

Gdański Uniwersytet Medyczny
Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej

Lek. stom. Marzena Biegańska

**Występowanie cieśni międzykanałowych w zębach przedtrzonowych
i trzonowych stałych. Badania in vitro.**

Praca na stopień doktora nauk medycznych

Promotor pracy
Dr hab. n. med. Barbara Kochańska prof. ndzw. GUMed

Gdańsk, 2014

*Pragnę serdecznie podziękować Promotorowi pracy,
Pani Dr hab. n. med. Barbarze Kochańskiej prof. ndzw. GUMed,
za opiekę merytoryczną, cierpliwość, życzliwość oraz zaufanie,
a także za cenne wskazówki, pomoc i poświęcony czas podczas
powstawania i redagowania niniejszej pracy.*

*Dziękuję Panu Doktorowi Michałowi Penkowskiemu,
za wskazówki merytoryczne,
oraz pomoc przy przeprowadzeniu badań,
w Katedrze i Zakładzie Fizyki i Biofizyki GUMed.*

*Moim Rodzicom oraz Krzysztofowi za życzliwość,
ogrom cierpliwości, wsparcia oraz dobre słowo,
potrzebne przy pisaniu pracy.*

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	4
2. Cel pracy.....	16
3. Materiał i metody badań.....	17
3.1. Materiał badawczy.....	17
3.1.1. Przeprowadzenie pomiarów zębów z uwzględnieniem pomiaru korzeni.....	19
3.1.2. Wykonanie dokumentacji fotograficznej badanych zębów.....	19
3.2. Wykonanie dokumentacji radiologicznej badanych korzeni zębów w celu oceny występowania cieśni międzykanałowych.....	20
3.3. Przygotowanie preparatów z korzeni zębów i sposób przeprowadzenia badania na obecność cieśni międzykanałowych.....	22
3.4. Analiza statystyczna.....	25
4. Wyniki i ich omówienie	26
4.1. Zestawienie ogólnych wyników badań dotyczących występowania cieśni międzykanałowych w badanych korzeniach zębów, z uwzględnieniem rodzaju korzenia i grupy zębów (na podstawie oceny preparatów wykonanych z korzeni zębów).....	26
4.2. Zestawienie wyników badań dotyczących występowania cieśni międzykanałowych na podstawie analizy przekrojów korzeni zębów wykonanych w określonej odległości od wierzchołka korzenia na odcinku 6mm.....	30
4.2.1. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów przedtrzonowych górnych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów).....	33
4.2.2. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów przedtrzonowych dolnych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów).....	36
4.2.3. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów).....	38
4.2.4. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów trzonowych dolnych pierwszych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów).....	41
4.2.5. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów trzonowych górnych drugich, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów).....	45

4.2.6.	Zestawienie szczegółowych danych dotyczących każdego z 53 korzeni zębów zawierających cieśń, z uwzględnieniem liczby występujących w każdym z tych korzeni cieśni, typu cieśni i miejsca jej lokalizacji, na przebiegu 6 mm od wierzchołka korzenia.....	49
4.2.7.	Zestawienie wyników dotyczących długości korzeni i liczby cieśni występujących w korzeniach, z uwzględnieniem podziałów na zęby górne i dolne, zęby przedtrzonowe i trzonowe, zęby trzonowe górne i dolne, oraz zęby trzonowe górne pierwsze i górne drugie.....	57
4.3.	Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych diagnozowanych na podstawie zdjęć RVG zębów, w porównaniu do danych uzyskanych z analizy preparatów wykonanych z korzeni zębów.....	64
5.	Dyskusja.....	69
6.	Wnioski.....	92
7.	Streszczenie.....	94
8.	Summary.....	101
9.	Piśmiennictwo.....	106

1. WSTĘP

Definicja cieśni

Endodoncja to dziedzina stomatologii, w której współcześnie zanotowano ogromny postęp. Wieloletnie doświadczenia wskazują, że aby osiągnąć sukces w leczeniu kanałowym, niezbędna jest dokładna znajomość anatomii i morfologii systemu kanałów korzeniowych, zastosowanie najnowocześniejszych metod wizualizacji wnętrza kanałów korzeniowych [6, 25, 41, 44, 59], jak i coraz lepszych technik samego leczenia kanałowego [26, 51, 55, 57]. Nowoczesne metody badawcze pozwoliły bardziej wnikliwie analizować jamy zęba. Zaczęto zwracać uwagę na coraz większą liczbę szczegółów anatomicznych stwierdzając, że wnętrze zęba to nie tylko proste, „okrągłe” kanały [6], ale cały skomplikowany system, z siecią połączeń pomiędzy nimi [9, 14, 21, 26, 32, 24, 37, 39, 42, 49, 58, 64].

Wyniki badań Vertucciego i Gulabivala jednoznacznie wskazywały, że kanały w korzeniach zębów należących do tej samej grupy zębowej, mają u różnych osobników różną konfigurację [20, 58]. Podejmowano więc próby ich klasyfikowania, wskazując jednocześnie na ogromną różnorodność anatomiczną systemów kanałów korzeniowych [20, 37, 58]. Jednocześnie autorzy badań zaczęli poszukiwać możliwości diagnostycznych, które pozwoliłyby na ocenę morfologii jam zęba przed rozpoczęciem leczenia kanałowego [17, 33, 38, 42, 43, 50, 58, 64]. W tym okresie, Skidmore i wsp. [49] w 1971 roku po raz pierwszy wspomnieli o połączeniach poprzecznych pomiędzy kanałami w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych, a w 1973 roku Pineda i wsp. [29], badając tę samą grupę zębową, nazwał połączenia poprzeczne jako „siateczkowate” (*ang. reticular canals*). W 1995 roku pojawił się już w piśmiennictwie termin cieśni (*łac. isthmus*).

Najczęściej cieśń definiuje się jako jedną wąską przestrzeń łącząca dwie większe przestrzenie, lub też jako wąską anatomiczną część pasażu, łącząca dwie większe struktury lub jamy [35]. W stomatologii terminem cieśni określa się wąską przestrzeń o wstęgowatym kształcie znajdującą się pomiędzy dwoma lub więcej kanałami w jednym korzeniu zęba [11, 62]. Zdaniem Teixeira i wsp. [54], Wellera i wsp. [62], oraz Kim i wsp. [27], w korzeniu każdego zęba posiadającego dwa kanały istnieje wysokie prawdopodobieństwo jej wystąpienia. Cieśń zwana jest także korytarzem (*ang. corridor*) [62 cyt. za Green D.], bocznym połączeniem (*ang. lateral interconnection*) [20, 42] lub poprzeczną anastomozą (*ang. transverse anastomosis*) [58]. W cieśni znajduje się miazga zęba w przypadku zębów żywych, lub jej martwe resztki w przypadku zębów martwych [11, 38]. W zębach, które mają wypełnione kanały, cieśń międzykanałowa może być wypełniona resztkami martwej miazgi lub też opilkami zębiny, powstałymi podczas opracowywania kanałów [15, 38, 46], zawierać mikroorganizmy, ich produkty przemiany materii, lub też warstwę mazistą, powstałą podczas chemo-mechanicznego opracowania kanałów [28]. Może być wypełniona gutaperką lub uszczelniającem. Mogą w niej występować też zwapnienia [33].

Odontogeneza z uwzględnieniem powstawania cieśni w trakcie rozwoju korzenia

Zawiązki zębów tworzą się z I łuku skrzelowego w wyniosłości szczękowej i w wyniosłości zuchwowej. Proces ten spowodowany jest wzajemnym oddziaływaniem ektodermalnego nabłonka jamy ustnej (*łac. stomodeum*) z tkanką zarodkową - mezenchymą (ektomezenchymą) [5, 29]. Na skutek tych oddziaływań indukcyjny, odontogeny potencjał nabłonka umożliwia aktywację mezenchymy i włączenie jej w procesy odontogenezy [36, 47, 63]. Mimo, że każdy ząb rozwija się w sposób autonomiczny, sam proces tworzenia jest dla wszystkich zębów podobny. Rozpoczyna się on w chwili, gdy ektodermalny nabłonek przedstonka jamy ustnej wpukla się do mezenchymy tworząc blaszkę zębową pierwotną (*łac. lamina dentis primitiva*). Blaszka ta rozciąga się wzdłuż zawiązka szczęki i zawiązka zuchwy. W równych od siebie odstępach, w kierunku mezenchymy, wysuwają się z niej kuliste lub owalne zgrubienia - narządy szkliwotwórcze (*łac. organum adamantinum*) [3, 5, 29]. W procesie rozwoju zęba wyróżnia się trzy fazy: fazę pączka (*łac. status gemmalis*), fazę czapeczki (*łac. status cappalis*) i fazę dzwonu (*łac. status campanalis*) [2, 5, 8, 29].

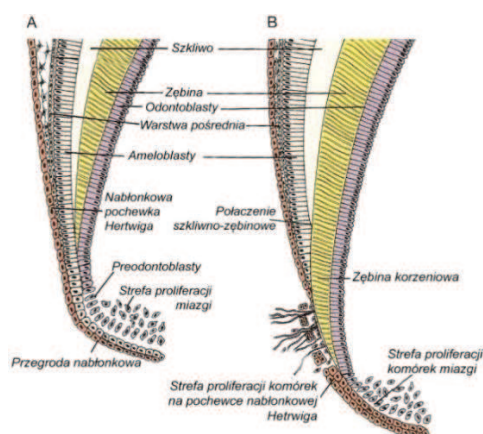
W stadium pączka, narząd szkliwotwórczy zbudowany jest z komórek nabłonkowych. W miarę przekształcania się w stadium czapeczki, komórki nabłonkowe przekształcają się w komórki gwiaździste i odsuwają się od siebie. Dzięki temu powstaje miazga narządu szkliwotwórczego (*łac. reticulum adamantinum*). W stadium dzwonu, narząd szkliwotwórczy zbudowany jest już z nabłonka wewnętrznego i zewnętrznego narządu szkliwotwórczego oraz z zawartej między nimi miazgi narządu szkliwotwórczego. Mezenchyma otaczająca zawiązek zęba zagęszcza się, tworząc kieszonkę zęba (*łac. sacculus dentis*) [5, 8, 29, 45].

W strukturze komórek brodawki zęba również zachodzą zmiany. Komórki mezenchymatyczne leżące na obwodzie brodawki zęba, graniczące z nabłonkiem wewnętrznym narządu szkliwotwórczego przekształcają się w komórki zębinotwórcze - odontoblasty (*łac. odontoblasti*). Wydzielają one predentynę (*łac. praedentinum*), która następnie zamienia się w zębinę (dentynę) (*łac. dentinum*) [3, 5, 29, 45]. Komórki mezenchymatyczne znajdujące się w centralnej części brodawki zęba tworzą miazgę zęba (*łac. pulpa dentis*), do której wnikają naczynia krwionośne i nerwy. Krótco po wytworzeniu pierwszych warstw zębiny, komórki nabłonka wewnętrznego narządu szkliwotwórczego, zwane teraz komórkami szkliwotwórczymi (ameloblastami) (*łac. ameloblasti*), zaczynają wytwarzać szkliwo (*łac. enamelum*). Gdy jego wytwarzanie dobiega końca, zanika miazga i nabłonek narządu szkliwotwórczego [3, 5, 29, 45].

