

## Management in cases of instruments fractured in the root canal system\*

### Postępowanie w przypadku złamanych instrumentów w systemie kanałów korzeniowych\*

Katarzyna Olczak, Halina Pawlicka

Katedra Stomatologii Zachowawczej i Endodoncji, Zakład Endodoncji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Polska  
Department of Conservative Dentistry and Endodontics, Department of Endodontics, Medical University of Lodz, Poland  
Head: prof. H. Pawlicka

#### Abstract

**Introduction.** Fracture of instruments in the lumen of the root canal is a frequent complication during endodontic treatment. If possible, we should remove the separated fragment using an array of available methods. If the removal is associated with too much risk, other procedures should be implemented. **Aim of the study.** To present various protocols in cases of instrument separation in the root canal based on the description of case studies. **Material and methods.** The study presents the removal of broken canal instruments using ultrasounds as well as a case of preparation and obturation of a canal with an instrument broken at the tip of the root. The authors have also reviewed the literature regarding different methods of the removal and handling of broken canal instruments. **Results and conclusion.** In each case, potential benefits and complications associated with leaving or removing a broken instrument should be considered. In many cases, ultrasonics technique is very useful in removing separated fragments.

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Złamanie instrumentów w świetle kanału korzeniowego jest często spotykanym powikłaniem podczas leczenia endodontycznego. Jeśli istnieje możliwość, należy narzędzie usunąć, wykorzystując do tego celu wiele dostępnych metod. Jeśli usunięcie instrumentu wiąże się ze zbyt dużym ryzykiem, należy wdrożyć inne procedury. **Cel pracy.** Celem pracy jest przedstawienie różnych sposobów postępowania w sytuacji złamania instrumentu w kanale korzeniowym, na podstawie opisu przypadków. **Materiał i metody.** W pracy przedstawiono przypadki usunięcia złamanych narzędzi kanałowych za pomocą ultradźwięków, a także przypadek opracowania i wypełnienia kanału z narzędziem złamanym przy wierzchołku korzenia. Dokonano również przeglądu piśmiennictwa dotyczącego różnego sposobu usuwania i postępowania ze złamanymi narzędziami kanałowymi. **Wyniki i podsumowanie.** W każdym przypadku należy rozważyć potencjalne korzyści i powikłania związane z pozostawieniem lub usunięciem złamanego instrumentu. W wielu sytuacjach przy usuwaniu fragmentów narzędzi bardzo pomocną jest technika z wykorzystaniem fal ultradźwiękowych.

#### KEYWORDS:

fractured instrument, instrument removal, ultrasonics

#### HASŁA INDEKSOWE:

złamane narzędzia, usuwanie narzędzi, ultradźwięki

#### Introduction

Endodontic treatment is a time-consuming procedure. It requires doctor's detailed knowledge of the complex morphology of dental cavities and the knowledge and skills of preparation and obturation of the canals. Despite proper performance, endodontic therapy is not free of

#### Wstęp

Leczenie endodontyczne jest zabiegiem czasochłonnym. Wymaga od lekarza dokładnej znajomości skomplikowanej morfologii jam zębowych, wiedzy i umiejętności na etapie opracowania oraz wypełnienia kanałów. Mimo prawidłowego postępowania, terapia endodontyczna nie jest wolna

\* Praca finansowana ze środków uczelni, nr: 502-03/2-044-02/502-24-057.

\* Work funded by the university, No: 502-03/2-044-02/502-24-057



complications, which may result in failure of the procedure. Fracture of an instrument in the lumen of the root canal is one of the possible endodontic treatment complications. A study carried out by *Cheung*<sup>1</sup> showed that the incidence of instrument separation ranged from 0.25% to 23%. Instrument separation in the canal system is usually caused by overloaded structure of the metal network.<sup>2</sup> This is due to a hidden defect in the construction of an instrument as well as the exceptionally complex anatomy of the tooth or an iatrogenic error during treatment. Most fractures are torsional or fatigue-related.<sup>2,3</sup> Torsional fractures are usually a result of the so-called torsional overload which occurs, for example, while clearing obliterated canals or during re-treatment and removal of the material filling the canal.<sup>3</sup> Fatigue fracture, as the name indicates, occurs mainly in the case of multiple use of the same file. As a result of torsional breakages, short fragments of files remain in the root canal. Fatigue breakage generally affects files bigger than 25 ISO, and the fragments of instruments left in the canal are longer than in torsional breakages.<sup>4,5</sup>

Dealing with broken instruments depends on many situations. If possible, we should remove the broken piece from the canal. There are many ways to remove an instrument from the cavity of the tooth. Unfortunately, they cannot be used in every clinical situation. We should always consider the possible complications associated with the activities of instrument removal, and if the consequences involved, for instance, excessive weakening of the root structure, the separated fragment should be left in the canal. In such a situation, it is necessary to make an attempt to bypass the fragment, thoroughly cleanse and obturate the canal system. The broken instrument then becomes a part of the canal filling.<sup>1</sup>

## Aim

To present various proceedings in cases of an instrument fracture in the root canal based on the description of case studies.

od powikłań, których skutkiem może być niepowodzenie przeprowadzanego zabiegu. Jednym z możliwych powikłań powstałych w trakcie leczenia endodontycznego jest złamanie instrumentu w świetle kanału korzeniowego. Z badań przeprowadzonych przez *Cheung*<sup>1</sup> wynika, że odsetek częstotliwości złamań instrumentów wynosi od 0,25% do 23%. Przyczyną złamania instrumentów w systemie kanałowym jest przeciążenie struktury sieci metalicznej.<sup>2</sup> Spowodowane być to może ukrytą wadą budowy samego narzędzia, wyjątkowo skomplikowaną anatomią zęba lub błędem jatrogennym podczas leczenia. Najczęściej dochodzi do złamań skrętnych lub zmęczeniowych.<sup>2,3</sup> Złamania skrętne pojawiają się głównie w wyniku tzw. obciążenia skrętnego, występującego m.in.: podczas udrażniania kanałów zoblietrowanych lub powtórnego leczenia endodontycznego i usuwania materiału wypełniającego kanał.<sup>3</sup> Złamanie „ze zmęczenia”, jak wskazuje nazwa, występuje głównie w przypadku wielokrotnego użycia tego samego pilnika. W wyniku złamań skrętnych w kanale korzeniowym pozostają krótkie fragmenty pilników. Złamaniom zmęczeniowym ulegają głównie pilniki powyżej rozmiaru 25 wg ISO, a pozostawione w kanale fragmenty narzędzi są dłuższe niż w przypadku złamań skrętnych.<sup>4,5</sup>

Postępowanie ze złamanymi narzędziami zależy od wielu sytuacji. O ile to możliwe, należy usunąć złamany fragment narzędzia z kanału. Istnieje wiele sposobów usuwania instrumentu z jamy zęba. Niestety, nie w każdej sytuacji klinicznej można je wykorzystać. Zawsze trzeba rozważyć ewentualne powikłania związane z czynnościami usuwania narzędzia i jeśli skutkiem tego postępowania miałyby być np. zbytne osłabienie struktury korzenia, to należy pozostawić fragment instrumentu w kanale. W takiej sytuacji konieczne jest podjęcie próby ominięcia narzędzia, dokładnego oczyszczenia i szczelnego wypełnienia jamy zęba. Złamany instrument staje się wówczas częścią wypełnienia kanałowego.<sup>1</sup>

## Cel pracy

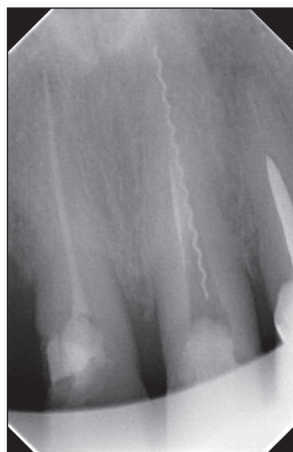
Celem pracy jest przedstawienie różnych sposobów postępowania w sytuacji złamania instrumentu w kanale korzeniowym, na podstawie opisu przypadków.

