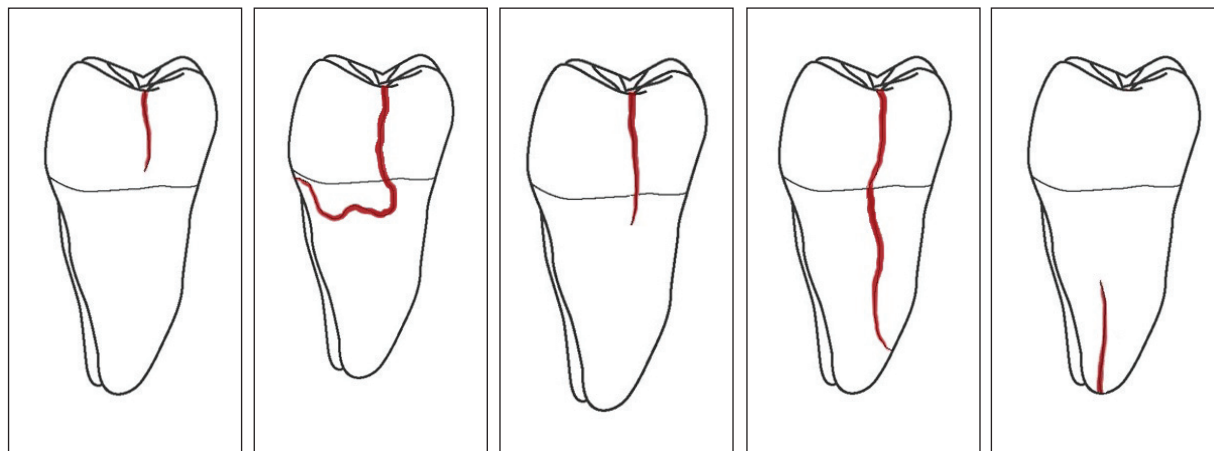


Fig. 1. Craze line.
Pęknięcie w obrębie szkliwa.

Fig. 2. Fractured cusp.
Złamanie guzka.

Fig. 3. Cracked tooth syndrome.
Pęknięcie zęba.

Fig. 4. Split tooth.
Całkowite złamanie zęba.

Fig. 5. Vertical tooth fracture.
Pionowe pęknięcia korzenia.

Group I: Fracture within the enamel (craze line) meaning asymptomatic craze lines on enamel. They can extend in posterior and anterior teeth (Fig. 1).

Group II: Fractured cusp. Partial or complete fracture of a cusp, originating in the crown of the tooth, extending towards the cervical region. This is usually the result of extensive posterior restorations causing unsupported cuspal enamel (Fig. 2).

Group III: Cracked tooth syndrome. Incomplete crack of the tooth crown. It starts in the tooth crown and may include one or two marginal ridges, extending towards the root (Fig. 3).

Group IV: Split tooth. The crack starts in the crown, splitting the tooth completely into two separate segments. It is a consequence of the tooth fracture (Fig. 4).

Group V: Vertical tooth fractures. Partial or complete fracture of the root. The fractures concern the teeth after endodontic treatment (Fig. 5).⁶

The etiology of CTS

In order to take appropriate preventive measures, the mechanisms that directly predispose to cracked tooth syndrome should be studied and understood. The etiology of CTS has a multifactorial character, and its causes can be divided into two groups:⁷

1. Internal factors – directly related to the predisposition of the patient.

Endodontyczne (AAE) wg pięciostopniowej klasyfikacji.⁶

Grupa I. Pęknięcie w obrębie szkliwa (ang. craze line). Oznacza rysy szkliwne, niepowodujące objawów. Mogą przebiegać w zębach bocznych oraz zębach przednich (Fig. 1).

Grupa II. Złamanie guzka (ang. fractured cusp). Częściowe lub całkowite złamanie guzka, rozpoczynające się w koronie zęba, biegnące w kierunku szyjki. Przeważnie jest to wynik rozległych wypełnień w zębach bocznych, gdzie pozostawiono guzki niepodparte zębiną (Fig. 2).

Grupa III. Pęknięcie zęba (ang. cracked tooth syndrome). Niecałkowite pęknięcie korony zęba. Rozpoczyna się w części koronowej i może obejmować jedną lub dwie listewki brzeżne, rozprzestrzeniając się w kierunku korzenia (Fig. 3).

Grupa IV. Całkowite złamanie zęba (ang. split tooth). Złamanie ma początek w koronie, separując ząb na dwie części. Jest konsekwencją pęknięcia zęba (Fig. 4).