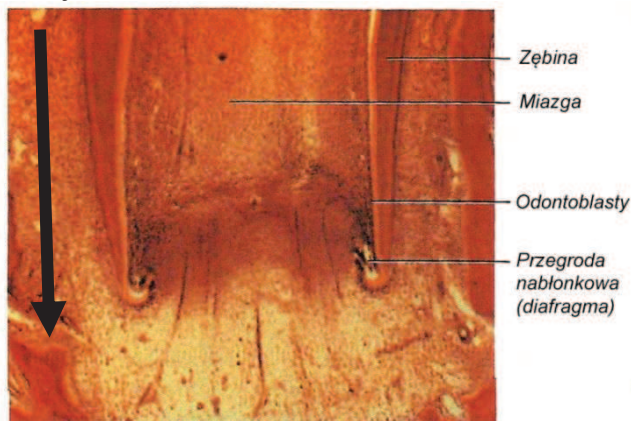
Po wyrznięciu koron zębów stałych, korzenie ukształtowane są w około połowie ich długości [2, 36]. Od tego momentu, czas do całkowitego ukształtowania korzeni zębów stałych wynosi, w zależności od grupy zębowej od 1,5 do 4 lat [2]. W wieku 16 lat korzenie zębów stałych (nie licząc trzecich zębów trzonowych) są już całkowicie uformowane [2].

Tworzenie korzenia zęba (*łac. radix dentis*) rozpoczyna się po powstaniu pierwszych warstw zębiny i szkliwa. Brzeg narządu szkliwotwórczego silnie proliferuje i zaczyna wrastać w głąb

mezenchymy nabłonkami: wewnętrznym i zewnętrznym. W ten sposób tworzy się pochewka nabłonkowa korzenia zęba (*lac. vagina radicalis epithelialis*) zwana także pochewką Hertwiga (Ryc. 1), która wyznacza kształt korzenia zęba [2, 5, 29, 36]. Wierzchołkowa część nabłonkowej pochewki Hertwiga tworzy niepełną przegrodę nabłonkową (diafragmę) oddzielającą miazgę zęba od mezenchymy, która ją otacza (Ryc. 1A) [29]. Do niedawna uważano, że to pochewka Hertwiga zapoczątkowuje tworzenie zębiny korzenia, poprzez różnicowanie się odontoblastów z brodawki zębowej [2 cyt. za: Orban; Maziarski & Nowicki]. Natomiast Cohen i Burns oraz Magnusson i wsp. [cyt. wg 2] wykazali, że formowanie tkanek zęba rozpoczyna i kontroluje mezenchymalna brodawka zębowa, która staje się jednocześnie miazgą zębową.



Ryc.1 Na podstawie Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach. Third edition; str. 74; J.K. Avery, D.J. Chiego; Mosby, Elsevier; 2006. Formowanie korzenia ukazujące udział pochewki nabłonkowej Hertwiga i przegrodę nabłonkową. A: Połączenie zewnętrznego i wewnętrznego nabłonka narządu szkliwotwórczego w celu uformowania nabłonkowej pochewki Hertwiga.; B: Późniejsze stadium rozwoju korzenia



Ryc.2 Na podstawie Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach. Third edition; str. 74; J.K. Avery, D.J. Chiego; Mosby, Elsevier; 2006. Formowanie korzenia zęba pokazujące przegrodę nabłonkową (diafragmę). Strzałka wskazuje kierunek wzrostu korzenia.

Pod wpływem indukcji pochodzącej z komórek nabłonkowej pochewki Hertwiga, w graniczącej z nią mezenchymie (w brodawce zębowej), zaczynają różnicować się odontoblasty. Wytwarzają one zębiny korzeniową w kierunku od szkliwa do wyrostka zębodołowego szczęki [1, 29, 36]. Następnie powierzchnia zębiny korzeniowej zostaje pokryta cienką warstwą cementu

pośredniego. Zawiera on drobne ziarnistości i włókna kolagenowe wydzielane przez komórki nabłonkowej pochewki Hertwiga. Funkcją cementu pośredniego jest adhezja cementu bezkomórkowego do zębiny [1, 29]. W międzyczasie na proliferującym wierzchołku przyszłego korzenia zęba, nabłonkowa pochewka Hertwiga ulega wygięciu o około 45°. Ta okolica nazwana jest przegrodą nabłonkową (diafragmą) (Ryc.1A, Ryc.2) [1]. Oddziela ona miazgę zęba od otaczającej ją mezenchymy [29].

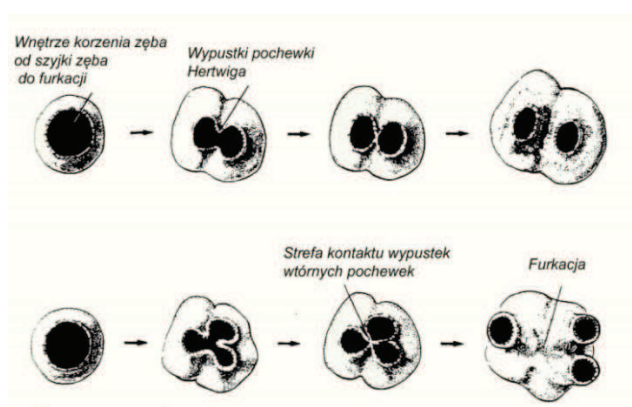
W miazdze graniczącej z diafragmą dochodzi do rozrastania i mnożenia się jej komórek. Strefa ta nazwana jest strefą proliferacji komórek miazgi (Ryc. 1A). Uważa się, że w niej powstają nowe komórki, wykorzystywane później do wzrostu korzenia na długość, która uwarunkowana jest genetycznie [1, 2, 36]. Kształt i liczba korzeni, oraz grubość ich ścian, determinowane są przez rozwijającą się nabłonkową pochewkę Hertwiga, brodawkę zębową oraz woreczek zębowy, a wzrost korzenia /korzeni następuje dopiero po wyrznięciu zęba i po uzyskaniu kontaktu z zębem przeciwnym [1, 2, 29]. Tylko wtedy, gdy w w/w trzech strukturach zajdą prawidłowe procesy metaboliczne, korzeń zęba uzyska prawidłową długość, a jego wierzchołek ulegnie zamknięciu [2].

Podczas rozwoju korzenia zęba można zaobserwować trzy stadia jego rozwoju. Są one związane ze zwiększeniem grubości ścian korzenia zęba oraz wzrostem korzenia na długość [2, 29]. W stadium ścian rozbieżnych ściany korzenia są cienkie, a jego światło ma największą średnicę w swojej przyszczytowej części, która wyznaczona jest przez dotychczas wytworzoną zębinę. Ma to miejsce około jednego roku po wyrznięciu korony zęba [2, 29]. W stadium ścian równoległych ściany korzenia ulegają pogrubieniu, oraz przebiegają prawie równolegle względem siebie. Taki obraz ukształtowania ścian można zaobserwować około 18 miesięcy po wyrznięciu korony zęba [2, 29]. W stadium ścian zbieżnych, korzeń, po około 2 - 4 lat od momentu wyrznięcia korony zęba, osiąga prawidłową, zaprogramowaną wcześniej przez pochewkę Hertwiga długość i grubość. W tym stadium formuje się także wierzchołek korzenia wraz z otworem anatomicznym, oraz otwór fizjologiczny, czyli naturalne przewężenie przy wierzchołku korzenia zęba [2, 29].

W trakcie wytwarzania zębiny korzeniowej, nabłonkowa pochewka Hertwiga rozpoczyna proces degeneracji, traci ciągłość komórkową i stopniowo zanika (Ryc.1B) [29]. Dzięki temu zębina korzeniowa uzyskuje dostęp do woreczka zębowego. Stykając się z nim, indukuje jego wewnętrzną, bogatą komórkową warstwę do wytwarzania, początkowo pierwotnego, cementu [29]. Powstawanie cementu rozpoczyna się w okolicy szyjki zęba i jest kontynuowane w stronę wierzchołka korzenia zęba. W miarę jego wytwarzania, nabłonkowa pochewka Hertwiga stopniowo zanika, pozostawiając tzw. resztki komórek (*ang. epithelial rests*), które migrują w kierunku kieszonki zęba [1]. Komórki mezenchymatyczne kieszonki zęba wnikają pomiędzy oderwane resztki komórek nabłonkowej pochewki Hertwiga uzyskując tym samym kontakt z powierzchnią korzenia zęba. Tutaj różnicują się w cementoblasty i rozpoczynają wydzielanie cementoidu na powierzchni wytworzonego wcześniej cementu pośredniego. Początkowo

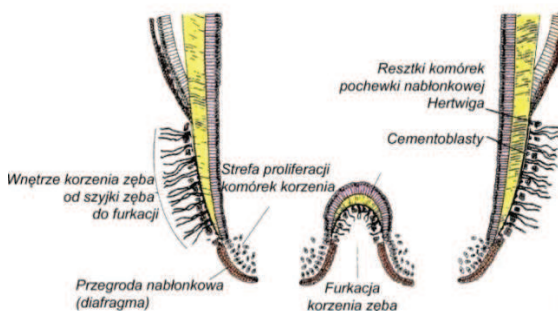
niezmineralizowany cementoid ulega dojrzewaniu i przekształca się w dojrzały cement korzeniowy [1].

Proces tworzenia zębów wielokorzeniowych jest taki sam jak jednokorzeniowych, do momentu rozpoczęcia tworzenia strefy furkacji [1]. Furkacja jest to anatomiczna przestrzeń międzykorzeniowa umiejscowiona u podstawy rozwidlenia korzeni. Pochewka Hertwiga rozpoczyna fałdowanie, tworząc w kierunku brodawki zęba wypustki. Wypustki te łączą się następnie między sobą, tworząc pochewki wtórne, formujące pojedyncze korzenie poniżej furkacji korzenia zęba (Ryc.3) [1]. Ilość korzeni zależna jest od ilości grup naczyń krwionośnych wnikaających przez przegrodę nabłonkową do miazgi [29].



Ryc.3 Na podstawie Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach. Third edition;, str. 76; J.K. Avery, D.J. Chiego; Mosby, Elsevier; 2006; Powstawanie furkacji w zębach wielokorzeniowych.

W każdym z nowo powstających korzeni znajduje się przegroda nabłonkowa (diafragma) (Ryc.4), która kontynuuje ich wzrost na długość wedle tego samego wzorca co w zębach jednokorzeniowych. Tymczasem nabłonkowa pochewka Hertwiga rozpoczyna degenerację, inicjując tym samym komórki mezenchymy kieszonki zęba do tworzenia cementu korzeniowego w ten sam sposób co w zębach jednokorzeniowych [1, 29].



Ryc.4 Na podstawie Essentials of oral histology and embryology: a clinical approach. Third edition;, str. 76; J.K. Avery, D.J. Chiego; Mosby, Elsevier; 2006; Strefa furkacji w zębie wielokorzeniowym;

Z pozostałej mezenchymy woreczka zęba tworzy się ozębna (*łac. periodontium*), łącząca się z ozębną zębodołu [3, 4, 5, 8, 29, 45].

Formowanie cieśni

W literaturze niewiele jest informacji na temat tworzenia się cieśni międzykanałowych w procesie odontogenezy. Jak wskazują wyniki dostępnych badań, formowanie cieśni, kanałów dodatkowych i bocznych zachodzi w procesie odontogenezy, podczas powstawania i rozwoju korzenia zęba z nabłonkowej pochewki Hertwiga, która wyznacza kształt nowego korzenia [1, 5, 23, 29]. Mechanizm ich powstawania jest różny dla zębów jednokorzeniowych i wielokorzeniowych. Jednak, zdaniem autorów, początek powstawania jest wspólny [1, 5, 29].