## Material and methods

### Case studies

#### Case 1

A 40-year-old patient was sent for re-treatment of the root canal 21. The X-ray picture, taken before the visit, revealed the presence of the fragment of the broken Lentulo needle that filled almost the entire root and its part was also visible in the periapical tissues, beyond the anatomical foramen of the root (Fig. 1). At the start of the procedure the rubber dam was placed and the filling was removed from the palatal surface of the tooth. Then, the broken instrument was removed using a U-file, mounted on the tip of the P5 Booster® ultrasonic scaler (Acteon®). After the removal of the piece, another X-ray was taken (Fig. 2). The



**Fig. 1.** X-ray of tooth 21 taken before treatment. Visible portion of the broken Lentulo needle.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 21 wykonane przed zabiegiem. Widoczny fragment złamanej igły Lentulo.

canal was prepared using the chemo-mechanical step-back method, MAF = 45, FF = 60. During shaping the canal it was copiously irrigated with 2% NaOCl. The final rinse was performed using a solution of NaOCl, EDTA, and NaCl. Sodium hypochlorite solution was three times activated with the so-called passive ultrasonic activation of irrigants acc. to van der Sluis.<sup>6</sup> After the final chemo-mechanical preparation and drying, the canal was filled with laterally condensed cold gutta-percha with AH Plus® sealer (Dentsply Maillefer®) (Fig. 3). The opening of the canal was secured with the Dyract flow® liner, (Dentsply

## Material i metody

### Opisy przypadków

#### Przypadek 1

Pacjent lat 40, został skierowany w celu powtórnego leczenia kanałowego zęba 21. Na zdjęciu rentgenowskim, wykonanym przed wizytą, stwierdzono obecność fragmentu złamanej igły Lentulo, która wypełniała niemal cały kanał korzeniowy i częściowo znajdowała się również w tkankach okołowierzchołkowych, poza otworem anatomicznym korzenia (Fig. 1). Na początku zabiegu założono koferdam i usunięto wypełnienie z powierzchni podniebiennej zęba. Następnie usunięto złamany instrument za pomocą pilnika U-file, zamontowanego w końcówce skalera ultradźwiękowego P5 BOOSTER® (Acteon®).



**Fig. 2.** X-ray picture of tooth 21 after removal of the fragment of the Lentulo needle.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 21 po usunięciu fragmentu igły Lentulo.



**Fig. 3.** X-ray picture of tooth 21 after the final canal filling.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 21 po ostatecznym wypełnieniu kanału.

Maillefer®), and the defect was temporarily filled with Fuji IX® glass ionomer material (GC®). The patient was sent for further treatment to the referring doctor.

## Case 2

A 49-year-old patient was referred for removal of the broken portion of a tool from tooth 36. An X-ray picture, taken before surgery, revealed the presence of a broken tool in one of the canals of the proximal root (Fig. 4). The treatment was started with the rubber dam placement, removal of the filling from the occlusal surface and the preparation of the chamber. After preparing canal openings and enlarging the 1/3 coronal portion of the canal using Universal® SX ProTaper (Dentsply Maillefer®), the fragment of the instrument was visualized in a microscope in the proximal lingual canal and then it was removed using P5 Booster® ultrasonic scaler (Acteon®). After the procedure, another X-ray was taken, which revealed a canal instrument outside the canal system, "projecting" on the root of the tooth in the middle of its height (Fig. 5). The clinical examination showed the instrument located under the wing of the clasp and resting on the rubber dam, outside the cavity of the tooth. The tool was removed and a repeat X-ray was taken (Fig. 6, 7). The canals and the coronal defect were protected with temporary material. On the next visit, the canals were prepared using



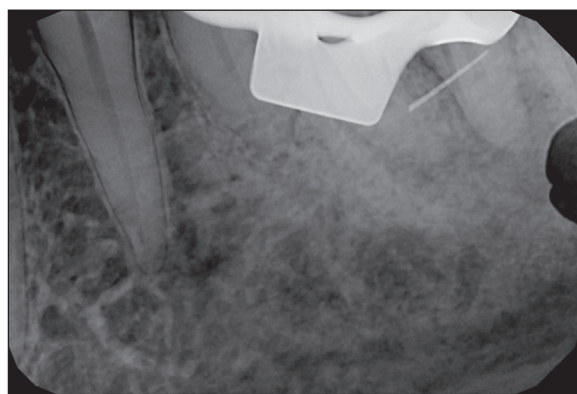
**Fig. 4.** X-ray picture of tooth 36 before treatment. Visible fragment of a broken canal instrument.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 36 przed leczeniem. Widoczny fragment złamanego narzędzia kanałowego.

Po usunięciu narzędzia wykonano zdjęcie rentgenowskie (Fig. 2). Kanał opracowano chemo-mechanicznie metodą step-back, MAF=45, FF=60. Podczas kształtowania kanału stosowano obfite płukanie 2% roztworem NaOCl. Ostateczne płukanie kanału przeprowadzono z użyciem roztworów NaOCl, EDTA i NaCl. Roztwór podchlorynu sodu aktywowano trzykrotnie ultradźwiękami, stosując tzw. pasywną aktywację ultradźwiękową środków płuczących wg *van der Sluis*.<sup>6</sup> Po ostatecznym chemo-mechanicznym opracowaniu i osuszeniu, kanał wypełniono metodą bocznej kondensacji zimnej gutaperki z uszczelniaczem AH Plus® (Dentsply Maillefer®) (Fig. 3). Ujście kanału zabezpieczono podkładem (Dyract flow®, Dentsply Maillefer®), a ubytek wypełniono tymczasowo materiałem glijonomerowym Fuji IX® (GC®). Na dalsze leczenie pacjent zgłosił się do lekarza kierującego.

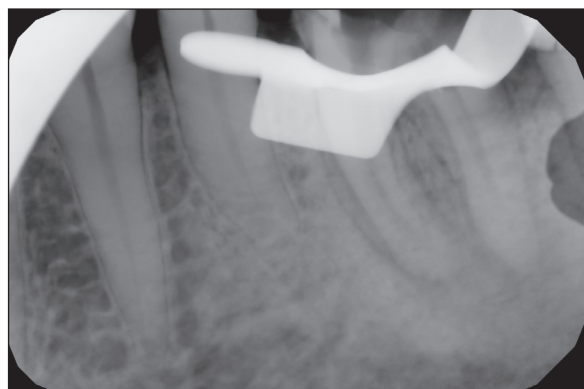
## Przypadek 2

Pacjent lat 49, został skierowany w celu usunięcia złamanego fragmentu narzędzia z zęba 36. Na zdjęciu rentgenowskim, wykonanym przed zabiegiem, stwierdzono obecność złamanego narzędzia w jednym z kanałów korzenia bliższego (Fig. 4). Zabieg rozpoczęto od założenia koferdamu, usunięcia wypełnienia z powierzchni zgryzowej oraz opracowania komory. Po opracowaniu ujść kanałowych i poszerzeniu 1/3 przykoronowej czę-