Grupa V. Pionowe pęknięcia korzenia (ang. vertical tooth fracture). Częściowe lub całkowite pęknięcie korzenia. Pęknięcia te dotyczą zębów po leczeniu endodontycznym (Fig. 5).⁶

Etiologia występowania CTS

Aby podjąć właściwe działania zapobiegawcze, należy poznać i zrozumieć mechanizmy, które

Table 1. The etiology of Cracked Tooth Syndrome

Division	Factors	Examples
Idiopathic causes	<ul style="list-style-type: none"> incorrect structure of DEJ abnormal connecting of mineralization areas 	<ul style="list-style-type: none"> changes occurring in untreated teeth
Occlusal causes	<ul style="list-style-type: none"> occlusal trauma physiological forces parafunctions 	<ul style="list-style-type: none"> sudden, unintentional biting of hard object, e.g. cherry stones e.g. in the case of untreated caries; cyclically generated forces bruxism, teeth clenching, recurrent biting of items, nail biting, piercing
Iatrogenic causes	<ul style="list-style-type: none"> dental instruments, mainly on the air-rotor (overcontoured) fillings/ additions leaving unsupported enamel non-adhesive temporary filling (temporary filling, zinc oxide with eugenol) and fixed (amalgam) 	<ul style="list-style-type: none"> uncontrolled cracks and breaking of unsupported enamel a change of cusps' position during mandibular movements (from canine to the lateral guidance), the change in generated forces uncontrolled cracks, fractures of the enamel and dentine, loss of tightness of fillings and their adhesion – traumatizing effect of filling uncontrolled cracks and fractures caused by the loss of hard tissue tightness, lack of interaction of the hard tissues and the filling, as a monoblock during mastication
Other	<ul style="list-style-type: none"> thermal cyclic changes 	<ul style="list-style-type: none"> thermal expansion and a different susceptibility of tissues to temperature changes can cause cracking of the enamel

2. Iatrogenic factors – related to the treatment process and the weakening of the tooth structure.

The first group includes lingual inclination of the lingual cusps of mandibular molars and steep cusp/fossa of maxillary premolars, bruxism, clenching of teeth, severe abrasion and attrition, the quality and structure of the dentine-enamel junction (DEJ). The second group includes inadequate preparation of the cavity with the use of rotary instruments and the width and depth of the cavity.⁷ The etiology of CTS is summarized in Table 1.

The importance of the dentine-enamel junction in CTS

Cracks in clinical crown of the tooth begin from cracks in the enamel. These changes will directly open the way to the dentine-enamel junction (DEJ), which is a natural shock absorber. This is connected, *inter alia*, with the presence of the characteristic structure of the junction and the proteins specific for this structure. Shock absorbing in the DEJ in a natural way prevents further spread of the cracks, and thus further impairment of tooth structure. Therefore, regular check-ups of patients with crack lines within the enamel must not be neglected.⁷⁻⁹

bezpośrednio predysponują do wystąpienia dyskuutowanej jednostki chorobowej. Etiologia CTS ma charakter wieloczynnikowy, a przyczyny można podzielić na dwie grupy:⁷

1. Czynniki wewnętrzne – związane bezpośrednio z predyspozycją pacjenta.
2. Czynniki jatrogenne – związane z procesem leczniczym i osłabieniem struktur zęba.

Do pierwszej grupy zaliczamy: językowe zachodzenie artykulacyjnych guzków trzonowców żuchwy na guzki funkcyjne przedtrzonowców szczęki, bruksizm, zaciskanie zębów, nasiloną abrazję i atrycję, jakość i budowę połączenia szkliwno-zębinowego (DEJ). Do drugiej grupy zaliczamy: preparację ubytku z użyciem narzędzi rotacyjnych oraz rozległość i głębokość wypreparowanego ubytku.⁷ Etiologię CTS zebrano w tabeli 1.

Znaczenie połączenia szkliwno-zębinowego w CTS

Pęknięcia korony klinicznej zęba w każdym przypadku rozpoczynają się od pęknięć w obrębie szkliwa. Zmiany te bezpośrednio otwierają drogę do połączenia szkliwno-zębinowego (ang. dentin-enamel junction, DEJ), stanowiącego naturalny amortyzator wstrząsów (ang. shock-ab-

The importance of the occurrence of parafunction

Numerous clinical observations over many years have indicated that patients with bruxism show vertical cracks and fractures of teeth more frequently than patients without parafunctions.¹⁰ Occlusal contacts between surfaces of the antagonist teeth can be compared to the model of the wedge. The cusps are wedging between antagonistic furrows at intercuspatal maximum position (IM position). The relationship of these anatomical structures in a number of possible contact positions originates forces that can induce vertical fractures and cracks of the tooth, especially in situations where parafunctions are observed.¹¹ Of importance in CTS prevention, in the light of findings, oral piercing activity can be considered a parafunction.^{12,13}

The ratio of the size of filling to the remaining dental tissues

Several factors can cause structural changes in hard tissues, leading to changes in the strength of the tooth in response to the different force vectors acting in the mouth. An example is the MOD (mesioocclusodistal) cavity preparation design, which weakens the tooth structure by about 63%.^{14,15} The main cause of tooth weakening is due to loss of marginal ridges, which are the natural supporting structures of the clinical crown. The lack of structure in these key areas predisposes to fracture not only to the cusps, but also to the entire tooth walls, which may lead to a further dilemma concerning the restoration of lost tissues.¹⁵ A generally accepted rule is that the greater the restoration surface is and the greater the isthmus between the preserved walls of the cavity, the greater the likelihood of vertical cracks or fractures.^{16,17} Bader et al. studied risk factors of fractures and vertical cracks among teeth with existing composite restorations and demonstrated that increased RVP (relative volume proportion-size of restoration, i.e., a measure that accounts for the depth and area of the restoration relative to the size of the tooth) is an important risk factor for vertical crack of tooth.²

sorber). Związane jest to między innymi z występowaniem charakterystycznej struktury połączenia oraz specyficznych dla tej struktury białek. Amortyzacja w obszarze DEJ w naturalny sposób zapobiega dalszemu rozprzestrzenianiu się pęknięcia, a tym samym dalszemu osłabieniu struktur zęba. Dlatego też, nie wolno zaniechać regularnych kontroli pacjentów z liniami pęknięć w obrębie szkliwa.⁷⁻⁹