W zębach wielokorzeniowych oraz w zębach jednokorzeniowych z dwoma lub więcej kanałami korzeniowymi, mechanizm tworzenia korzenia wygląda podobnie do momentu rozwoju części przyszyjkowej korzenia czyli do miejsca rozwidlenia korzeni (furkacji). Nabłonek pochewki Hertwiga ulega wpukleniu i proliferuje dopóki nie uzyska kontaktu z przeciwległą częścią nabłonka i nie połączy się z nim. Wtedy komórki wokół powstałego w ten sposób otworu kontynuują proliferację i powodują powstanie dwu, trzech lub czterech otworów, które dają początek ujściom kanałów korzeniowych, a następnie tworzą kanały korzeni zębów. Podczas wzrostu i rozwoju korzeni zębów wielokorzeniowych bardzo często dochodzi do wystąpienia defektów na różnym poziomie rozwoju korzenia zęba w momencie, gdy nabłonkowe pochewki Hertwiga nie połączą się całkowicie. Częściowe tylko połączenie, może wtedy spowodować powstanie dwóch kanałów z cieśnią pomiędzy nimi, jak może mieć to miejsce m.in. w korzeniach policzkowych bliższych w zębach trzonowych górnych oraz w korzeniach bliższych zębów trzonowych dolnych. Całkowity brak połączenia pomiędzy dwoma częściami nabłonkowej pochewki Hertwiga, powoduje powstanie kanału o biskoptowym (kokardowym) kształcie na całej jego długości, jak zdarza się w korzeniach dystalnych zębów trzonowych dolnych pierwszych, oraz w zębach przedtrzonowych górnych drugich, a w konsekwencji dochodzi do powstania w tych miejscach struktur określanych jako cieśni międzykanałowe [23, 63].

Metody stosowane w wykrywaniu cieśni międzykanałowych w korzeniach różnych grup zębów

Analizując częstość występowania cieśni w kanałach korzeniowych w różnych grupach zębowych, badacze korzystali również z różnych metod ich wykrywania [12, 13, 16, 20, 23, 30, 33, 40, 42, 48, 49, 50, 53, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 64]. Badania prowadzono najczęściej w warunkach *in vitro* [12, 13, 14, 16, 20, 30, 33, 34, 38, 40, 42, 43, 48, 49, 50, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 64], znacznie rzadziej w warunkach *in vivo* [61]. Cieśni międzykanałowych poszukiwano, badając korzenie na całej ich długości [20, 40, 42, 48, 49, 50, 58, 60], względnie badaniom poddawano tylko niektóre odcinki korzenia [10, 12, 13, 16, 30, 33, 34, 53, 59, 61, 62, 64]. Najczęściej badano zęby trzonowe pierwsze górne, ze względu na bardzo skomplikowaną anatomię korzenia policzkowego bliższego [42, 50, 53, 62], oraz zęby trzonowe pierwsze i drugie górne [12, 13, 48]. Badaniom poddawano także zęby trzonowe dolne [16, 20, 33, 49, 59, 64], pierwsze zęby trzonowe zarówno górne jak i dolne [12, 13, 48], lub zęby trzonowe górne i dolne, zarówno pierwsze jak i drugie [40]. Dwa

badania dotyczyły wszystkich rodzajów grup zębowych [58, 60]. Liczebność zębów poddanych badaniu przez różnych autorów była również zróżnicowana i wahała się od 10 [14] do 2400 zębów pochodzących z różnych grup zębowych [58].

Mannocci i wsp. [33] zbadali 20 usuniętych zębów trzonowych dolnych pierwszych (korzenie bliższe i dalsze zostały rozseparowane i analizowane oddzielnie) przy pomocy mikrotomografii komputerowej, oceniając anatomię kanałów korzeniowych na długości 5mm od apexu. Somma i wsp. [50] przebadali również za pomocą mikrotomografii komputerowej 30 korzeni policzkowych bliższych, pozyskanych z usuniętych zębów trzonowych pierwszych górnych, oceniając pod kątem występowania cieśni 1/3 przywierzchołkową, 1/3 środkową i 1/3 dokoronową części korzenia.

Endal i wsp. [14] zbadali 10 zębów trzonowych dolnych, każdy z dwoma osobnymi kanałami bliższymi. Zęby zostały poddane badaniu za pomocą mikrotomografii komputerowej przed i po przeprowadzonej instrumentacji, oraz po wypełnieniu kanałów korzeniowych (system Thermafill). Następnie została oznaczona liczba i miejsce występowania cieśni międzykanałowych, oceniono także obecność resztek martwych tkanek oraz opiłków zębiny pozostawionych po opracowywaniu kanałów korzeniowych.

Pineda i wsp. [42] przeanalizowali 245 zdjęć RTG korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych, które zostały uprzednio odseparowane od korzeni bliższych i korzeni podniebiennych. Zdjęcia wykonano metodą konwencjonalną.

Shalabi i wsp. [48] badali usunięte zęby trzonowe górne pierwsze (83 zęby) i zęby trzonowe górne drugie (40 zębów). W celu oceny występowania cieśni międzykanałowych materiał badawczy został poddany obróbce chemicznej, która spowodowała, że zęby stały się transparentne (*clearing technique*). Zostały one zanurzone najpierw w 10% formalinie, następnie przez 24 godziny trzymane w 5% podchlorynie sodu, wymienianym co 30 minut. Kolejnym etapem było płukanie zębów pod bieżącą wodą przez 2 godziny. Przez noc, zęby były suszone. Następnie do systemu kanałów korzeniowych wstrzyknięto barwnik India Ink, po czym, przez 8 dni zęby zanurzone były w 10% kwasie solnym w celu dekalcyfikacji. W następnym etapie poddano je działaniu 95% alkoholu. Na koniec materiał badawczy został zanurzony w salicylanie metylu. Tak spreparowane zęby poddano analizie wzrokowej przy pomocy mikroskopu świetlnego w 20-krotnym powiększeniu.

Gulabivala i wsp. [20] zbadali 331 usuniętych zębów trzonowych stałych pierwszych, drugich i trzecich dolnych stosując metodę *clearing technique*. Miazga zębów została usunięta, a do wnętrza systemu kanałów korzeniowych został wstrzyknięty barwnik Indian Ink. Następnie zęby zostały zdekalcyfikowane przez co stały się one przezierne, a system kanałów korzeniowych był widoczny. W 3-krotnym powiększeniu badacze analizowali m.in. występowanie cieśni międzykanałowych.

Również Villegas i wsp [60] posłużyli się metodą *clearing technique* badając 30 zębów trzonowych górnych pierwszych, 63 zęby trzonowe dolne pierwsze oraz 30 zębów

przedtrzonowych górnych pierwszych. Spreparowane zęby zostały poddane analizie wzrokowej w powiększeniu od 25 do 150 razy. Tę samą metodę *clearing technique* zastosował Chourasia i wsp. [10], poddając badaniu 150 korzeni zębów trzonowych dolnych pierwszych. W 7,5-krotnym powiększeniu, autorzy oceniali morfologię systemów kanałów korzeniowych.

Inną metodę obrał T von Arx, [61], który *in vivo* zbadał 44 korzenie pochodzące z 32 zębów trzonowych górnych pierwszych, oraz 80 korzeni pochodzących z 56 zębów trzonowych dolnych pierwszych. Badania prowadził podczas zabiegów resekcji korzeni zębów. Podczas tego zabiegu, po odcięciu wierzchołka korzenia, wprowadzał endoskop w kierunku powierzchni powstałej po zresekowaniu wierzchołka korzenia zęba i dokumentował jego anatomię.

Tam i wsp. [53], przeanalizowali 50 usuniętych korzeni policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych. Korzenie zostały pocięte na trzy jednomilimetrowe sekcje: 3, 4 i 5 milimetrów od wierzchołka korzenia zęba. Uzyskane w ten sposób jednomilimetrowe preparaty zostały wytrawione, następnie zanurzone w etanolu, wysuszone i pokryte warstwą złota. Tak przygotowane próbki zostały przeskanowane przy pomocy mikroskopu elektronowego w celu zbadania anatomii systemu kanałów korzeniowych, w tym obecności cieśni międzykanałowych, oraz została wykonana dokumentacja fotograficzna.

Kontakiotis i wsp. [30] badali *in vitro* korzenie policzkowe bliższe 40 zębów trzonowych górnych pierwszych, oraz korzenie bliższe 40 zębów trzonowych dolnych pierwszych. Korzenie zostały pocięte poprzecznie w dwóch miejscach: 3mm od wierzchołka korzenia zęba oraz 5mm od wierzchołka korzenia zęba. Następnie preparaty zostały ocenione za pomocą wzroku, oraz przy wykorzystaniu mikroskopu świetlnego w 3-krotnym powiększeniu

Weller i wsp. [62] przeprowadzali analizę występowania cieśni na materiale 50 zębów trzonowych górnych pierwszych. Korzenie policzkowe bliższe zostały odseparowane od reszty korzeni zębów i zatopione w przezroczystej żywicy, a następnie zostały pocięte na sześć jednomilimetrowych preparatów począwszy od wierzchołka korzenia. Każdy uzyskany w ten sposób preparat został przeanalizowany za pomocą wzroku, w 32-krotnym powiększeniu, pod kątem występowania cieśni międzykanałowych.

Teixeira i wsp. [54] przeanalizowali korzenie policzkowe bliższe 50 usuniętych zębów trzonowych górnych pierwszych i korzenie bliższe 50 usuniętych zębów trzonowych dolnych pierwszych. Korzenie policzkowe bliższe zębów trzonowych pierwszych górnych oraz korzenie bliższe zębów trzonowych pierwszych dolnych zostały odseparowane od reszty korzeni i zalane masą żywiczną. Następnie pocięto je na sześć jednomilimetrowych preparatów począwszy od wierzchołka korzenia zęba i wybarwiono preparatem India Ink. Obecność cieśni badano w 30-krotnym powiększeniu przy pomocy stereomikroskopu.

Skidmore i wsp. [49] zbadał 45 usuniętych zębów trzonowych dolnych pierwszych. Do systemu kanałów korzeniowych została wstrzyknięta żywica, która następnie została spolimeryzowana tworząc w ten sposób odlewy wnętrza jam zębów. Tkanki twarde zębów zostały

zdekalcyfikowane i usunięte. W ten sposób uzyskano preparaty, składające się z samej żywicy, odwzorowujące wnętrza systemów kanałów korzeniowych. W tej metodzie szukano cieśni międzykanałowych oceniając odlewy jam zębów na całej ich długości.

Mehrvarzfar i wsp. [34] przeanalizowali 60 zębów trzonowych dolnych. Korony zostały usunięte, natomiast korzenie zostały pocięte na sekcje w odległości 2, 4 i 6mm od apexu, a następnie zostały zabarwione przy pomocy barwnika Indian Ink. Preparaty oceniane były w 30-krotnym powiększeniu, przy użyciu stereomikroskopu.

Stosowane w piśmiennictwie klasyfikacje kanałów korzeniowych, które uwzględniały także występowanie cieśni międzykanałowych

Na potrzeby swoich badań, część autorów, w zależności od wybranej metodologii, stworzyła mniej lub bardziej rozbudowane klasyfikacje kanałów. W klasyfikacjach tych uwzględniano kanały, które mogłyby zawierać cieśń, względnie uwzględniano kanały, które cieśń międzykanałową rzeczywiście zawierały [10, 12, 13, 20, 27, 34, 42, 53, 54].