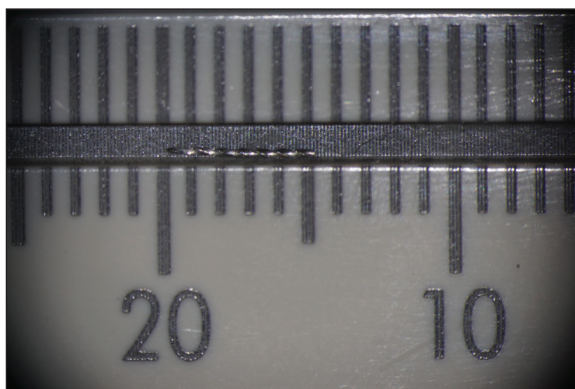


**Fig. 5.** Canal instrument outside the root canal, "projecting" on the root of the tooth in the middle of its height.

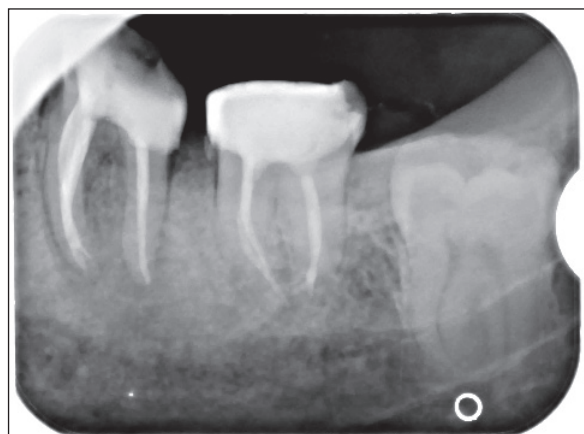
Narzędzie kanałowe poza systemem kanałowym, „rzutujące się” na korzeń zęba w połowie jego wysokości.



**Fig. 6.** X-ray picture of tooth 36 after instrument removal.  
Zdjęcie rentgenowskie zęba 36 po usunięciu narzędzia.



**Fig. 7.** A fragment of an endodontic file removed from tooth 36.  
Fragment pilnika endodontycznego usunięty z zęba 36.



**Fig. 8.** X-ray picture of tooth 36 after the final canal filling.  
Zdjęcie rentgenowskie zęba 36 po ostatecznym wypełnieniu kanałów korzeniowych.

the chemo-mechanical step-back method. The canals were dried and filled by means of the lateral condensation of cold gutta-percha with AH Plus® sealer (Dentsply Maillefer®). The canal openings were secured with flow composite and the defect was temporarily filled with Fuji IX® glass ionomer (GC®). After the surgery, an X-ray was taken (Fig. 8).

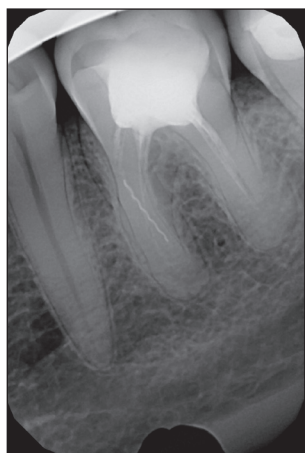
### Case 3

A 49-year-old patient was referred for the removal of the portion of the Lentulo needle from the proximal buccal canal of the lower molar. Before the surgery, an X-ray of tooth 46 was taken (Fig. 9). After placing the rubber dam and

ści kanałów narzędziem SX ProTaper Universal® (Dentsply Maillefer®), uwidoczniło, w obrazie mikroskopu, fragment narzędzia w kanale bliższym językowemu, a następnie usunięto go za pomocą skalera ultradźwiękowego P5 BOOSTER® (Acteon®). Po zabiegu wykonano zdjęcie rentgenowskie, które uwidoczniło narzędzie kanałowe poza systemem kanałowym, „rzutujące się” na korzeń zęba w połowie jego wysokości (Fig. 5). W badaniu klinicznym stwierdzono, że narzędzie znajduje się pod skrzydełkiem klamry i spoczywa na gumie koferdamu, poza jamą zęba. Narzędzie usunięto i wykonano ponownie zdjęcie rentgenowskie (Fig. 6, 7). Kanały oraz ubytek w obrębie korony zabezpieczono materiałem tymczasowym. Na następnej wizycie opracowano kanały chemo-mechanicznie metodą step-back. Kanały osuszono i wypełniono metodą bocznej kondensacji zimnej gutaperki z uszczelniaczem AH Plus® (Dentsply Maillefer®). Ujścia kanałów zabezpieczono materiałem kompozytowym typu flow, a ubytek wypełniono tymczasowo glasonomerem Fuji IX® (GC®). Po zabiegu wykonano zdjęcie rentgenowskie (Fig. 8).

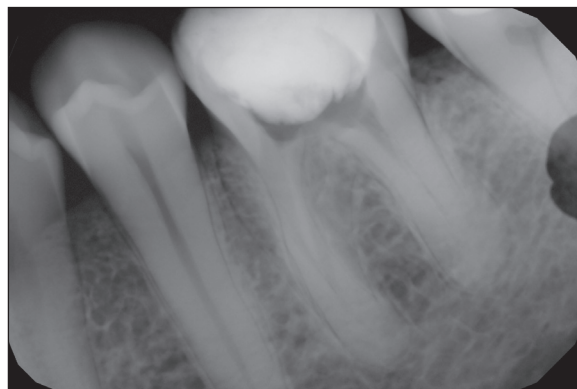
### Przypadek 3

Pacjent lat 49, zgłosił się ze skierowaniem w celu usunięcia fragmentu igły Lentulo z kanału bliższego policzkowego zęba trzonowego dolnego. Przed zabiegiem wykonano zdjęcie rentgenowskie zęba 46 (Fig. 9). Po założeniu koferdamu oraz stworzeniu prawidłowego dostępu do kanału, uwidoczniło narzędzie w obrazie mikroskopu



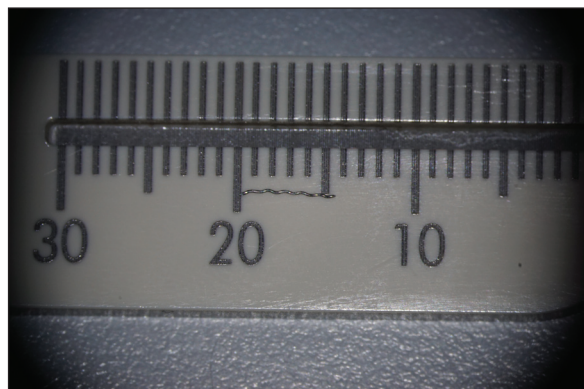
**Fig. 9.** X-ray picture of tooth 46 before treatment. Visible fragment of a broken canal instrument.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 46 przed leczeniem. Widoczny fragment złamanego narzędzia kanałowego.



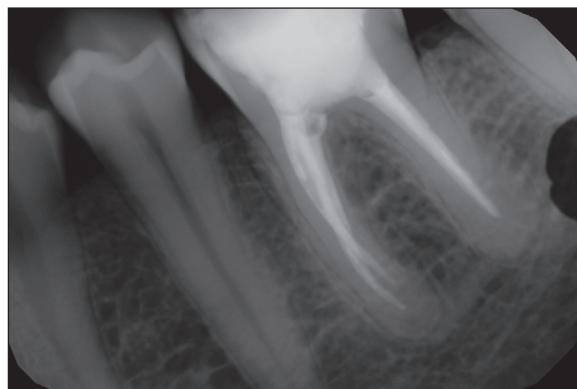
**Fig. 10.** Tooth 46 after removing separated piece.

Ząb 46 po usunięciu złamanego narzędzia.



**Fig. 11.** Broken Lentulo needle after removal from tooth 46.

Złamany fragment igły Lentulo po usunięciu z zęba 46.



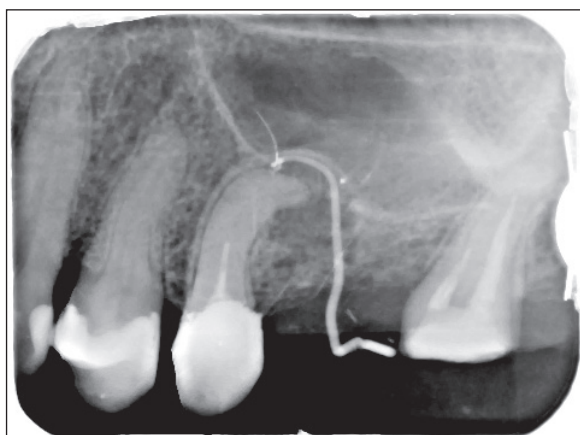
**Fig. 12.** Tooth 46 after the final canal filling.