Znaczenie występowania parafunkcji

Liczne obserwacje kliniczne na przestrzeni wielu lat wskazały jednoznacznie, że u pacjentów z bruksizmem częściej występują pionowe pęknięcia i złamania zębów niż u pacjentów bez parafunkcji.¹⁰ Stosunki okluzyjne między powierzchniami zębów antagonistycznych można porównać do modelu klina. Guzki wklonowują się pomiędzy antagonistyczne bruzdy w pozycji maksymalnej interkuspidacji (ang. IM Position). Stosunek wspomnianych struktur anatomicznych oraz szereg możliwych położzeń względem siebie sprawia, że te skomplikowane relacje są rozpatrywane jako jeden z głównych czynników pionowych złamań i pęknięć zęba, szczególnie w sytuacjach, kiedy u pacjenta obserwujemy parafunkcje.¹¹ W świetle wyników badań, również obecność w obrębie jamy ustnej piercingu można rozpatrywać jako czynność parafunkcyjną.^{12,13}

Stosunek wielkości wypełnienia do pozostałych tkanek zęba

Wiele czynników może powodować zmiany strukturalne twardych tkanek, prowadzące do zmian w wytrzymałości zęba w odpowiedzi na zróżnicowane wektory sił oddziaływujących w jamie ustnej. Przykładem może być klasyczna preparacja ubytku typu MOD, która osłabia strukturę zęba o około 63%.^{14,15} Za główną przyczynę osłabienia struktury zęba uważa się utratę listew brzeżnych – naturalnych miejsc oporowych korony klinicznej. Predysponuje to do złamań nie tylko guzków zęba, ale również całych ścian, co może wiązać się z dalszym dylematem dotyczącym odbudowy utraconych tkanek.¹⁵ Ogólnie przyjęta zasada brzmi, że im więcej powierzchni



CTS prophylaxis

Before the introduction of prophylactic actions, it is important to know precisely the etiology of CTS and the particular predisposing factors. Atraumatic treatment of caries should be performed according to basic principles of adhesion and the proper preparation of the cavity, depending on the filling material used or the chosen type of restoration (inlay/onlay). Most importantly, the marginal ridges and cusps must be preserved to ensure the adequate strength of the clinical crown. Therefore, the choice of the appropriate material for filling the weakened tissues is very important, depending on the extent and its location in the cavity. In addition, the need for individual examination of occlusive conditions is also emphasized. In the case of patients with a positive history of CTS, prophylactic elimination of risky occlusal contacts in eccentric occlusion should also be considered.¹⁸

Symptomatology and diagnosis

Diagnosis of CTS is often a major challenge for clinicians. CTS can imitate some medical conditions such as sinusitis, disorders of the temporomandibular joint, pain of otolaryngological origin or orofacial idiopathic pain.¹⁹ Early diagnosis and the indication of appropriate treatment can prevent the progression of this condition.²⁰ Thorough examination of the patient, which includes dental history and clinical examination, is essential in the diagnosis of CTS.

Dental history

When interviewed on the current complaint, the patient will report pain on biting, especially in the case of foods that contain a hard component e.g. cereals, nuts, whole bread or any meal containing grains.²¹ Moreover, pain may occur with changes of temperature. Increased reaction is observed in the case of cold thermal stimuli. Hypersensitivity may occur in the case of sweet foods intake.²¹ When taking history, it is also important to determine whether a patient had an earlier episode of CTS. Also a possible parafunctional activity of the patient should be determined.

musimy odbudować oraz im większy jest odcinek między zachowanymi ścianami ubytku, tym większe jest prawdopodobieństwo pęknięcia lub złamania pionowego.¹⁶⁻¹⁷ W badaniach *Badera* i wsp. przedstawiono czynniki ryzyka złamań i pęknięć pionowych w przypadku koron z rozległymi wypełnieniami kompozytowymi. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji stworzono wskaźnik RVP (ang. relative volume proportion-size of restoration). Jest to wartość obrazująca stosunek głębokości i powierzchni odbudowy do wielkości korony klinicznej. Im większa wartość RVP, tym większe ryzyko wystąpienia pionowego pęknięcia zęba.²