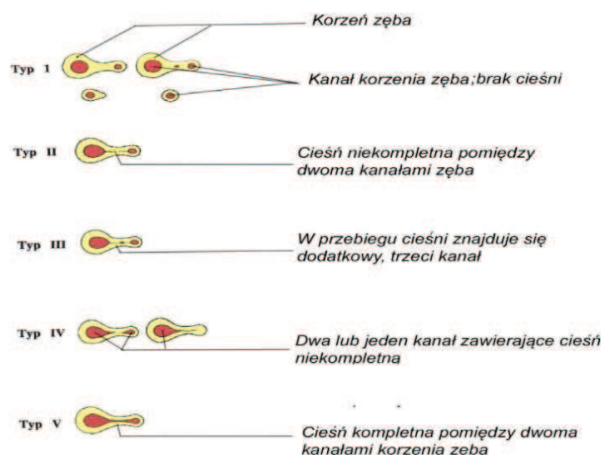
Większość autorów w swoich pracach ograniczała się jedynie do określenia obecności cieśni lub ich braku [30, 33, 38, 48, 49, 50, 60]. Część badaczy tworzyła własne klasyfikacje cieśni, lub opierała się na klasyfikacjach opracowanych przez autorów wcześniejszych badań [10, 12, 13, 20, 27, 34, 42, 53, 54].

Degerness i wsp. [13] opracowali klasyfikację cieśni na podstawie badania 154 usuniętych zębów trzonowych górnych pierwszych. Korzenie zębów zostały poddane cięciu na 1-milimetrowe sekcje, które następnie przeanalizowano. Autorzy wyodrębnili pięć typów kanałów z uwzględnieniem obecności cieśni. Do typu I zaliczono korzenie z jednym, dwoma lub trzema kanałami, które nie były połączone cieśnią. Do typu II zaliczono korzeń z dwoma kanałami zęba, między którymi znajdowała się niekompletna cieśń, czyli niepełne połączenie pomiędzy dwoma kanałami. Typ III był bardzo podobny do typu drugiego z tą różnicą, że w miejscu przebiegu cieśni znajdował się dodatkowy, trzeci kanał. W typie IV, korzeń zawierał jeden lub dwa kanały z częściową, niekompletną cieśnią. Do typu V zaliczono przypadki, w których stwierdzono dwa kanały z kompletną cieśnią między nimi. Na Ryc. 5 przedstawiono opracowaną przez Degerness i wsp. [13] klasyfikację cieśni.

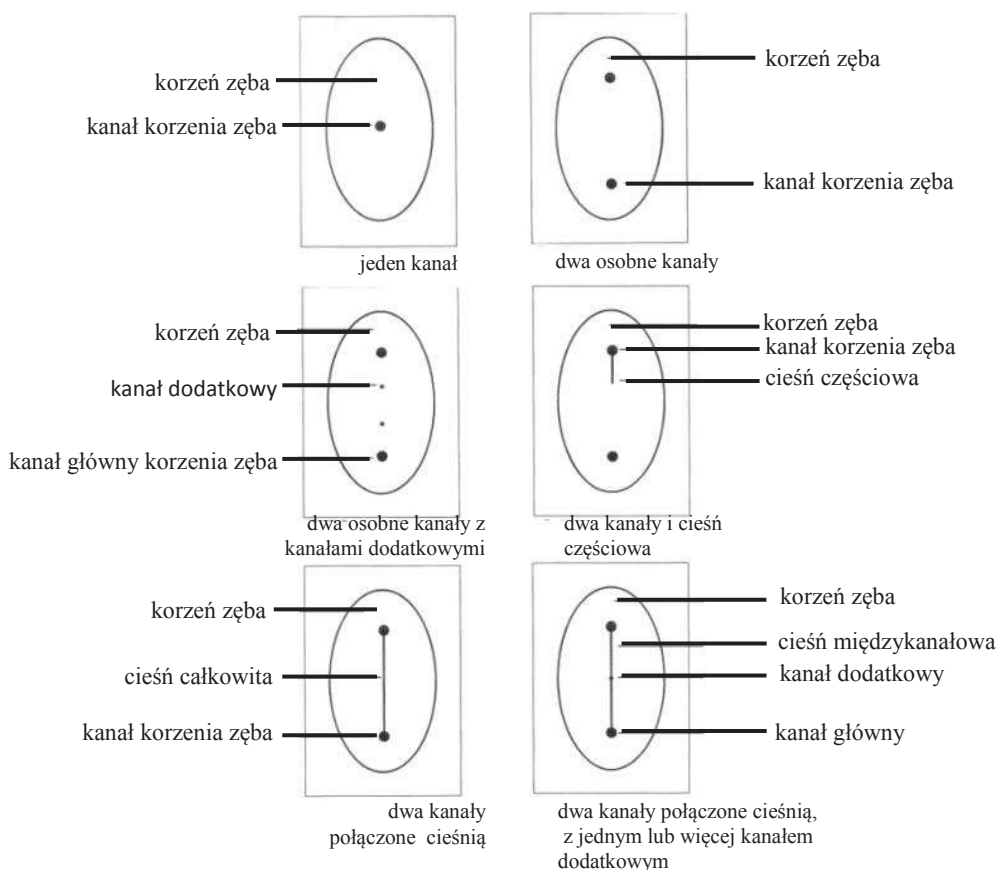
Teixeira i wsp. [54] stworzyli klasyfikację, która opierała się na stwierdzeniu obecności cieśni między kanałami w jednym korzeniu zęba, lub też określeniu braku cieśni. Cieśni międzykanałowe były klasyfikowane jako częściowe, lub całkowite. Do cieśni częściowych autorzy zaliczyli wąskie przestrzenie, które znajdowały się pomiędzy dwoma kanałami zęba, ale połączenie między nimi było niepełne, fragmentaryczne. Do cieśni całkowitych natomiast, autorzy klasyfikowali szerokie przestrzenie, które łączyły oba kanały całkowicie [54].

Tam i wsp. [53], po przeprowadzonej analizie materiału uzyskanego podczas zabiegów resekcji, zaproponowali inny podział, który obejmował sześć typów kanałów korzeniowych z uwzględnieniem występujących pomiędzy nimi cieśni. Według proponowanej klasyfikacji typ I, to

pojedynczy kanał nie zawierający cieśni, a typ II to dwa kanały nie zawierające cieśni. Do typu III zaliczyli dwa kanały główne z jednym lub większą liczbą kanałów dodatkowych pomiędzy nimi. Typ IV to dwa kanały połączone cieśnią częściową. Do typu V zaliczano dwa kanały z cieśnią całkowitą. Typ VI to dwa kanały połączone cieśnią, z kanałami dodatkowymi w jej przebiegu [53]. Na Ryc. 6 przedstawiono opisaną przez Tam i wsp. [53] klasyfikację kanałów.



Ryc. 5 Klasyfikacja kanałów zawierających cieśni według Degerness i wsp. Na podstawie: Degerness R., Bowles W., Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. J. Endod. 2010; 36 (6), 985-989



Ryc. 6 Klasyfikacja kanałów zawierających cieśni według Tam I wsp.; Na podstawie: Tam A., Yu D., Location of canal isthmus and accessory canals in the mesiobuccal root of maxillary first permanent molars. J Can Dent Assoc 2002; 68 (1), 28-33

Pineda i wsp. [42], wyszczególnili 6 grup korzeni z różnymi typami kanałów korzeniowych. Grupa I zawierała korzenie z pojedynczym kanałem od ujścia do apexu. W grupie II znajdowały się korzenie z dwoma kanałami, z osobnymi ujściami i osobnymi otworami wierzchołkowymi. W grupie III znalazły się korzenie z dwoma ujściami kanałów, łączące się ze sobą w jeden kanał, z jednym otworem wierzchołkowym. Grupa IV obejmowała korzenie z pojedynczym kanałem, który rozwidlał się w swoim przebiegu, i kończył dwoma otworami wierzchołkowymi. W grupie V znajdowały się korzenie posiadające dwa ujścia kanałów, które na swoim przebiegu łączyły się w jeden, a następnie znów rozwidlały, kończąc się dwoma otworami wierzchołkowymi. W grupie VI umieszczono korzenie, w których znajdowały się trzy lub więcej kanałów, posiadających dodatkowo boczne odgałęzienia, czyli cieśni międzykanałowe [42]. Podsumowując, można więc stwierdzić, że w tej klasyfikacji tylko ta jedna grupa VI opisywała korzenie zawierające cieśni międzykanałowe.

Hsu i wsp. [23] w 1997 roku zaproponowali swoją klasyfikację cieśni, przy czym do typu I zaliczyli dwa kanały bez cieśni. W typie II znalazły się przypadki dwóch kanałów, bez definitywnego połączenia między nimi, natomiast w typie III trzy kanały, bez definitywnego połączenia. Typ IV obejmował korzenie, w których jeden z kanałów poszerzony był w kierunku cieśni. Do typu V zakwalifikowano korzenie, w których znajdowało się kompletne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba [23].

Inną klasyfikację kanałów z uwzględnieniem występowania cieśni, zaproponował Kim i wsp. [27]. Jej podstawą jest podział kanałów na pięć typów, przy czym w ich opisie uwzględniono występowanie cieśni międzykanałowych. Według tej klasyfikacji, typ I, to ledwie zauważalne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, zwane także cieśnią niekompletną. Typ II, to wyraźne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, zwane także cieśnią kompletną. Do typu III zaliczono bardzo krótką kompletną cieśń. Typ IV, to kompletna lub niekompletna cieśń pomiędzy trzema lub więcej kanałami, natomiast do typu V zakwalifikowano dwa lub trzy kanały bez połączenia między sobą, czyli nie zawierające cieśni międzykanałowych [27].

Podsumowanie badań dotyczących cieśni międzykanałowych na podstawie piśmiennictwa

Podsumowując dostępne w piśmiennictwie wyniki badań dotyczących występowania i wykrywalności cieśni międzykanałowych, można zauważyć, że są one bardzo zróżnicowane, mimo, że badania te obejmowały przeważnie te same grupy zębów (zęby trzonowe górne pierwsze, zęby trzonowe dolne) oraz te same korzenie zębów (korzenie policzkowe bliższe zębów trzonowych górnych oraz korzenie bliższe zębów trzonowych dolnych). Autorzy podawali różny odsetek korzeni, w których stwierdzali obecność cieśni międzykanałowych. Rozbieżności w wynikach dotyczyły zarówno tych samych korzeni, które badali, lub też tych samych grup zębów jak również lokalizacji cieśni. Wszystkie badania, poza jednym, prowadzone były na zębach usuniętych (*in vitro*), przy czym stosowano różne metody przygotowania korzeni do badań i

wykrywania cieśni międzykanałowych. Autorzy stosowali także różne klasyfikacje kanałów i samych cieśni, co niejednokrotnie utrudniało porównanie wyników i zmniejszało możliwość wyciągnięcia wspólnych wniosków. Autorzy badali korzenie na całym ich przebiegu, względnie oceniali różne odcinki korzenia poczynawszy od apexu (1, 2, 3, 4, 5, lub 6mm od apexu, części przykoronowe, części środkowe i części przywierzchołkowe korzenia). Często w pracach brakowało szczegółowych informacji opisujących wykryte cieśni (np. typ cieśni, jej lokalizacja). Badanie cieśni niejednokrotnie miało charakter fragmentaryczny, wskutek czego trudno było ocenić lekarzowi klinicyście skalę utrudnień w leczeniu endodontycznym, które mogą wystąpić w związku z obecnością cieśni międzykanałowych. W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji o badaniach cieśni międzykanałowych, które byłyby prowadzone jednocześnie dwoma uzupełniającymi się metodami, tzn. pierwsze badanie kanałów oparte na badaniu radiologicznym (badanie zbliżone do badania klinicznego), a następnie weryfikacja uzyskanych wyników szczegółowymi badaniami preparatów wykonanych z tych korzeni. Natomiast analiza aktualnych danych z piśmiennictwa, sugeruje konieczność równoczesnego stosowania w badaniach cieśni dwóch metod: analizy zdjęć RVG badanych korzeni, które byłyby weryfikowane możliwie dokładnymi badaniami preparatów wykonanych z tych korzeni. Uzyskane w ten sposób wyniki dałyby podstawy do stwierdzenia, na ile dokładne mogą być metody diagnostyczne stosowane przez lekarza w warunkach klinicznych podczas leczenia endodontycznego i jaka jest skuteczność wykrywania cieśni metodami dostępnymi dla lekarza endodonta.