Ząb 46 po ostatecznym wypełnieniu kanałów korzeniowych.

making proper access to the canal, the instrument was revealed in a microscope and removed using P5 Booster® ultrasonic scaler (Acteon®). After the surgery, an X-ray was taken (Fig. 10). The length of the tool was 5.5 mm (Fig. 11). The canals were prepared using the chemo-mechanical method with rotary ProTaper Next® (Dentsply Maillefer®). After chemo-mechanical preparation and drying of the canals, they were filled using lateral condensation of cold gutta-percha with AH Plus® sealer (Dentsply Maillefer®). The defect was secured with the temporary material and an X-ray was taken (Fig. 12).

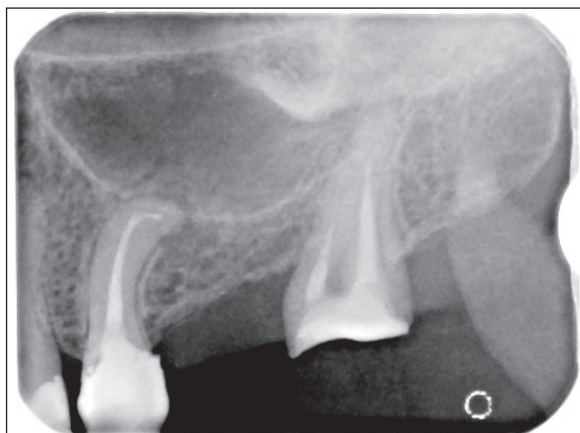
i usunięto je za pomocą skalera ultradźwiękowego P5 BOOSTER® (Acteon®). Po zabiegu wykonano zdjęcie rentgenowskie (Fig. 10). Długość narzędzia wynosiła 5,5 mm. (Fig. 11). Kanały opracowano chemo-mechanicznie narzędziami maszynowymi ProTaper Next® (Dentsply Maillefer®). Po chemo-mechanicznym opracowaniu i osuszeniu, kanały wypełniono metodą bocznej kondensacji zimnej gutaperki z uszczelniaczem AH Plus® (Dentsply Maillefer®). Ubytek zabezpieczono materiałem tymczasowym i wykonano zdjęcie rentgenowskie (Fig. 12).





**Fig. 13.** X-ray picture of tooth 25 with the gutta-percha cone inserted into the fistula.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 25 z ćwiekiem gutaperkowym umieszczonym w przetoce.

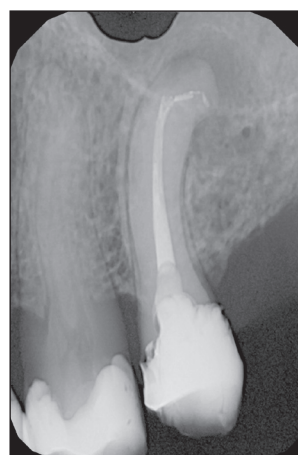


**Fig. 15.** Control X-ray of tooth 25, taken one year after the end of treatment.

Kontrolne zdjęcie rentgenowskie zęba 25 wykonane po roku od czasu zakończenia leczenia.

#### Case 4

A 57-year-old patient complained of pain in the area of tooth 25. The clinical examination revealed internal fistula around the root apex of tooth 25. An X-ray picture was taken with the gutta-percha cone inserted into the fistula (Fig. 13). The analysis of the radiograph showed inflammatory lesions in the periapical tissues and considerably underfilled root canal. The tip of the gutta-percha cone reached the apex of tooth 25. A rubber dam was placed; the occlusal filling was removed as well as the material filling the canal.



**Fig. 14.** X-ray picture of tooth 25 after the final canal filling.

Zdjęcie rentgenowskie zęba 25 po ostatecznym wypełnieniu kanału korzeniowego.

#### Przypadek 4

Pacjentka lat 57, zgłosiła się z powodu bólu w okolicy zęba 25. W badaniu klinicznym stwierdzono przetokę wewnętrzną w okolicy wierzchołka korzenia zęba 25. Wykonano zdjęcie rentgenowskie z ćwiekiem gutaperkowym wprowadzonym do przetoki (Fig. 13). Na podstawie analizy zdjęcia rentgenowskiego, stwierdzono zmiany zapalne w tkankach okołowierzchołkowych oraz znacznie niedopełniony kanał korzeniowy. Wierzchołek ćwieka gutaperkowego znalazł się w okolicy wierzchołka korzenia zęba 25. Założono koferdam, usunięto wypełnienie z powierzchni zgryzowej, a następnie materiał stanowiący wypełnienie kanałowe. Po udrożnieniu kanału, stwierdzono obecność wysięku ropnego w jamie zęba. Kanał opracowano wstępnie chemo-mechanicznie za pomocą narzędzia F1 ProTaper Universal i założono opatrunek tymczasowy: Biopulp® (Chema-Elektromet®) na okres 10 dni. Na drugiej wizycie, przy ponownym wprowadzeniu pilnika F2 Protaper Universal® do kanału, doszło do jego złamania w okolicy okołowierzchołkowej. Z powodu położenia narzędzia, zdecydowano o pozostawieniu pilnika w kanale. Podjęto jednak próbę ominięcia narzędzia pilnikiem typu C-pilot o małej średnicy (wielkość 06-10 wg ISO). Dodatkowo zastosowano obfite płukanie kanału



After restoring patency of the canal, purulent exudate was found in the cavity of the tooth. The canal was initially prepared using the F1 ProTaper Universal and a temporary dressing was placed: Biopulp® (Chema-Elektromet®) for a period of ten days. On the second visit, after the F2 Protaper Universal® file was again inserted into the canal, it broke in the periapical area. Because of the tool's position, it was decided to retain the file in the canal. An attempt was made to bypass the tool using the C-pilot file with a small diameter (size 06-10 ISO). Additionally, the canal was copiously flushed with NaOCl and EDTA solutions. Both agents were repeatedly activated with ultrasounds. The canal was chemo-mechanically prepared to size 35, to the site of file breakage. The coronal part of the canal was previously prepared using the SX ProTaper Universal tool. After the final rinsing and drying, the canal was filled with laterally condensed cold gutta-percha and AH Plus® sealer (Fig. 14). The opening of the canal was protected with a liner and the defect was restored with composite material. The restoration was treated as a temporary measure due to the extensive loss of hard dental tissue. A follow-up X-ray taken after one year (Fig. 15) of treatment showed a significant reduction of inflammatory lesions in the periapical tissues. When last seen, the patient did not report any complaints related to the treated tooth. The fistula completely healed and there was no recurrence.

## Discussion

Fracture of the canal instrument in the tooth cavity is always an unpleasant experience for the dentist. Both communication with the patient and the procedure to remove the instrument from the canal system are difficult. The literature describes various methods of removing broken instruments. The least popular methods are those using acid or micromagnets.<sup>7</sup> The most common, however, are methods based on ultrasonic devices or special instruments as well as the Tube technique, with its modification using an injection needle.<sup>8-12</sup> Also, the so-called Braiding method, already described in the 1980's, has its supporters.<sup>13</sup> It involves the removal of a broken piece of the

za pomocą roztworów NaOCl i EDTA. Oba środki płuczące aktywowano kilkukrotnie za pomocą ultradźwięków. Kanał opracowano chemo-mechanicznie do narzędzia w rozmiarze 35 wg ISO, do miejsca złamania pilnika. Część przykoronową kanału opracowano wcześniej narzędziem SX ProTaper Universal. Kanał, po ostatecznym wypłukaniu i osuszeniu, wypełniono metodą bocznej kondensacji zimnej gutaperki z uszczelniaczem AH Plus® (Fig. 14). Ujście kanału zabezpieczono podkładem, a ubytek odbudowano materiałem kompozytowym, traktując to wypełnienie jako odbudowę tymczasową, ze względu na rozległą utratę tkanek twardych zęba. Zdjęcie kontrolne wykonane po roku (Fig. 15) od zakończenia leczenia wykazało zdecydowane zmniejszenie zmian zapalnych w tkankach okołowierzchołkowych. Pacjentka nie zgłasza żadnych dolegliwości ze strony leczonego zęba. Przetoka uległa całkowitemu wygojeniu i nie obserwowano jej nawrotu.