Profilaktyka CTS

Przed wprowadzeniem postępowania profilaktycznego, należy przede wszystkim dokładnie zapoznać się z etiologią CTS oraz czynnikami szczególnie predysponującymi. Należy pamiętać o możliwie atraumatycznym postępowaniu podczas leczenia zmian próchnicowych z wykorzystaniem podstawowych zasad adhezji oraz o odpowiednim przygotowaniu ubytku w zależności od stosowanego materiału wypełniającego lub wybranego uzupełnienia protetycznego (inlay/onlay). Przede wszystkim należy pamiętać o listwach brzeżnych oraz guzkach gwarantujących koronie klinicznej odpowiednią wytrzymałość. Stąd tak ważny jest wybór odpowiedniego materiału uzupełniającego brakujące tkanki, w zależności od zakresu i umiejscowienia go w ubytku. Podkreśla się również konieczność indywidualnej analizy okluzyjnej warunków zwarciovych. W przypadku osób z pozytywnym wywiadem CTS, należy nawet rozważyć profilaktyczną eliminację kontaktów zwarciovych w warunkach zwarcia ekscentrycznego.¹⁸

Symptomatologia i diagnostyka

Diagnostyka CTS jest niejednokrotnie dużym wyzwaniem dla klinicystów. CTS może imitować niektóre choroby, takie jak zapalenie zatok, zaburzenia w stawach skroniowo-żuchwowych, ból pochodzenia otolaryngologicznego lub ból ustno-twarzowy idiopatyczny.¹⁹ Odpowiednio wczesna diagnoza oraz zastosowanie właściwego sposobu

Clinical examination

After a thorough subjective examination, clinical examination should be performed, paying attention to the possible lines of cracks and visible parafunction features, i.e. lateral guidance, or loss of structure at occlusal surfaces. Enamel cracks are not always immediately visible. Often only with magnifying instruments, e.g. loupes the course of the disruption of the tissue may be seen. Cracks can be detected as sharp edges when examined with a sharp probe.⁷

Tests

Teeth affected by the CTS can be sensitive to percussion, particularly in the case of stimulus acting in an apical direction. The patient feels prolonged pain, which may be radiating.²² After performing the percussion test, biting tests should follow. Upon the detection of the affected tooth, biting test with the use of cotton rolls is helpful. The patient is asked to gradually increase the pressure on the cotton roll and then quickly release the pressure. In the case of pain during the sudden release of pressure, the suspected CTS is confirmed. To narrow the search for a cracked cusp, a biting test using a small wooden wedge can be performed. The wedge should be placed consecutively on each of the tooth cusps when biting. The patient's pain is evaluated upon clenching and unclenching, with pain upon release usually indicative of a cracked tooth.²³ Other available tools for assisting in the diagnosis of CTS are Fracfinder (Fig. 6) and Tooth Slooth II. They can be used in the same way as a wedge – help locate a cracked cusp, and their use definitely helps to save time.²⁴

Periodontal probing

During the periodontal probing of the gingival pocket using the WHO periodontal probe, the Cracked Tooth Syndrome can be differentiated from the split tooth.²⁴

Dye tests

In order to visualize the crack line, dyes are used (for example gentian violet or methylene blue). The method consists in the introduction of a dye-impregnated carrier, for example a cotton pellet,

leczenia może zapobiec postępowi schorzenia.²⁰ Podstawowe znaczenie w diagnostyce CTS ma dokładne badanie pacjenta, które obejmuje wywiad stomatologiczny oraz badanie kliniczne.

Wywiad

W wywiadzie pacjent będzie podawał ból na nagryzanie, szczególnie w przypadku pokarmów zawierających twardą komponentę, np. musli, orzechy lub chleb razowy z ziarnami.²¹ Ból ponadto występuje w przypadku zmian temperatury. Zwiększoną reakcję obserwuję się w przypadku bodźców termicznych zimnych. Zdarza się, że występuje nadwrażliwość w przypadku spożywania pokarmów słodkich.²¹ Ważne w wywiadzie jest również ustalenie, czy występowały wcześniej u pacjenta przypadki CTS. Należy jednocześnie ustalić ewentualną aktywność parafunkcyjną u pacjenta.

Badanie kliniczne

Po przeprowadzeniu dokładnego badania przedmiotowego, należy przeprowadzić badanie kliniczne, zwracając uwagę na ewentualne linie pęknięcia oraz widoczne cechy parafunkcji, tj. prowadzenie grupowe, czy też utratę struktury powierzchni na powierzchniach okluzyjnych. Pęknięcia szkliwa nie zawsze są widoczne od razu. Często dopiero za pomocą instrumentów powiększających, np. lup można zauważyć przebieg przerwania ciągłości tkanki. Za pomocą badania ostrym instrumentem można natrafić na ostre uskoki w tkankach zęba.⁷

Testy

Zęby dotknięte CTS mogą być wrażliwe na opukiwanie, szczególnie w przypadku zadziałania bodźca w kierunku dowierzchołkowym. Pacjent odczuwa ból, o przedłużonym działaniu, który może mieć charakter promieniujący.²² Po wykonaniu testu na opukiwanie należy wykonać testy na nagryzanie. W wykryciu zęba przyczynowego pomocny jest test nagryzania na rolkę wykonaną z ligniny. Prosimy pacjenta, aby powoli zwiększał nacisk na wałek z ligniny, a następnie szybko zwolnił nacisk. W przypadku wystąpienia bólu podczas nagłego zwolnienia nacisku, mamy po-