Pozyskane dane z piśmiennictwa wskazują, że pomiędzy autorami występują znaczne rozbieżności, dotyczące zarówno wykrywania jak i występowania cieśni międzykanałowych, a tym samym dowodzą, że problem występowania cieśni międzykanałowych i ich morfologii nie jest do końca opisany i wymaga dalszych szczegółowych badań.

2. CEL PRACY

Celem pracy było:

1. zbadanie częstości występowania cieśni międzykanałowych w zębach przedtrzonowych i trzonowych stałych z uwzględnieniem rodzaju korzenia;
2. określenie, w jakiej odległości od wierzchołka korzenia cieśni międzykanałowe występowały najczęściej;
3. określenie, który typ cieśni był najbardziej charakterystyczny dla danej grupy zębowej;
4. próba oceny przydatności radiowizjografii w wykrywaniu cieśni międzykanałowych.

3. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

3.1 Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły 154 korzenie zębów, pozyskane z 83 zębów przedtrzonowych i trzonowych stałych, usuniętych ze wskazań ortodontycznych lub periodontologicznych. W badaniach wykorzystano 20 korzeni zębów przedtrzonowych górnych (*w tym: 2 korzenie policzkowe, 2 korzenie podniebienne, 16 korzeni pojedynczych*); 12 korzeni zębów przedtrzonowych dolnych (*wszystkie korzenie były korzeniami pojedynczymi*); 36 korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych (*w tym: 12 korzeni policzkowych bliższych, 12 korzeni policzkowych dalszych, 12 korzeni podniebiennych*); 40 korzeni zębów trzonowych górnych drugich (*w tym: 8 korzeni policzkowych bliższych, 8 korzeni policzkowych dalszych, 6 korzeni policzkowych, 14 korzeni podniebiennych, 4 korzenie pojedyncze*); 46 korzeni zębów trzonowych dolnych pierwszych (*w tym: 23 korzenie bliższe, 23 korzenie dalsze*). Szczegółowe dane dotyczące całego materiału badawczego przedstawiono w Tab. 1.

Tab. 1 Zestawienie danych dotyczących badanych korzeni zębów przedtrzonowych i trzonowych stałych

Zęby	Liczba badanych zębów ogółem (n)	Liczba badanych korzeni ogółem (n)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)
Przedtrzonowe górne	18 <i>-2 zęby dwukorzeniowe -16 zębów z korzeniem pojedynczym</i>	20	policzkowe	2
			podniebienne	2
			pojedyncze	16
Trzonowe górne pierwsze	12 <i>-12 zębów trzykorzeniowych</i>	36	policzkowe bliższe	12
			policzkowe dalsze	12
			podniebienne	12
Trzonowe górne drugie	18 <i>-8 zębów trzykorzeniowych -6 zębów dwukorzeniowych -4 zęby z korzeniem pojedynczym</i>	40	policzkowe bliższe	8
			policzkowe dalsze	8
			podniebienne	14
			policzkowe	6
			pojedyncze	4
Przedtrzonowe dolne	12 <i>-12 zębów z korzeniem pojedynczym</i>	12	pojedyncze	12
Trzonowe dolne pierwsze	23 <i>-23 zęby dwukorzeniowe</i>	46	bliższe	23
			dalsze	23
OGÓŁEM	83	154	-----	154

Nazwy korzeni zębów używane w pracy przedstawiono poniżej:

1. W zębach przedtrzonowych górnych korzenie mogą występować w formie pojedynczej (korzeń pojedynczy, który może wówczas posiadać bruzdy lub wcięcia na powierzchniach stycznych), lub rozdwojonej na korzeń policzkowy (znajdujący się po policzkowej stronie wyrostka zębodołowego) i korzeń podniebienny (znajdujący się po podniebiennej stronie wyrostka zębodołowego) [31].
2. Zęby trzonowe górne pierwsze posiadają trzy korzenie: podniebienny (występujący po podniebiennej stronie wyrostka zębodołowego), oraz dwa policzkowe: bliższy i dalszy (znajdujące się po stronie policzkowej wyrostka zębodołowego). W nielicznych przypadkach korzenie policzkowe ulegają zrośnięciu, tworząc jeden korzeń policzkowy [31]. W badanym przeze mnie materiale nie było żadnego przypadku zrośnięcia korzeni policzkowych w jeden korzeń.
3. Wśród zębów trzonowych górnych drugich występują przypadki z trzema korzeniami (policzkowym bliższym, policzkowym dalszym oraz podniebiennym). Jeżeli dochodzi do zlania się korzeni policzkowych bliższego i dalszego, korzeń taki nazwany jest korzeniem policzkowym. Jeżeli natomiast wszystkie trzy korzenie ulegają zrośnięciu, korzeń ten nazywany jest korzeniem pojedynczym [31].
4. Zęby przedtrzonowe dolne posiadają najczęściej jeden korzeń, nazywany korzeniem pojedynczym [31].
5. W zębach trzonowych dolnych pierwszych występują dwa korzenie: korzeń bliższy i korzeń dalszy [31].

Przygotowanie zębów do badań wstępnych

Badane zęby po ekstrakcji zostały oczyszczone z włókien ozębnej za pomocą metalowej szczoteczki, opłukane 5,25% roztworem podchlorynu sodu i wodą utlenioną, osuszone płatkami ligniny, a następnie umieszczone pojedynczo w oznakowanych numerami probówkach Corninga, w których były przechowywane do czasu kolejnych badań. (Ryc.7).



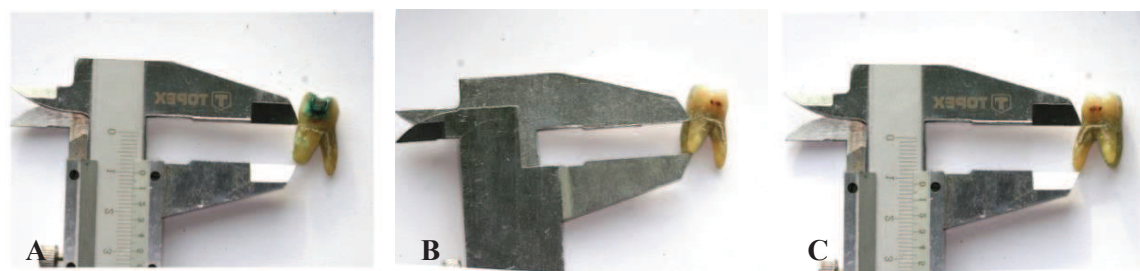
Ryc. 7 Ząb umieszczony w oznakowanej probówce Corninga

3.1.1. Przeprowadzenie pomiarów zębów z uwzględnieniem pomiaru korzeni

Każdy ze 83 zębów został zmierzony przy pomocy suwmiarki. Pierwszy pomiar dotyczył długości całkowitej zęba. Obejmował on pomiar długości w linii prostej, począwszy od najbliższego punktu w koronie danego zęba do wierzchołka każdego korzenia zęba (apex) (Ryc. 8ABC). Kolejny pomiar dotyczył korzenia zęba, i obejmował długość od granicy szkliwno-cementowej (CEJ) do wierzchołka korzenia zęba (Ryc. 9ABC).



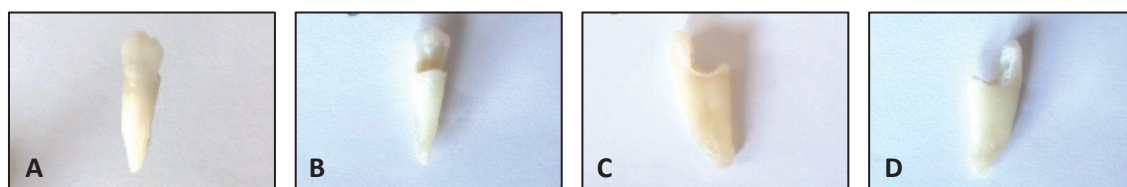
Ryc. 8 Przykładowy pomiar długości całkowitej zęba trzonowego górnego pierwszego od guzka zęba do każdego z wierzchołków korzeni zęba. A: korzeń mesialny, B: korzeń dystalny, C: korzeń podniebienny;



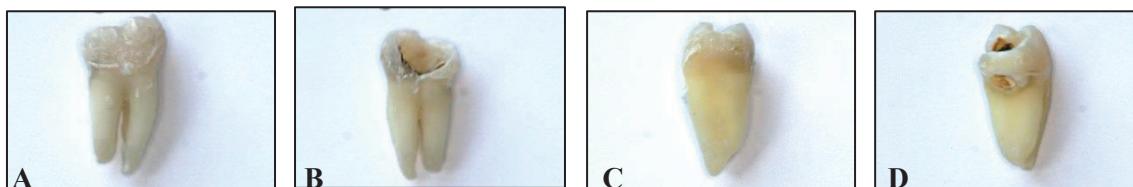
Ryc. 9 Przykładowy pomiar długości całkowitej każdego z korzeni zęba trzonowego górnego pierwszego od granicy szkliwno-cementowej do apexu. A: korzeń mesialny; B: korzeń dystalny; C: korzeń podniebienny;

3.1.2. Wykonanie dokumentacji fotograficznej badanych zębów

W kolejnym etapie pracy każdy ząb został sfotografowany w czterech projekcjach: mesialnej, dystalnej, policzkowej, podniebiennej/językowej. Do tego celu wykorzystano aparat fotograficzny Canon 30D z obiektywem Canon 100mm f/2.8, oraz lampą pierścieniową Canon Macro Ring Lite MR-14. Przykładowe zdjęcia zęba jedno-, dwu- oraz trzykorzeniowego przedstawiają Ryc. 10ABCD, Ryc. 11ABCD i Ryc. 12ABCD.



Ryc. 10 Zdjęcia fotograficzne zęba jednokorzeniowego wykonane w czterech projekcjach. A: policzkowej; B: podniebiennej; C: mesialnej; D: dystalnej;



Ryc. 11 Zdjęcia fotograficzne zęba dwukorzeniowego wykonane w czterech projekcjach. A: policzkowej; B: językowej; C: mesialnej; D: dystalnej;



Ryc. 12 Zdjęcia fotograficzne zęba trzykorzeniowego wykonane w czterech projekcjach. A: policzkowej; B: podniebiennej; C: mesialnej; D: dystalnej;

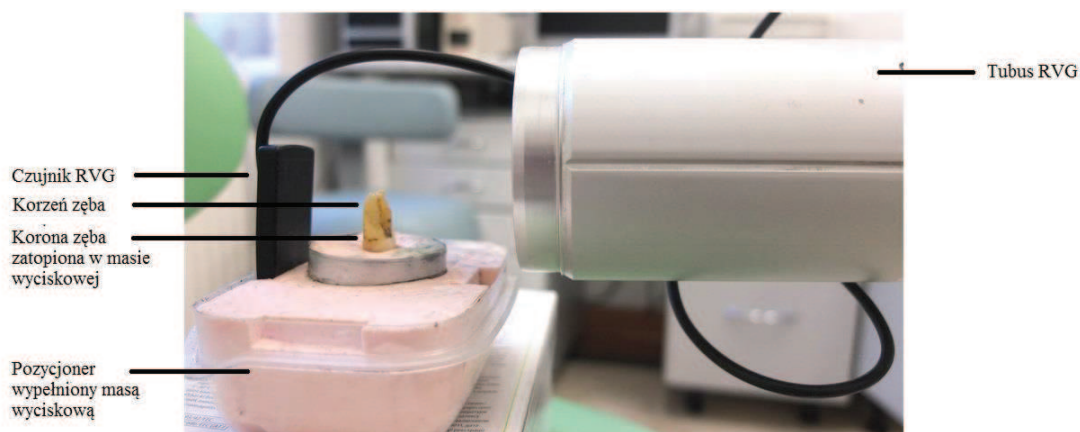
3.2. Wykonanie dokumentacji radiologicznej badanych korzeni zębów w celu oceny występowania cieśni międzykanałowych

Dla każdego ze 83 badanych zębów, a tym samym dla wszystkich 154 korzeni, została wykonana dokumentacja radiologiczna metodą radiowizjiografii (RVG), w czterech projekcjach: mesialnej, dystalnej, policzkowej, podniebiennej/językowej. Badanie RVG przeprowadzono aparatem Planmeca Dixie. Do opracowania zdjęć RVG, czyli wydobywania szczegółów oraz poprawy ich ostrości wykorzystano program Planmeca Romexis. Na podstawie analizy zdjęć RVG określano, czy w danym korzeniu znajduje się cieśń międzykanałowa, względnie stwierdzano jej brak.