## Dyskusja

Złamanie narzędzia kanałowego w jamie zęba jest zawsze przykrym doświadczeniem dla dentystry. Trudna jest zarówno rozmowa z pacjentem, jak i procedura usunięcia instrumentu z systemu kanałowego. W piśmiennictwie opisywane są różne metody usuwania złamanych narzędzi. Do najmniej popularnych należą metody z użyciem kwasów lub mikromagnesów.<sup>7</sup> Najczęściej wykorzystywanymi sposobami są natomiast techniki z użyciem aparatów ultradźwiękowych lub specjalnych instrumentów, a także technika Tube, której modyfikacją jest metoda z użyciem igły iniekcyjnej.<sup>8-12</sup> Swoich zwolenników ma również tzw. metoda Braiding opisywana już w latach 80-tych ubiegłego wieku.<sup>13</sup> Polega ona na usunięciu fragmentu złamanego narzędzia za pomocą dwóch innych pilników (polecane są tu szczególnie pilniki Hedströma), oplecionych wokół instrumentu, który jest mechaniczną przeszkodą w kanale. Aby zastosować tę technikę, konieczne trzeba stworzyć wystarczająco dużo przestrzeni dla kolejnych dwóch instrumentów i wykazać się dużą dozą doświadczenia oraz wyczucia. Podczas zabiegu może bowiem dojść do złamania pilników używanych do usuwania fragmentu wcześniej odseparowanego instrumentu, co



tool with two different files (Hedström files are particularly recommended), braided around the instrument, which is a mechanical obstacle in the canal. To apply the technique described above, it is necessary to create enough space for the additional two instruments. Also experience and intuition are required since during the procedure the removing files may break as well, which would greatly complicate the already difficult situation in the canals.<sup>13</sup> The Tube or ultrasound technique are more effective methods of removing broken instruments. In the Tube method we should create a straight access to the separated fragment to be removed, then “anchor” it to a sleeve-shaped tool. In addition, the separated piece is fixed to the removing tool by means of an adhesive, for example cyanoacrylate. The fragment of an instrument that is to be removed should be in the lumen of the “sleeve” and come in as much contact as possible to the inner walls.<sup>9,10</sup> The complications associated with the use of the above technique include, among others: the risk of excessive loss of hard dental tissues and tooth weakening as well as dislocation of the fragment of the file being removed into the root apex, and even to the surrounding anatomical structures. Both techniques: Tube and Braiding are primarily dedicated to the removal of long fragments of instruments, whose upper end is close to the coronal opening into the canal.<sup>9,10,13</sup> A Loop method is a certain modification of the Tube technique, in which a small diameter cannula is used, and a wire loop is its additional element. The loop is used to get hold of the separated fragment.<sup>14</sup> Similarly to the Tube method, it is necessary to expose the tool over its entire circumference, which leads to the weakening of the root. Because of the drawbacks and limitations of such methods, the ultrasound technique was applied in the cases presented above. The technique can be used to remove both long and short fragments of broken instruments. The amount of removed dentine is usually smaller than using other methods.<sup>15,16</sup> Naturally, it depends on the initial situation and, among others, the tool position and a degree of curvature of the root canal. When using ultrasounds to remove the tool, it is necessary to create the correct access to

znacznie komplikuje i tak już trudną sytuację w jamie zęba.<sup>13</sup> Bardziej efektywnymi metodami usuwania złamanych narzędzi jest technika Tube lub ultradźwiękowa. W metodzie Tube należy stworzyć prostoliniowy dostęp do usuwanego fragmentu instrumentu, a następnie „zakotwiczyć go” w innym narzędziu o tulejkowatym kształcie. Dodatkowo, narzędzia mocuje się do siebie za pomocą kleju, np. cyanoakrylanowego. Fragment instrumentu, który ma być usunięty, powinien znaleźć się w świetle „tulejki” i możliwie jak najściślej przylegać do jej wewnętrznych ścianek.<sup>9,10</sup> Powikłania związane ze stosowaniem przedstawionej techniki, to m.in.: ryzyko zbyt dużej utraty tkanek twardych zęba i jego osłabienie oraz możliwość przemieszczenia usuwanego fragmentu pilnika w kierunku wierzchołkowym korzenia, a nawet do otaczających struktur anatomicznych. Obie techniki: Tube oraz Braiding są dedykowane do usuwania przede wszystkim długich fragmentów narzędzi, których górny koniec znajduje się blisko przykoronowego ujścia kanału.<sup>9,10,13</sup> Pewną modyfikacją techniki Tube jest metoda Loop, w której również jest wykorzystywana kaniula o małej średnicy, a elementem dodatkowym jest druciana pętla. Pętla służy do uchwycenia złamanego narzędzia.<sup>14</sup> Podobnie jak przy metodzie Tube, tak i tutaj konieczne jest odsłonięcia narzędzia na całym jego obwodzie, co wiąże się z osłabieniem korzenia. Ze względu na wady i ograniczenia stosowania powyższych metod, w prezentowanych przypadkach zastosowano technikę ultradźwiękową. Technika ta może być wykorzystywana do usuwania zarówno długich, jak i krótkich fragmentów złamanych narzędzi. Ilość usuniętej przy tym zębiny zwykle jest mniejsza, niż przy wykorzystaniu innych metod.<sup>15,16</sup> Oczywiście, zależy to od sytuacji wyjściowej i m.in. położenia narzędzia oraz stopnia zakrzywienia kanału korzeniowego. Wykorzystując ultradźwięki do usunięcia narzędzia, należy pamiętać o stworzeniu prawidłowego dostępu do jamy zęba oraz konieczności częściowego odsłonięcia złamanego instrumentu endodontycznego. Zabieg powinien się odbywać w powiększeniu mikroskopu. Należy również pamiętać o izolowaniu zęba od środowiska jamy ustnej za pomocą koferdamu, który jest nieodzownym elementem zabiegu endodontycznego. Po odsło-



the tooth cavity and the need to partially expose the broken endodontic instrument. The treatment should be performed using a microscope. Rubber dam, which is an indispensable element of the endodontic treatment, should be used to isolate the tooth from the oral environment. After exposing the fragment of a broken instrument, an activated (oscillatory) ultrasonic file should be applied to it. Vibrations of the file cause gradual "loosening" of the fragment in the canal. The ultrasonic file can also be rotated in the direction opposite to the one used when the initial file was inserted before breaking in the canal.<sup>17</sup> The canal has to be copiously irrigated with NaOCl or H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> solutions. The natural phenomenon of foaming these fluids are mixed, as well as the activation of the agents by means of ultrasound, increase the effectiveness of the procedure, but makes "visual" control more difficult. Therefore, an alternating operation is recommended: with and without irrigants. Extra caution is necessary – too large amplitude of ultrasound file vibrations can cause its fracture in the canal or perforation of the wall of the root, if the track of the file action is not checked. When using ultrasound files, particularly at the start of the procedure, they should operate at 20-30% of their power capacity, which can be increased as the treatment continues. We should closely watch (with a microscope) the colour of root dentine and when it becomes yellow-brown, the treatment should be discontinued, the canal copiously rinsed and the power of the tool reduced.<sup>18</sup>