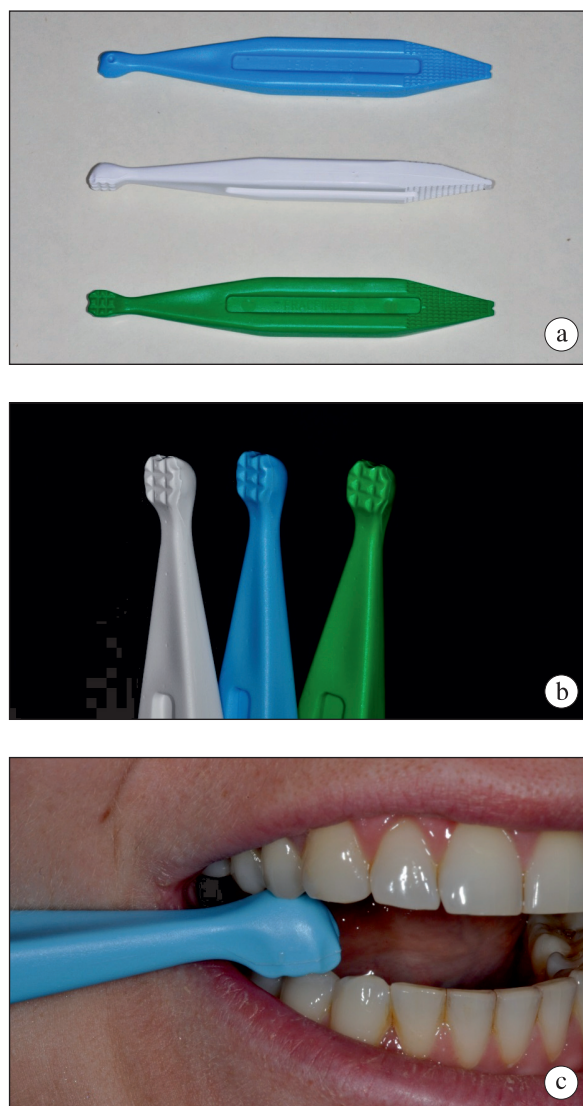


Fig. 6. Fracfinder; a – total view, b – indentation places, c – placement on the suspected tooth.

Narzędzie typu Fracfinder; a. – widok ogólny, b – powierzchnia nagryzowa, c – umiejscowienie na zębie przyczynowym.

to the cavity, and placement of a temporary filling. The disadvantage of this method is the duration of the test: two to five days. This test can also affect the bio-integrity of the tooth, and consequently lead to a worsening of the problem and deepening of cracks.²⁵

Transillumination method

During the examination with the transillumination method, the tooth should be clean. The li-

twierdzenie podejrzenia CTS. Aby zawęzić poszukiwania pękniętego guzka, możemy wykonać test na nagryzanie z użyciem małego, drewnianego klina. Należy kolejno umieszczać klin na poszczególnych guzkach zęba podczas nagryzania. Ból pojawi się w momencie umieszczenia klina na guzku przyczynowym.²³ Innymi dostępnymi narzędziami pomocnymi w diagnostyce CTS są narzędzia typu Fracfinder (Fig. 6.) oraz Tooth Slooth II. Mogą być używane w identyczny sposób jak klin – pomagają odnaleźć guzek przyczynowy, a ich użycie zdecydowanie pomaga zaoszczędzić czas.²⁴

Badanie periodontologiczne

Podczas badania periodontologicznego kieszonki dziąsłowej (ang. periodontal probing) za pomocą sondy periodontologicznej WHO jesteśmy w stanie odróżnić Cracked Tooth Syndrome od złamanego pionowo zęba (tzw. Split tooth).²⁴

Testy barwienia

W celu uwidocznienia linii pęknięcia stosowane są barwniki. Przykładem może być fiolet gencjany lub błękit metylenowy. Metoda polega na wprowadzeniu do ubytku nasączonego barwnikiem nośnika, np. watki i założenia wypełnienia czasowego. Wadą tej metody jest czas trwania badania: od 2 do 5 dni. Taka próba może również naruszyć biointegralność zęba, a w konsekwencji doprowadzić do nasilenia problemu i pogłębienia pęknięcia.²⁵

Metoda transiluminacji

Podczas badania metodą transiluminacji ząb powinien być oczyszczony. Źródło światła należy przyłożyć dokładnie do badanego zęba. Obecność w zębie szczeliny penetrującej do zębiny zakłóci przepływ światła oraz pojawi się widoczne zaciemnienie.²⁶

Badanie z wykorzystaniem mikroskopu endodontycznego

Doświadczeni klinicyści często używają mikroskopu endodontycznego w powiększeniu x16 diagnostyki CTS. Użycie mikroskopu stwarza możliwość wykrycia osłabionych struktur zęba, które w przyszłości mogłyby dawać objawy CTS.²⁷