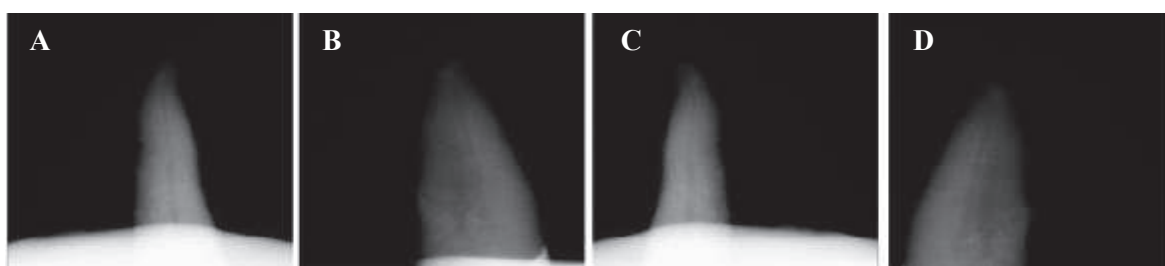
Sposób przeprowadzania badania RVG

Przed wykonaniem zdjęcia RVG, każdy ząb umieszczono w specjalnie przygotowanym do tego celu pozycjonerze w ten sposób, że korona zęba była zatopiona w masie wyciskowej, a cały korzeń zęba był wyeksponowany na działanie promieniowania RVG. Następnie przed korzeniem zęba umieszczono tubus RVG, natomiast za korzeniem zęba czujnik RVG. Zdjęcia wykonywano w technice kąta prostego, polegającej na tym, że czujnik RVG położony był równolegle do osi długiej zęba, a tubus RVG ustawiony był do długiej osi zęba pod kątem prostym. Czas ekspozycji w przypadku każdego zdjęcia wynosił 0,125s. Ustawienie poszczególnych elementów oraz sposób wykonania zdjęcia RVG przedstawiono na Ryc. 13.

Ryc. 14ABCD, Ryc. 15ABCD, Ryc. 16ABCD, Ryc. 17ABCD i Ryc. 18ABCD przedstawiają przykładowe zdjęcia korzeni zębów wykonane metodą RVG. Na rycinach przedstawione są zdjęcia korzeni następujących zębów: przedtrzonowego górnego (Ryc. 14ABCD), trzonowego górnego pierwszego (Ryc. 15ABCD), trzonowego górnego drugiego (Ryc. 16ABCD), przedtrzonowego dolnego (Ryc. 17ABCD), trzonowego dolnego pierwszego (Ryc. 18ABCD).



Ryc. 13 Umocowanie zęba w pozycjonerze oraz ustawienie tubusa RVG i czujnika RVG w technice kąta prostego



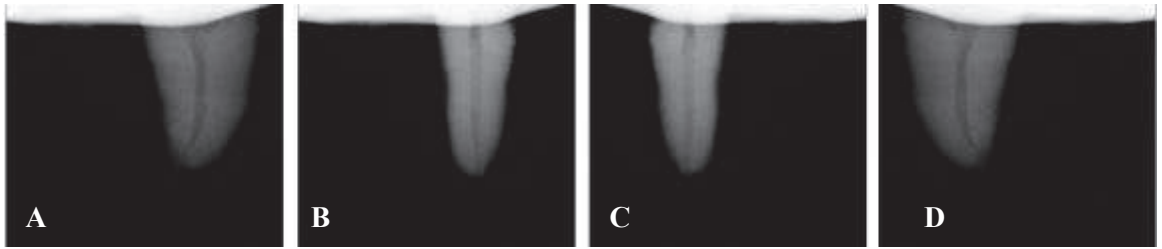
Ryc. 14 Zdjęcia korzeni zęba przedtrzonowego górnego wykonane metodą radiowizjografii w projekcjach: A: policzkowej, B: mesialnej, C: podniebiennej, D: dystalnej



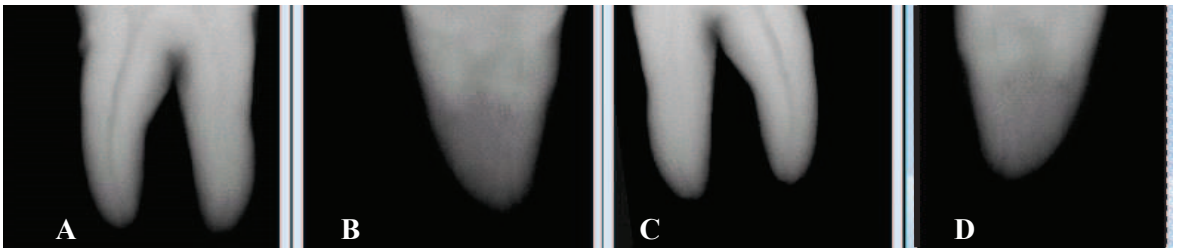
Ryc. 15 Zdjęcia korzeni zęba trzonowego górnego pierwszego wykonane metodą radiowizjografii w projekcjach: A: dystalnej, B: mesialnej, C: podniebiennej, D: policzkowej



Ryc. 16 Zdjęcia korzeni zęba trzonowego górnego drugiego wykonane metodą radiowizjografii w projekcjach: A: policzkowej, B: językowej, C: mesialnej, D: dystalnej



Ryc. 17 Zdjęcia korzenia zęba przedtrzonowego dolnego pierwszego wykonane metodą radiowizjografii w projekcjach: A: policzkowej, B: mesialnej, C: dystalnej, D: językowej



Ryc. 18 Zdjęcia korzeni zęba trzonowego dolnego pierwszego wykonane metodą radiowizjografii w projekcjach: A: policzkowej, B: mesialnej, C: podniebiennej, D: dystalnej

3.3. Przygotowanie preparatów z korzeni zębów i sposób przeprowadzenia badania na obecność cieśni międzykanałowych

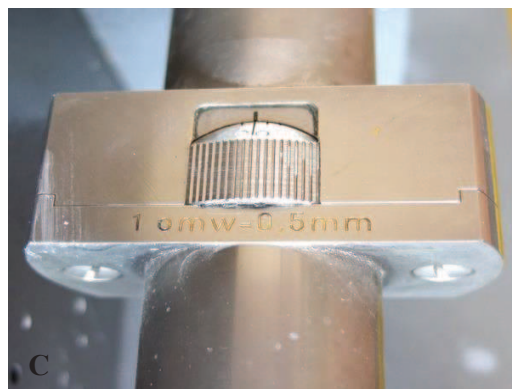
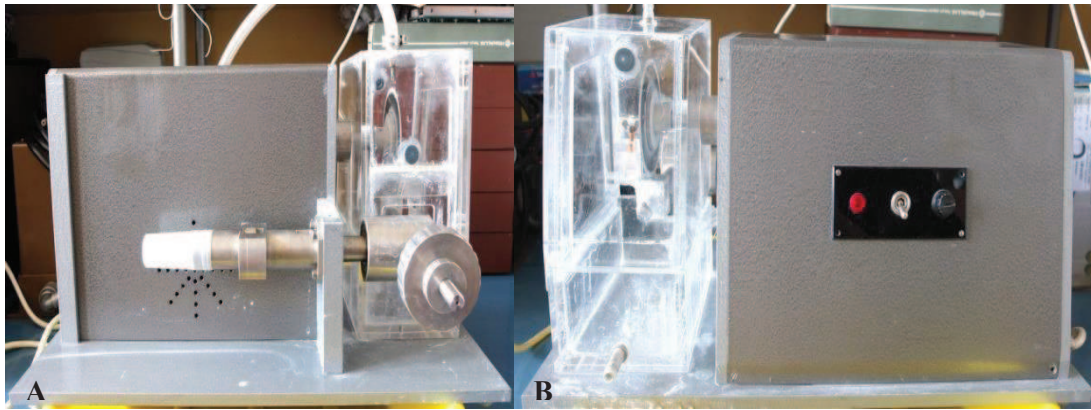
Każdy ząb został umieszczony w rurce PCV o średnicy 10mm i wysokości 30mm, a następnie zalany w całości masą żywiczną (*Buehler Epo-Kwick fast cure epoxy kit*). Każdy utworzony w ten sposób bloczek otrzymał numer zgodny z nadanym wcześniej numerem badanego zęba (numer materiału badawczego). Bloczki z zębami przygotowywano w Katedrze i Zakładzie Fizyki i Biofizyki GUMed korzystając z pomocy dr Michała Penkowskiego. Przykład zalanego żywicą bloczka przygotowanego do dalszego etapu badania przedstawia Ryc. 19.



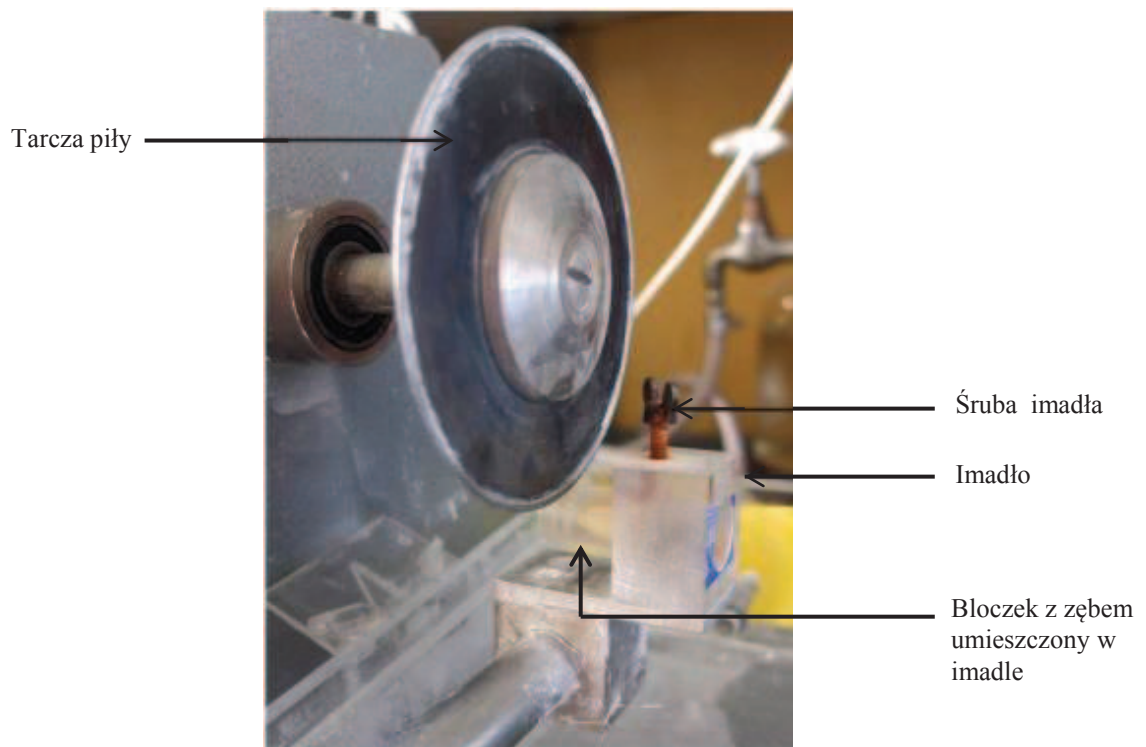
Ryc. 19 Ząb trzonowy umieszczony w rurce PCV, zalany żywicą i oznaczony numerem, przygotowany do dalszego badania