The decision to remove or leave an instrument in the tooth, as well as the choice of method to remove a broken tool depends, among others, on: the position of the instrument in the canal and the anatomy of the root canal system:

It is easier to remove a tool located in the 1/3 coronal part than in the 1/3 middle part of the canal, especially when the access to the tool is in a straight line, and the curvature of the canal is not very large. If an instrument is broken in the apical area, we most often make the decision to "bypass" it or, if this is not possible, prepare and fill the canal to the height of the broken fragment.<sup>15</sup> It is necessary to control the treated tooth clinically and radiographically. The evacuation of the tool

nięciu fragmentu złamanego instrumentu należy przyłożyć do niego aktywowany (drgający) pilnik ultradźwiękowy. Drgania pilnika powodują stopniowe „obluzowanie” narzędzia w kanale. Można również wykonywać pilnikiem ultradźwiękowym ruchy przeciwne do tych, w które zostało wprowadzone narzędzie przed złamaniem w kanale.<sup>17</sup> Podczas pracy należy stosować obfite płukanie roztworami NaOCl oraz ewentualnie H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Naturalne zjawisko pienienia po zmieszaniu tych płynów, a także aktywacja środków za pomocą fal ultradźwiękowych, zwiększa efektywność procedury, choć utrudnia „wzrokową” kontrolę czynności. Dlatego poleca się naprzemienną pracę: bez oraz z udziałem środków płuczących. Należy zachować przy tym dużą ostrożność, aby zbyt duża amplituda drgań pilnika ultradźwiękowego nie spowodowała jego odłamania w kanale lub perforacji ściany korzenia, jeśli nie jest sprawdzany tor działania pilnika. Podczas używania pilników ultradźwiękowych, szczególnie na początku zabiegu, powinny one pracować z mocą nie większą niż 20-30%. Moc urządzenia może być zwiększana podczas kontynuacji zabiegu. Powinno się przy tym bacznie obserwować (w mikroskopie) kolor zębiny korzeniowej i gdy osiągnie ona barwę żółto-brązową, należy przerwać zabieg, obficie wypłukać kanał oraz zmniejszyć moc urządzenia.<sup>18</sup>

Decyzja o usuwaniu lub pozostawieniu instrumentu w zębie, a także wybór metody usunięcia złamanego narzędzia zależy między innymi od położenia narzędzia w kanale i anatomii systemu kanałowego.

Łatwiej usunąć narzędzie znajdujące się w 1/3 przykoronowej niż w 1/3 środkowej części kanału, szczególnie wtedy, gdy dostęp do narzędzia jest w linii prostej, a krzywizna kanału nie jest zbyt duża. W przypadku narzędzi złamanych w okolicy przywierzchołkowej, najczęściej podejmuje się decyzję o „obejściu” narzędzia lub, gdy nie ma takiej możliwości, opracowaniu i wypełnieniu kanału do miejsca złamanego narzędzia.<sup>15</sup> Konieczna jest wówczas kontrola kliniczna i radiologiczna leczonego zęba. Ewakuacja narzędzia obecnego w 1/3 przywierzchołkowej części kanału wiąże się z koniecznością usunięcia dużej ilości zębiny korzeniowej, co osłabia ściany zęba i może zakończyć się jego ekstrakcją. W przypadku powikłań,

located in the 1/3 apical part of the canal involves the removal of a large amount of root dentine, which weakens the walls of the tooth and can result in its extraction. If complications occur, we can consider the removal of the instrument from the root tip during a combined endodontic and surgical procedure.<sup>16</sup>

### The length of the tool

Many experts agree that during the removal of the separated fragment its length is not as important as its position in the root canal. Some clinicians and scientists say, however, that longer fragments can be removed faster than tiny one-millimetre long fragments of files or Lentulo needles.<sup>17</sup> This is due, among others, to the fact that longer tools are often not jammed along its entire length. According to *Hulsmann* and *Schinkel*,<sup>16</sup> the tools longer than 5 mm are the easiest to remove.

### A type of tool and the material it is made of

There are some differences in the removal of broken Lentulo needles and files. The contact surface of the Lentulo needle with the walls of the root is usually smaller than that of the broken file, which in theory should facilitate the work of the dentist who attempts to remove it. Unfortunately, Lentulo needles often “jam” with their tip in the dentine, which means that in many cases only a part of the instrument is removed during the first attempt and its tip still lies in the tooth cavity. The chances of successful removal can be increased by demonstrating patience and removing the material and/or dentine surrounding the needle along its length.<sup>10,11</sup> After removing the tool, radiographs always have to be taken to check whether the whole portion of the instrument was removed. When files are removed, the alloy of which the instruments are made as well as the cross-sectional shape/structure of the working part of the tool are quite important. The removal of Hedström files is sometimes more difficult than that of K-files. Likewise, nickel-titanium instruments are difficult to remove because their taper often increases rapidly, and so the contact with root walls is considerable and comparable with manual Hedström files. In addition, the studies conducted

można rozważać usunięcie tak położonego instrumentu od strony wierzchołka korzenia podczas zabiegu endo-chirurgicznego.<sup>16</sup>

### Długość narzędzia

Wielu specjalistów jest zgodnych, że długość narzędzia nie jest tak istotną kwestią podczas jego usuwania, jak położenie instrumentu w kanale korzeniowym. Niektórzy lekarze praktycy oraz naukowcy twierdzą jednak, że dłuższe fragmenty narzędzia można usunąć szybciej, niż drobne, jednomilimetrowe fragmenty pilników czy igieł Lentulo.<sup>17</sup> Wynika to między innymi z faktu, że dłuższe narzędzia najczęściej nie są zakleszczone na całej swojej długości. Według *Hulsmann* i *Schinkel*<sup>16</sup> najłatwiej usunąć narzędzia o długości powyżej 5 mm.

### Rodzaj narzędzia i materiał, z którego są wykonane

Pewne różnice występują podczas usuwania złamanych igieł Lentulo i pilników. Powierzchnia kontaktu igły Lentulo ze ścianami korzenia jest zwykle mniejsza niż złamanego pilnika, co teoretycznie powinno ułatwić prace dentyście podejmującemu próby usunięcia narzędzia. Niestety, igły Lentulo często „zakleszczają” się swoim wierzchołkiem w zębinie, co powoduje, że w wielu przypadkach podczas pierwszej próby usuwa się tylko część instrumentu, a fragment wierzchołkowy tkwi nadal w jamie zęba. Szanse powodzenia zabiegu można zwiększyć poprzez dużą cierpliwość działania i usunięcie materiału i/lub zębiny otaczających igłę na możliwie jak największej jej długości.<sup>10,11</sup> Po usunięciu narzędzia, zawsze należy wykonać zdjęcie rentgenowskie i skontrolować, czy wyjęto cały fragment instrumentu. Przy usuwaniu pilników duże znaczenie ma stop, z jakiego zostały wykonane oraz kształt przekroju poprzecznego/budowa części pracującej narzędzia. Usuwanie pilników Hedströma bywa trudniejsze niż pilników typu K. Trudnymi do usunięcia są również narzędzia NiTi (niklowo-tytanowe), ponieważ ich stożkowatość często gwałtownie wzrasta, a więc kontakt ze ścianami korzenia jest duży i porównywalny z ręcznymi pilnikami Hedströma. Dodatkowo, badania *Mandel* i *Friedman*<sup>19</sup> wyka-



by Mandel and Friedman<sup>19</sup> have shown that nickel-titanium files tend to break in an area which is particularly “difficult” to work in, i.e. the centre of the canal curvature. It was also demonstrated that files with the so-called “radial lands” are easier to bypass or remove from the canal than the files with the large, increasing degree of convergence. When removing nickel-titanium instruments, we often observe their straightening and location along the outer curve, where they are more difficult to grasp. It is connected with the so-called elasticity force and the “shape memory” of nickel-titanium files.<sup>20</sup>

### Cooperation of the patient

Already at the stage of deciding about the fate of the broken tool we should thoroughly analyse the behaviour of the patient. The procedure of tool removal is time-consuming and requires patience and discipline from the patient in the dental chair. It is difficult to carry out this procedure in hyperactive patients or those burdened with diseases that prevent such procedures, for example treatment in the (semi) supine position, with the mouth wide open for a long time. At this point, it is worth emphasizing the importance of honest, albeit calm conversation with the patient about the situation in hand. Patients often have a misleading picture of the consequences of leaving the tool in the tooth and demand its removal. The dentist must present to the patient a thorough risk and possible complications associated with both leaving and removing the tool from the canal.