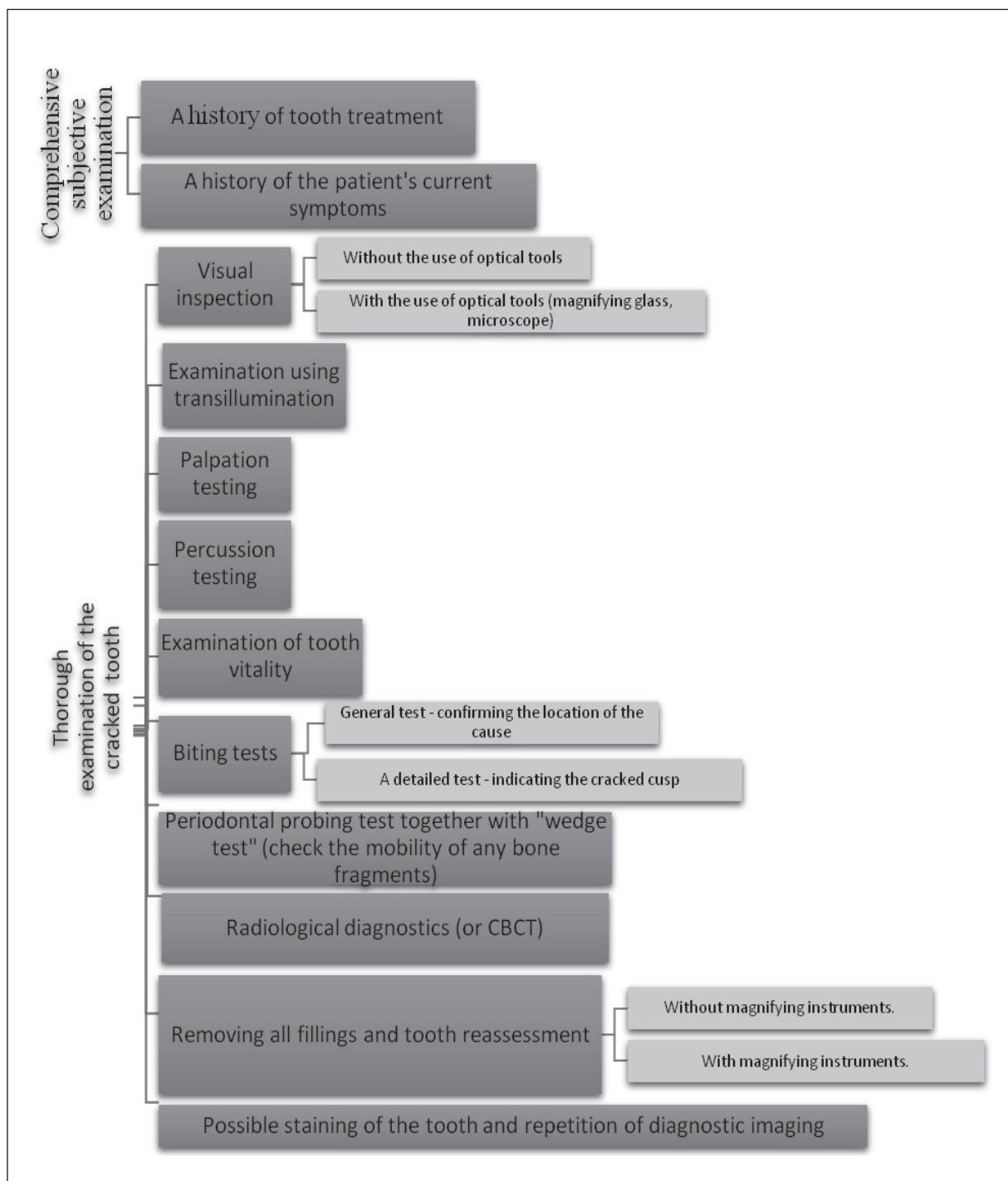


Fig. 7. Proposed algorithm for the diagnosis of Cracked Tooth Syndrome.
 Proponowany algorytm postępowania podczas procesu diagnostycznego CTS.

ght source must be applied precisely to the tested tooth. The presence of penetrating cracks in the tooth dentine will disrupt the flow of light and evident darkened areas will appear.²⁶

Diagnostyczne usunięcie wszystkich wypełnień

W niektórych przypadkach należy diagnostycznie usunąć wszystkie wypełnienia znajdujące się w zębie, aby ocenić zasięg pęknięcia znajdujące-



Examination with the use of endodontic microscope

Experienced clinicians often use endodontic microscope at a magnification x16 to diagnose CTS. Using a microscope allows detecting the weak tooth structure that could cause CTS symptoms in the future.²⁷

Diagnostic removal of all fillings

In some cases, all the fillings located in the tooth should be diagnostically removed, to assess the extent of the crack located within tooth tissues. This may be critical in cases where crack penetrating directly into the pulp chamber should be excluded.²⁷

X-ray examination

Radiographic examinations are important when lesions affect the periodontal tissues. It is not always possible to detect tooth cracks in conventional X-ray image.²⁸ A more reliable diagnosis as to the course and depth of the crack may be provided by performing a cone beam computed tomography (CBCT) test, but it is not considered necessary.²⁸

The proposed algorithm for the diagnostic process is summarized in Fig. 7.