Sposób przygotowania preparatów z korzeni zębów do dokumentacji fotograficznej i oceny występowania cieśni międzykanałowych przy pomocy wzroku i zgłębnika endodontycznego

Przygotowany bloczek zawierający ząb zatopiony w masie żywicznej został pocięty poprzecznie na 6 jednomilimetrowych preparatów rozpoczynając od wierzchołka korzenia zęba. Piłę tarczową użytą do tego celu wypożyczono z Vrije Universiteit Brussel w ramach prowadzonych wcześniej przez Katedrę i Zakład Stomatologii Zachowawczej GUMed projektów badawczych. Na Ryc. 20ABC przedstawiono piłę tarczową wraz podziałką, natomiast Ryc. 21 ilustruje umocowanie bloczka w imadle piły.



Ryc. 20 Piła tarczowa używana do wykonywania cięć poprzecznych korzeni zębów wraz z podziałką wyznaczającą grubość odcinanej sekcji. A: widok z przodu; B: widok z tyłu; C: podziałka



Ryc. 21 Zamocowanie bloczka z zębem w imadle oraz ustawienie tarczy piły

Procedura przygotowania preparatów z korzeni zębów (odsłanianie kolejnych powierzchni korzeni) dla zębów jednokorzeniowych, zębów wielokorzeniowych z korzeniami o równej długości i zębów ze zlanymi korzeniami, oraz procedura badania obecności cieśni międzykanałowych w preparatach

1. Przygotowanie wstępnej obróbki bloczka polegającej na ścięciu jego nadmiaru aż do uwidocznienia wierzchołka korzenia zęba;
2. Umieszczenie bloczka w imadle piły z korzeniami skierowanymi w stronę tarczy piły;
3. Ustawienie tarczy piły bezpośrednio przed przygotowaną do odcięcia powierzchnią bloczka (tarcza piły dotykała powierzchni bloczka);
4. Odcięcie pierwszego milimetra preparatu z bloczka - odsłonięcie powierzchni korzenia/korzeni oznaczonej numerem 1;
5. Wyjęcie bloczka z imadła i przeniesienie na stanowisko fotograficzne:
 - A: określenie obecności i typu cieśni międzykanałowej za pomocą wzroku oraz badaniem zgłębnikiem endodontycznym;
 - B: wykonanie 3 zdjęć fotograficznych odsłoniętej powierzchni korzenia, celem uwidocznienia szczegółów powierzchni korzenia zęba (wykorzystano do tego celu aparat Canon 30D, obiektyw Canon 100mm f/2.8, oraz lampę pierścieniową Canon Macro Ring Lite 14 MR);
6. Ponowne umieszczenie bloczka w imadle piły;
7. Odcięcie drugiego milimetra preparatu z bloczka odsłaniające tym samym powierzchnię korzenia/korzeni oznaczaną numerem 2; Wyjęcie bloczka z imadła i przeniesienie go na stanowisko fotograficzne;
 - A: określenie obecności i typu cieśni międzykanałowej za pomocą wzroku oraz badaniem zgłębnikiem endodontycznym;
 - B: wykonanie 3 zdjęć fotograficznych odsłoniętej powierzchni korzenia, celem uwidocznienia szczegółów powierzchni korzenia zęba;
8. Powtórzenie procedury dla kolejnych czterech odcinanych preparatów z zastosowaniem numeracji wzrastającej w stronę korony zęba od trzeciego do szóstego milimetra (Ryc. 22).



Ryc. 22 Schemat ilustrujący wykonanie przekrojów korzenia zęba na przebiegu 6mm od apexu. Czerwonym kolorem oznaczono numer odsłanianej powierzchni korzenia, która była fotografowana oraz badana na obecność cieśni wzrokiem i zgłębnikiem stomatologicznym

Podsumowując, każdy z 6 przekrojów korzenia był badany wzrokiem i z wykorzystaniem zgłębnika endodontycznego. Ponadto badanie uzupełniała wnikliwa analiza wykonanej dla każdego przekroju korzenia dokumentacji fotograficznej.

W badaniach tych oceniano brak lub obecność cieśni międzykanałowej. W przypadku stwierdzenia obecności cieśni, określano jej typ posługując się klasyfikacją opisaną przez Kim i wsp. [27]. Zgodnie z tą klasyfikacją, do typu I cieśni zaliczano ledwie zauważalne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, zwane także cieśnią niekompletną. Do typu II cieśni zaliczano wyraźne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, zwane także cieśnią kompletną. Do typu III zaliczano bardzo krótką, kompletną cieśń. Do typu IV zaliczano kompletną lub niekompletną cieśń pomiędzy trzema lub więcej kanałami zęba.

Obecność w korzeniu dwóch lub więcej kanałów z jednoczesnym brakiem cieśni międzykanałowej określano jako typ V wg klasyfikacji Kim i wsp. [27]. Oznaczało to sytuację, w której mimo istniejącej możliwości wystąpienia cieśni międzykanałowej (dwa lub więcej kanałów w jednym korzeniu zęba) nie wystąpiły cieśni międzykanałowe.

Na wykonanie badań uzyskano zgodę Niezależnej Komisji Etyki Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym Nr NKEBN/282/2010.

3.4. Analiza statystyczna

Obliczenia statystyczne zostały przeprowadzone przy użyciu pakietu statystycznego StatSoft, Inc. (2010) STATISTICA version 10. Obliczono średnie arytmetyczne ($\bar{x}$), oraz odchylenie standardowe (SD). Przy spełnieniu założeń rozkładu normalnego, przy porównaniu dwóch prób niezależnych wykorzystano test t-Studenta. Ponadto do oceny różnic częstości występowania badanych parametrów wykorzystano test niezależności chi-kwadrat dla zmiennych niemierzalnych. W celu stwierdzenia powiązania siły oraz kierunku między dwiema zmiennymi zastosowano analizę korelacji obliczając współczynniki korelacji Spearmana. We wszystkich obliczeniach za poziom istotności przyjęto $p < 0,05$. Dobór metod i wyniki analizy statystycznej konsultowano z dr n. med. Tomaszem Bandurskim z Zakładu Informatyki Radiologicznej i Statystyki GUMed.

4. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

4.1. Zestawienie ogólnych wyników badań dotyczących występowania cieśni międzykanałowych w badanych korzeniach zębów, z uwzględnieniem rodzaju korzenia i grupy zębów (na podstawie oceny preparatów wykonanych z korzeni zębów)

W Tab. 2 przedstawiono wyniki dotyczące występowania cieśni z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni oraz liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowej typu I, II, III lub IV.

Badaniu zostało poddanych ogółem 154 korzeni pochodzących z 83 zębów, w tym 18 przedtrzonowców górnych (20 korzeni), 12 przedtrzonowców dolnych (12 korzeni), 12 trzonowców górnych pierwszych (36 korzeni), 23 trzonowce dolne pierwsze (46 korzeni), oraz 18 trzonowców górnych drugich (40 korzeni). Wyniki badań wskazują, że cieśń międzykanałowa występowała w korzeniach 56,6% zębów na 83 zbadane.

Oceniając występowanie cieśni międzykanałowych w korzeniach poszczególnych grup zębowych, które zostały poddane badaniu, można stwierdzić, że cieśń nie występowała jedynie w korzeniach zębów przedtrzonowych dolnych. W pozostałych grupach zębowych najczęściej cieśń stwierdzano w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych (83,3% zębów), korzeniach zębów trzonowych dolnych pierwszych (82,6% zębów), oraz w korzeniach zębów trzonowych górnych drugich (72,2% zębów). W przypadku korzeni zębów przedtrzonowych górnych cieśń występowała w korzeniach tylko 27,7% zębów.

Jak wynika z danych zawartych w Tab. 2, na 154 zbadane korzenie zębów, cieśni międzykanałowe stwierdzono w 53 (34,4%) korzeniach, które pochodziły z następujących zębów: przedtrzonowych górnych (5 korzeni na 20 zbadanych korzeni), trzonowych górnych pierwszych (10 korzeni na 36 zbadanych korzeni), trzonowych dolnych pierwszych (25 korzeni na 46 zbadanych korzeni), oraz trzonowych górnych drugich (13 korzeni na 40 zbadanych korzeni).

Największy odsetek korzeni z cieśnią stwierdzono w przypadku korzeni zębów trzonowych dolnych pierwszych (ogółem 54,4% korzeni), przy czym w korzeniach bliższych było to 82,6%, a w korzeniach dalszych 26,1% przypadków. Nieco mniejszy odsetek korzeni z cieśnią stwierdzono w przypadku korzeni zębów trzonowych górnych drugich (ogółem 32,5% korzeni), przy czym w przypadku korzeni policzkowych było to 66,6%, w przypadku korzeni policzkowych bliższych było to 75%, również w przypadku korzeni pojedynczych było to 75%. Należy zaznaczyć, że nie stwierdzono żadnego przypadku występowania cieśni międzykanałowej w korzeniach policzkowych dalszych i korzeniach podniebiennych zębów trzonowych górnych drugich.

Podobne odsetki korzeni z cieśnią stwierdzono w przypadku korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych (27,7% korzeni), oraz w przypadku korzeni zębów przedtrzonowych górnych (25% korzeni). W przypadku zębów trzonowych górnych pierwszych, cieśń występowała tylko w korzeniach policzkowych bliższych (10 korzeni na 12 zbadanych), natomiast cieśni nie stwierdzono w korzeniach policzkowych dalszych i korzeniach podniebiennych. W przypadku

zębów przedtrzonowych górnych, cieśń stwierdzono wyłącznie w zębach z korzeniem pojedynczym (5 korzeni na 16 zbadanych), natomiast cieśni nie zlokalizowano w przypadku korzeni policzkowych i korzeni podniebiennych.