### Operator’s skills and surgery equipment

When starting the treatment, especially the more complex ones, we need to consider our skills and available instruments. It is necessary to use a rubber dam during the surgery, and it should also be placed during endodontic treatments. When removing broken instruments, rubber dam protects the patient, among others, from accidentally swallowing the fragment of a file or, more hazardous to life and health of the patient, aspiration into the airways. If rubber dam had not been used in case study 2, the broken piece of a file would have placed itself on the oral mucosa of the patient.

zały, że pilniki niklowo-tytanowe mają tendencję do łamania się w szczególnie „trudnej” do pracy okolicy, a więc w środkowej części krzywizny kanału. Udowodniono również, że pilniki z tzw. płaszczyzną promienistą (ang. radial lands) łatwiej ominąć lub usunąć z kanału, niż pilniki z tzw. dużym, rosnącym stopniem zbieżności. Podczas usuwania instrumentów NiTi, często obserwuje się ich prostowanie i umiejscawianie się wzdłuż zewnętrznej krzywizny, gdzie trudniej je uchwycić. Jest to związane z tzw. siłą sprężystości oraz „pamięcią kształtu” pilników NiTi.<sup>20</sup>

### Współpraca pacjenta

Już na etapie podejmowania decyzji o dalszych losach złamanego narzędzia, należy możliwie wnikliwie przeanalizować zachowanie pacjenta. Zabieg usuwania narzędzia jest procesem czasochłonnym i wymaga od pacjenta cierpliwości oraz dyscypliny na fotelu dentystycznym. Trudno przeprowadzić ten zabieg u pacjentów nadpobudliwych czy obciążonych chorobami, uniemożliwiającymi np.: leczenie w pozycji (pół)leżącej, z szeroko otwartymi ustami przez dłuższy czas. W tym miejscu warto również podkreślić wagę szczerzej, aczkolwiek spokojnej rozmowy z pacjentem na temat zaistniałej sytuacji. Pacjenci często mają mylny obraz konsekwencji pozostawienia narzędzia w zębie i domagają się jego usunięcia. Do lekarza dentysty należy sumienne przedstawienie pacjentowi ryzyka i możliwych powikłań związanych tak z pozostawieniem, jak i z usuwaniem narzędzia z kanału.

### Umiejętności własne i wyposażenie gabinetu

Przystępując do każdego zabiegu, a szczególnie tego bardziej skomplikowanego, należy wziąć pod uwagę własne umiejętności i posiadane instrumentarium. Koniecznym jest stosowanie podczas zabiegu koferdamu, który powinien być używany również podczas wielu innych zabiegów endodontycznych. Podczas usuwania złamanych narzędzi, koferdam chroni pacjenta między innymi przed przypadkowym połknięciem fragmentu pilnika lub, co bardziej niebezpieczne dla życia i zdrowia pacjenta, zaaspirowania go do dróg oddechowych. Gdyby w prezentowanym przypadku nr 2, nie był stosowany

When sufficient resources to remove the tools are not available in our surgery, we should refer the patient to a specialist. Sometimes, however, even a specialist with years of experience is not able to remove a broken tool, especially when it is broken in the canal which is curved and/or located near the apical foramen. An attempt to remove such a tool may end up with intruding the instrument into the adjacent anatomical structures, such as maxillary sinus or nerve canal, resulting in additional and difficult to control consequences.

If the removal of the instrument is associated with a very high risk or is impossible to undertake, we should leave the tool in the canal, but try to bypass it. In the initial stage of work, this may be done by means of a file with a small diameter e.g. 08 or 10 ISO. When expanding the space around the object, we should be careful not to create the so-called *via falsa* or perforate the canal walls. By bypassing the part of the instrument we obtain better access to the periapical area and canal walls, thus increasing the chance for effective disinfection and tight sealing of the pulp chamber. If the object is at the anatomical opening, and the canal is curved, we can consider leaving the instrument in the canal without an attempt to circumvent. Of course, in this case, we should make every possible effort to effectively chemo-mechanically prepare the area, and then homogeneously fill the root canal. Many studies show that the success of root canal treatment primarily depends on effective aseptic surgery and the condition of the tooth and the periapical tissue prior to the treatment, and not on the presence of a broken tool in the canal.<sup>21,22</sup> If the fracture occurs in the tooth with an infected root canal system, the prognosis of successful treatment is smaller than if the instrument is broken in the canal with uninfected vital pulp. Spili et al.<sup>22</sup> demonstrated that treatment prognosis mainly depends on inflammation in the periapical tissues and not on the presence of a broken tool in the canal. The authors of the above study observed the teeth treated by seven endodontists in the period from 1990 to 2003. The teeth were divided into two groups: the first group comprised the teeth in which a tool was broken, and the second group the teeth, in which the canal system was free of

koferdam, fragment złamanego pilnika znalazłby się na błonie śluzowej jamy ustnej pacjenta.

Gdy w gabinecie nie ma odpowiednich warunków do usuwania narzędzi, należy skierować pacjenta do specjalisty. Zdarza się jednak, że nawet lekarz specjalista, z wieloletnim doświadczeniem, nie jest w stanie usunąć złamanego narzędzia, szczególnie wtedy, gdy jest ono złamane w kanale zakrzywionym i/lub znajduje się w pobliżu otworu wierzchołkowego. Próba usunięcia takiego narzędzia może się zakończyć jego wtłoczeniem do sąsiednich struktur anatomicznych, np.: zatoki szczękowej lub kanału nerwu, czego konsekwencją są dodatkowe, trudne do opanowania komplikacje.

Jeżeli usunięcie narzędzia wiąże się ze zbyt dużym ryzykiem lub jest niemożliwe, należy pozostawić narzędzie w kanale, ale starać się je ominąć. W początkowym etapie pracy, można to uczynić za pomocą pilnika o małej średnicy, np.: 08 lub 10 wg ISO. Podczas poszerzania przestrzeni wokół narzędzia należy uważać, aby nie wytworzyć tzw. *falszywej drogi* (ang. *via falsa*) lub perforacji. Dzięki ominięciu fragmentu instrumentu uzyskuje się lepszy dostęp do okolicy wierzchołkowej i ścian kanału, a zatem zwiększa się szansa na skuteczną dezynfekcję i szczelne wypełnienie jamy zęba. Jeśli narzędzie tkwi przy otworze anatomicznym, a kanał jest zakrzywiony, to można rozważyć pozostawienie instrumentu w kanale, bez prób ominięcia. Oczywiście i w takim przypadku należy dołożyć wszelkich starań, aby możliwie efektywnie chemo-mechanicznie opracować, a następnie homogenicznie wypełnić kanał korzeniowy. Z wielu badań wynika, że sukces leczenia kanałowego zależy przede wszystkim od skutecznej aseptyki zabiegu i stanu zęba oraz tkanek okołowierzchołkowych przed podjęciem terapii, a nie od obecności złamanego narzędzia w kanale.<sup>21,22</sup> Jeśli do złamania dojdzie w zębie z zainfekowanym systemem kanałowym, szanse powodzenia leczenia są mniejsze, niż w sytuacji, gdy fragment narzędzia zostanie złamany w kanale zęba z niezakażoną miazgą żywą. Spili i wsp.<sup>22</sup> wykazali, że prognoza leczenia zależy przede wszystkim od obecności zmian zapalnych w tkankach okołowierzchołkowych, a nie od obecności złamanego narzędzia w kanale. Autorzy