Treatment

Therapeutic management depends mainly on the amount and quality of other tissues of the tooth and their clinical condition. If the crack is detected at an early stage, adhesive procedures may be used. When the crack is larger, treatment aims at protecting the remaining structure with more extensive restorations involving cuspal coverage. When the destruction is more severe, a complete crown may be indicated. Occlusal adjustment may be required in any of the cases to prevent crack worsening. Clinical studies have not resolved, however, which of the procedures has a higher success rate.²⁹ According to studies by Clark et al.,²⁷ CTS extending 3 mm below the cemento-enamel junction (CEJ), involving one marginal ridge, can be successfully treated. If the crack divides the tooth into two, i.e. passes through two marginal ridges with the suspicion of pulp involvement, then the prognosis is unfavourable. At the onset

go się w obrębie tkanek zęba. Może mieć to decydujące znaczenie w przypadkach, kiedy należy wykluczyć pęknięcie drażące bezpośrednio do komory zęba.²⁷

Badanie RTG

Badania radiograficzne mają znaczenie w przypadku wystąpienia zmian w tkankach przyzębia, natomiast nie jest możliwe zobrazowanie pęknięcia zęba na klasycznym zdjęciu RTG.²⁸ Uzyskanie pewnej odpowiedzi, co do przebiegu pęknięcia i jego głębokości może dać wykonanie badania za pomocą tomografii wiązki stożkowej (CBCT), nie jest ono jednak uważane za niezbędne.²⁸

Proponowany algorytm postępowania podczas procesu diagnostycznego przedstawiono na rycinie (Fig. 7).

Leczenie

Postępowanie lecznicze zależy głównie od ilości oraz jakości pozostałych tkanek zęba oraz od stanu klinicznego, w jakim znajduje się ząb. W przypadku, gdy pęknięcie zostało rozpoznane we wczesnym stadium, można zastosować procedury adhezyjne, które będą polegały na wykonaniu uzupełnienia typu overlay z pokryciem guzków. Istnieje również możliwość wykonania korony. Badania kliniczne nie rozstrzygnęły jednak do końca, która z procedur daje wyższy odsetek powodzeń.²⁹ Według badań Clarka i wsp.,²⁷ pęknięcia przebiegające do 3 mm poniżej połączenia szkliwno-cementowego CEJ (ang. cementum-enamel junction), obejmujące jedną listwę brzezną rokują dobrze. Jeżeli pęknięcie dzieli ząb na dwie połowy, tzn. przechodzi przez dwie listwy brzeżne i możemy podejrzewać, że draży do miazgi, wtedy rokowanie jest niepomyślne. W momencie wystąpienia objawów nieodwracalnego zapalenia miazgi, należy podjąć leczenie endodontyczne. Utrata krążenia miazgowego, osłabienie osłabionej cyrkulacji krwi i związanego z tymi procesami uwodnienia tkanek zęba, znacząco pogarsza rokowanie.³⁰

Podsumowanie

Obecnie, problem CTS jest coraz częściej występującą jednostką chorobową. Każdy lekarz den-

of irreversible pulpitis symptoms, endodontic treatment should be initiated. CTS involving loss of pulp circulation with an associated reduction in dentine hydration, significantly worsens the prognosis.³⁰

Conclusion

Currently, there is an increasing incidence of CTS. Clinicians should be aware that, especially in the case of non-specific symptoms of pain and patient's discomfort on during chewing, Cracked Tooth Syndrome should be suspected. Taking an accurate and in-depth history of the present complaint is helpful in making accurate clinical diagnosis. Examination of the patient, application of specific tests and the skills to use advanced diagnostics are often crucial in solving the problem. However, CTS is a clinical situation difficult to diagnose unambiguously, while attempts at treating do not always bring tangible results, of which the patient should be always informed. The patient should also be aware that periodic inspections are mandatory to ensure successful treatment of CTS.

tysta powinien mieć świadomość, że szczególnie w przypadku występowania niespecyficznych objawów bólowych u pacjenta oraz dyskomfortu w trakcie czynności żucia, należy podejrzewać zespół pękniętego zęba, a dokładny i dociekliwy wywiad jest pomocny w postawieniu trafnej diagnozy klinicznej. Badanie pacjenta, znajomość specyficznych testów i umiejętność skorzystania z zaawansowanej diagnostyki niejednokrotnie są kluczem do rozwiązania problemu. Niemniej, CTS jest jednostką trudną do jednoznacznego zdiagnozowania, natomiast podejmowane próby leczenia nie zawsze dają wymierne rezultaty, o czym zawsze powinniśmy poinformować pacjenta. Pacjent powinien być również świadomy okresowych kontroli, które wynikają z leczenia CTS. Tylko takie postępowanie może zapewnić sukces leczenia.

References

1. *Hilton TJ, Ferracane JL, Madden T, Barnes C:* Cracked teeth: a practice-based prevalence survey. *J Dent Res* 2007; 86: 2044.
2. *Bader JD, Shugars DA, Robertson TM:* Using crowns to prevent tooth fracture. *Community Dent Oral Epidemiol* 1996; 24: 47-51.
3. *Cameron CE:* Cracked-tooth syndrome. *J Am Dent Assoc* 1964; 68: 405-411.
4. *Ehrmann EH, Tyas MT:* Cracked-tooth syndrome: diagnosis, treatment and correlations between symptoms and post-extraction findings. *Aust Dent J* 1990; 35: 105-112.
5. *Ellis SG:* Incomplete tooth fracture – proposal for a new definition. *Br Dent J* 2001; 190: 424-428.
6. <http://www.aae.org/dentalpro/colleagenews.htm>
7. *Lynch CD, McConnel RJ:* The cracked tooth syndrome. *J Can Dent Assoc* 2002; 68: 470-475.
8. *Arola D, Bajaj D, Ivancik J, Majd H, Zhang D:* Fatigue of biomaterials: hard tissues. *Int J Fatigue* 2010; 32: 1400-1412.
9. *Dusevich V, Xu Ch, Wang Y, Walker MP, Gorski JP:* Identifacion of a protein-containing enamel matrix layer which bridges with the dentin-enamel junction of adult human teeth. *Arch Oral Biol* 2012; 57: 1585-1594.
10. *Gillam GD:* Current diagnosis of dentin hypersensitivity in the dental office: an overview. *Clin Oral Investig* 2013; 17(Suppl 1): 21-29.
11. *Hamouda IM, Shehata SH:* Fracture resistance of posterior teeth restored with modern restorative materials. *J Biomed Res Nov* 2011; 25: 418-424.
12. *Plastargias I, Sakellari D:* The Consequences of Tongue Piercing on Oral and Periodontal Tissues. *ISRN Dent* 2014; 2014: 876510
13. *Ziebolz D, Hildebrand A, Proff P, Rinke S, Hornecker E, Mausberg RF:* Long-term effects of tongue piercing – a case control study. *Clin Oral Investig* 2012; 16: 231-237.



14. Hood JA: Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth: some clinical implications. *Int Dent J* 1991; 41: 25-32.
15. Kishen A, Kumar GV, Chen NN: Stress-stain response in human dentine: rethinking fracture predilection in postcore restored teeth. *Dent Traumatol* 2004; 20: 90-100.
16. Ratcliff S, Becker IM, Quinn L: Type and incidence of crack in posterior teeth. *J Prosthet Dent* 2001; 86: 168-177.
17. Udoye CI, Jafarzadeh H: Cracked tooth syndrome: characteristics and distribution among adults in a Nigerian teaching hospital. *J Endod* 2009; 35: 334-346.
18. Tay FR, Pashley DH: Monoblocks in root canals – a hypothetical or a tangible goal. *J Endod* 2007; 33: 391-398.
19. Chan AW, Low D: Diagnosis and management of cracked teeth. *Hong Kong Dent J* 2004; 1: 78-84.
20. Kahler W: The cracked teeth conundrum: Terminology, classification, diagnosis and management. *Am J Dent* 2008; 21: 275-282.
21. Homewood CI: Cracked tooth syndrome. Incidence, clinical findings and treatment. *Aust Dent J* 1998; 43: 217-221.
22. Brynjulfson A, Fristad I, Grevstad T, Hals-Kvinnslund I: Incompletely fractured teeth associated with diffuse longstanding orofacial pain: diagnosis and treatment outcome. *Int Endod J* 2002; 35: 461-466.
23. Toure B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y: Analysis of reason for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *J Endod* 2011; 37: 1512-1515.
24. Mathew S, Thangavel B, Mathew, Kailasam SK, Kumaravadivel K, Das A: Diagnosis of cracked tooth syndrome. *J Pharm Bioallied Sci* 2012; 4 (Suppl.2): 242-244.
25. Liu HH, Sidhu SK: Cracked teeth treatment rational and case management: Case reports. *Quintessence Int* 1995; 26: 485-492.
26. Lubisich EB, Hilton TJ, Ferracane J: Cracked teeth: A review of literature. *J Esthet Restor Dent* 2010; 22: 158-167.
27. Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM: Definitive diagnosis of early enamel and dentine cracks based on microscopic evaluation. *J Esthet Restor Dent* 2003; 15: 391-401.
28. Zimet PO, Endo C: Preservation of the roots-management and prevention protocols for cracked tooth syndrome. *Ann R Australas Coll Dent Surg* 2000; 15: 319-324.
29. Willemsen WL, van der Meer WJ: Repair and revision 4. Cracked tooth and crown fractures: diagnostics and treatment. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2001; 109: 170-172.
30. Wassel RW, Walls AW, McCabe JF: Direct composite inlays versus conventional composite restorations: 5-year follow-up. *J Dent* 2000; 28: 375-382.

Address: 20-081 Lublin, ul. Karmelicka 7

Tel.: +4881 5287920

e-mail: renata.chalas@umlub.pl

Received: 20th August 2015

Accepted: 28th November 2015