mechanical obstruction in the form of instrument fragments. Follow-up tests showed no significant difference in achieving the so-called therapeutic success between the two groups.<sup>22</sup> It has also been demonstrated that the moment of tool separation in the canal system has a large impact on prognosis. Prognosis is worse, if the broken instrument was the first tool introduced into the canal than in the case of re-entry. This is due to the fact that the later the fracture, the greater the chance of appropriate chemo-mechanical cleaning of the canal system. Parsahos et al.<sup>21</sup> found that prognosis in cases of incorrectly performed endodontic treatment without breaking the instrument, is much worse than if the instrument breaks in the canal but effective disinfection of the root canal system was performed and aseptic conditions were maintained during all stages of the procedure. The situation described in the case study 4 confirms this thesis. Before starting the treatment, the intra-oral examination found active fistula and an X-ray of the tooth 25 showed the poorly filled canal and chronic inflammatory lesions in the periapical tissues. Even though another endodontic treatment resulted in the breakage of the file, competent disinfection of the root canal system and the fact that the fracture occurred not at the beginning but at the end of the canal preparation, contributed to the good prognosis of the tooth. Of course, if during and/or after tool breaking the standards of endodontic treatment are not maintained, the prognosis of such a tooth can be much worse, which is confirmed by scientific research.<sup>23</sup>

## Conclusion

The patient should always be informed about the presence of a tool in the canal system. Despite many available methods, it is not always possible to remove the broken portion of an instrument. Potential benefits and complications of the planned proceedings should be considered, and together with the patient the optimal method of treatment, individual in a particular clinical case should be chosen.

wspomnianego badania przeprowadzili obserwację zębów leczonych przez siedmiu lekarzy specjalistów endodontów w okresie czasu od 1990 do 2003 roku. Zęby zostały podzielone na dwie grupy: w pierwszej grupie umieszczono zęby, w których doszło do złamania narzędzia, a w drugiej zęby, w których system kanałowy był wolny od przeszkód mechanicznych w postaci fragmentów instrumentów. Badania kontrolne nie wykazały istotnych różnic w osiągnięciu tzw. sukcesu leczniczego między obiema grupami.<sup>22</sup> Udowodniono również, że duży wpływ na rokowanie ma moment odseparowania narzędzia w jamie zęba. Prognoza jest gorsza, jeśli złamany instrument był pierwszym narzędziem wprowadzanym do kanału, niż w przypadku pilnika wprowadzonego po raz kolejny. Wynika to z faktu, że im później doszło do złamania, tym większa szansa na właściwe chemo-mechaniczne oczyszczenie jamy zęba. Parsahos i wsp.<sup>21</sup> stwierdzili, że rokowanie niewłaściwie przeprowadzonego leczenia endodontycznego, bez złamania instrumentu, jest znacznie gorsze niż w przypadku złamania narzędzia w kanale, ale skutecznej dezynfekcji systemu kanałowego i aseptycznego postępowania w trakcie wszystkich procedur zabiegu. Potwierdzeniem tej tezy jest również sytuacja opisana w przypadku nr 4. Przed podjęciem leczenia, w badaniu wewnątrzustnym stwierdzono czynną przetokę, a na zdjęciu rentgenowskim zęba 25 widoczny był źle wypełniony kanał i przewlekłe zmiany zapalne w tkankach okołowierzchołkowych. Mimo że podczas powtórnego leczenia kanałowego doszło do złamania pilnika, to właściwa dezynfekcja systemu kanałowego oraz fakt, że do złamania doszło, nie na początku, ale pod koniec opracowania kanału, przyczyniły się do dobrego rokowania zęba.

Oczywiście, jeśli w trakcie i/lub po fakcie złamania narzędzia, nie zostają zachowane standardy leczenia endodontycznego, to prognoza takiego zęba może być znacznie gorsza, co znajduje potwierdzenie w badaniach naukowych.<sup>23</sup>

## Podsumowanie

O obecności narzędzia w jamie zęba należy zawsze poinformować pacjenta. Mimo wielu dostępnych metod, nie zawsze jednak udaje się usunąć



złamany fragment instrumentu. Należy rozważyć potencjałe korzyści i powikłania planowanego postępowania, i wspólnie z pacjentem wybrać optymalną metodę leczenia, indywidualnie rozpatrywaną w konkretnym przypadku klinicznym.

## References

1. *Cheung GS*: Long-term survival of primary root canal treatment carried out in a dental teaching hospital. *Endod Topics* 2009; 16: 1-26.
2. *Haikel Y, Servaty R, Bateman G, Singer B, Allemann C*: Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1999; 25: 218-244.
3. *Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA, Messer HH*: Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000; 26: 161-165.
4. *Turpin YL, Chagneau F, Bartier, Cathelineau G, Vulcain JM*: Impact of torsional and bending inertia on root canal instruments. *J Endod*. 2001; 27: 333-336.
5. *Xu X, Eng M, Zheng Y, Eng DJ*: Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. *J Endod* 2006; 32: 372-375.
6. *van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR*: Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007; 40: 415-426.
7. *Schwartz M*: The prevention and management of the broken curet. *Compend Contin Educ Dent* 1998; 19: 418-420.
8. *Masserann J*: Entfernen metallischer Fragmente aus Wurzelkanälen. *J Br Endod Soc* 1979; 5: 55-59.
9. *Johnson WB, Beatty RG*: Clinical technique for the removal of root canal obstructions. *J Am Dent Assoc* 1988; 117: 473-476.
10. *Cuje J, Bargholz C, Hülsmann M*: The outcome of retained instrument removal in a specialist practice. *Int Endod J* 2010; 43: 545-554.
11. *Hülsmann M*: Methods for removing metal obstructions from the root canal. *Int Endod J* 2013; 8: 205-207.
12. *Hülsmann M*: Retrieval of silver cones using different techniques. *Int Endod J* 1990; 23: 298-303.
13. *Gilbert BO Jr, Rice R*: Re-treatment in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 64: 333-338.
14. *Roig-Greene J*: The retrieval of foreign objects from root canals: a simple aid. *J Endod* 1983; 9: 394-397.
15. *Eggert M, Gernhardt C*: Entfernung frakturierter Instrumente. Eine Literaturübersicht. *Endodontie* 2012; 21: 351-359.
16. *Hülsmann M, Schinkel*: Influence of several factors on the success or failure of removal of fractured instruments from the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15:252-258
17. *Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM*: Management of intracanal separated instruments. *J Endod*. 2013; 39: 569-581
18. *Arnold M*: Systematik einer orthograden Fragmententfernung Teil 2. *Endodontie* 2013; 3: 257-266.
19. *Mandel E, Friedman S*: Endodontic retreatment: a rational approach to root canal reinstrumentation. *J Endod* 1992; 18: 565-569.
20. *Shen Y, Peng B, Cheung GS*: Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98: 605-610.
21. *Parashos P, Messer HH*: Rotary Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod*. 2006; 32: 1031-1043.
22. *Spili P, Parashos P, Messer HH*: The impact of instrument fracture on outcome of endodontic treatment. *J Endod* 2005; 31: 845-50.
23. *Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM*: Management of Intracanal Separated Instruments. *J Endod* 2013; 39: 569-581.

Address: 92-213 Łódź, ul. Pomorska 251  
Tel./Fax: +4842 6757418  
e-mail: katarzyna.danuta.olczak@umed.lodz.pl

Received: 10<sup>th</sup> March 2016

Accepted: 23<sup>rd</sup> August 2016