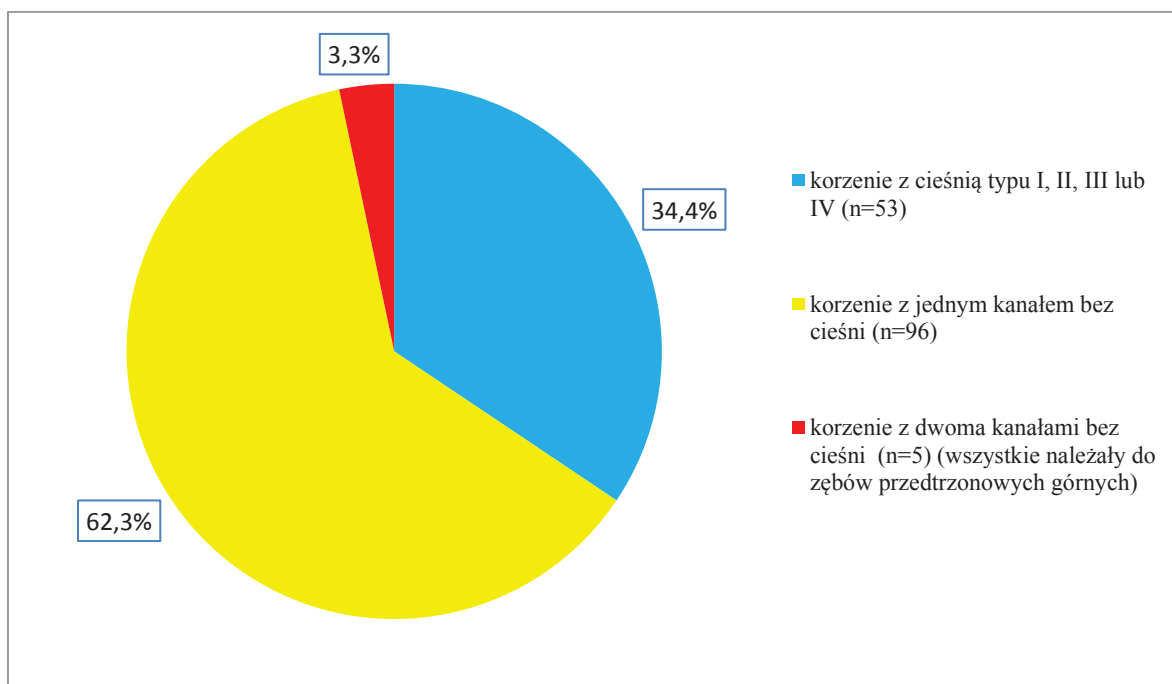
W Tab. 2 zestawiono również wyniki otrzymane z analizy 924 preparatów, które otrzymano z pocięcia wszystkich 154 korzeni, przy czym z każdego korzenia otrzymano 6 jednomilimetrowych preparatów. Na podstawie przeprowadzonego badania wzrokiem i zgłębnikiem oraz udokumentowanej zdjęciami fotograficznymi analizy każdego z preparatów stwierdzono, że cieśń międzykanałowa wystąpiła tylko w 181 preparatach (19,5%).

Analizując preparaty z korzeni poszczególnych grup zębów, stwierdzono, że na 120 preparatów wykonanych z korzeni zębów przedtrzonowych górnych, cieśń międzykanałowa wystąpiła w 16 preparatach (13,3%), (wszystkie pochodziły z korzeni pojedynczych). Badając 216 preparatów wykonanych z korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych występowanie cieśni stwierdzono w 33 przypadkach (15,3%), (wszystkie pochodziły z korzeni policzkowych bliższych). Analizując 276 preparatów wykonanych z korzeni zębów trzonowych dolnych pierwszych, cieśni międzykanałowe zlokalizowano w 90 przypadkach (32,6%), z czego 63 z tych preparatów pochodziło z korzeni bliższych, a 27 preparatów z korzeni dalszych. Natomiast badając 240 preparatów wykonanych z korzeni zębów trzonowych górnych drugich, stwierdzono obecność cieśni w 42 preparatach (17,5%), z czego po 16 preparatów pochodziło z korzeni policzkowych i policzkowych bliższych, a 10 preparatów z korzeni pojedynczych (Tab. 2).

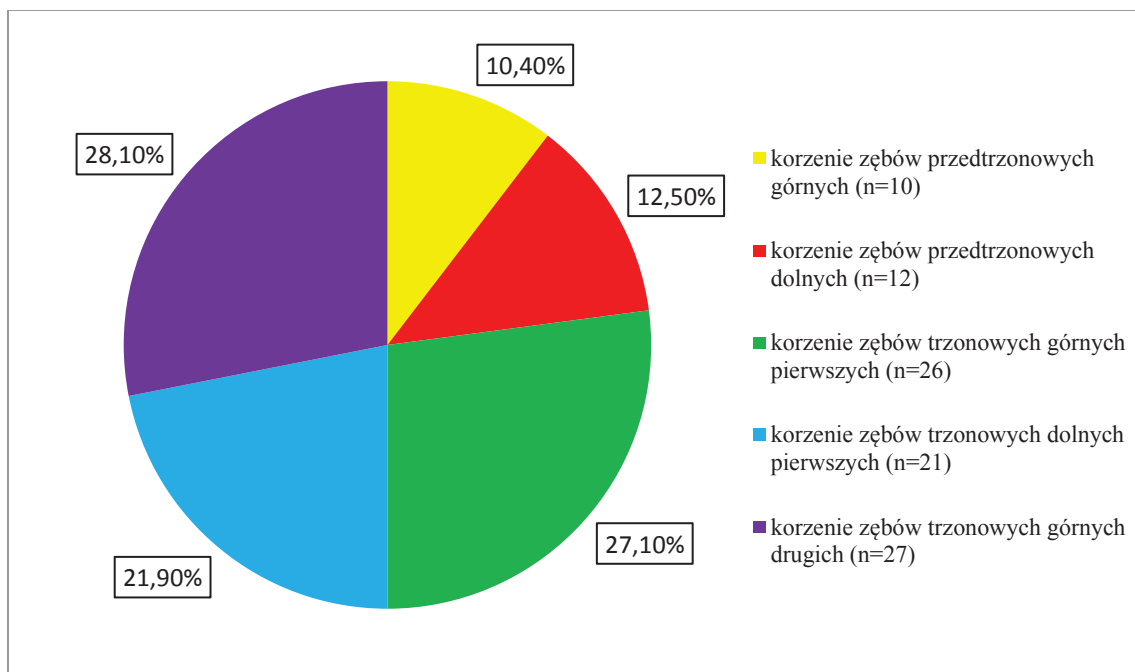
Na Ryc.23A przedstawiono odsetek korzeni, w których na badanym odcinku 6mm stwierdzono cieśni międzykanałowe typu I, II, III lub IV, odsetek korzeni, w których stwierdzono jeden kanał bez obecności cieśni, oraz odsetek korzeni, w których stwierdzono dwa kanały bez obecności cieśni (czyli typ V wg. Kim i wsp. [27]). W 53 (34,4%) spośród 154 analizowanych korzeni, stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowej typu I, II, III lub IV. W kolejnych 5 korzeniach (3,2%) stwierdzono występowanie dwóch kanałów, które jednak nie były połączone ze sobą cieśnią międzykanałową (wszystkie te korzenie należały do zębów przedtrzonowych górnych, i były to korzenie pojedyncze). Oznaczało to sytuację określaną przez Kim i wsp. [27] jako V typ korzenia, który charakteryzuje się występowaniem w jednym korzeniu dwóch lub większej liczby kanałów, które jednak nie są ze sobą w żaden sposób połączone. W pozostałych 96 badanych korzeniach (62,3%) stwierdzono występowanie tylko jednego kanału, i brak cieśni międzykanałowej. Zestawienie procentowe korzeni z jednym kanałem bez cieśni z uwzględnieniem grupy zębowej, przedstawia Ryc. 23B. Największy odsetek korzeni z jednym kanałem dotyczył zębów przedtrzonowych dolnych (100%), a następnie korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych (72,2%) i zębów trzonowych górnych drugich (68,5%).

Tab. 2 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanalowych z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni i liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanalowych typu I, II, III lub IV

Badane zęby	Liczba badanych zębów (n, %)	Liczba zębów w korzeniach, w których stwierdzono cieśń (n, %)	Liczba badanych korzeni (n, %)	Liczba korzeni z cieśnią (n, %)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)	Liczba korzeni, w których stwierdzono cieśń typu I, II, III, IV (n)	Liczba wykonanych preparatów z badanych korzeni przy założeniu, że z 1 korzenia wykonane zostało 6 preparatów (n)	Liczba preparatów, w których stwierdzono cieśń typu I, II, III, IV (n)
Przedtrzonowe górne	18 (100%)	5 (27,7)	20 (100%)	5 (25%)	policzkowe	2	0	12	0
					podniebienne	2	0	120	0
					pojedyncze	16 (100%)	5 (31,2%)	96 (100%)	16 (16,6%)
Przedtrzonowe dolne	12	0	12	0	pojedyncze	12	0	72	0
Trzonowe górne pierwsze	12 (100%)	10 (83,3%)	36 (100%)	10 (27,7%)	policzkowe bliższe	12 (100%)	10 (83,3%)	72 (100%)	33 (45,8%)
					policzkowe dalsze	12	0	216	0
					podniebienne	12	0	72	0
Trzonowe dolne pierwsze	23 (100%)	19 (82,6%)	46 (100%)	25 (54,4%)	bliższe	23 (100%)	19 (82,6%)	138 (100%)	63 (45,6%)
					dalsze	23 (100%)	6 (26,1%)	276	27 (19,5%)
Trzonowe górne drugie	18 (100%)	13 (72,2%)	40 (100%)	13 (32,5%)	policzkowe	6 (100%)	4 (66,6%)	36 (100%)	16 (44,4%)
					policzkowe bliższe	8 (100%)	6 (75%)	48 (100%)	16 (33,3%)
					policzkowe dalsze	8	0	240	0
					podniebienne	14	0	84	0
					pojedyncze	4 (100%)	3 (75%)	24 (100%)	10 (41,6%)
OGÓŁEM	83 (100%)	47 (56,6%)	154	53 (34,4%)	-----	154 (100%)	53 (34,4%)	924 (100%)	181 (19,5%)



Ryc. 23A Zestawienie procentowe korzeni, w których stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowej, korzeni, w których stwierdzono jeden kanał bez cieśni, oraz korzeni, w których stwierdzono dwa kanały bez cieśni na badanym odcinku 6mm od apexu (n=154)



Ryc. 23B Zestawienie procentowe korzeni z jednym kanałem bez cieśni na badanym odcinku 6mm od apexu (n=96), z podziałem na grupę zębową

4.2. Zestawienie wyników badań dotyczących występowania cieśni międzykanałowych na podstawie analizy przekrojów korzeni zębów wykonanych w określonej odległości od wierzchołka korzenia na odcinku 6mm

W Tab. 3 zestawiono ogólne dane dotyczące liczby i odsetka preparatów, w których stwierdzono obecność lub brak cieśni międzykanałowych, w zależności od odległości od wierzchołka korzenia zęba (badana długość korzenia wynosiła 6mm). Na podstawie danych zawartych w Tab. 3 (jak również danych zawartych w Tab. 2) wynika, że na 924 preparaty wykonane ze 154 badanych korzeni zębów, cieśni stwierdzono tylko w 181 preparatach (19,6%) pochodzących z przekrojów wykonanych na różnej odległości od wierzchołków korzeni zębów, natomiast w pozostałych 743 preparatach (80,4%) nie stwierdzono obecności cieśni międzykanałowych.

Dane w Tab. 3 wskazują, że w 154 przekrojach wykonanych w odległości 1mm od wierzchołków 154 korzeni zębów, tylko w 12 preparatach (7,8%) stwierdzono cieśń. Oznacza to, że spośród 154 korzeni cieśń międzykanałowa zlokalizowana była w odległości 1mm od apexu tylko w przypadku 12 korzeni. W pozostałych 142 korzeniach (93,2%) w odległości 1mm od wierzchołków korzeni nie stwierdzono występowania cieśni. Różnica ta była istotna statystycznie. Na 154 preparaty wykonane w odległości 2mm od apexu, cieśń stwierdzono w 22 przypadkach (14,3%). Oznacza to, że spośród 154 badanych korzeni zębów w odległości 2mm od apexu, cieśń zlokalizowano tylko w 22 korzeniach. W pozostałych 132 korzeniach (86,7%) w odległości 2mm od apexu nie stwierdzono występowania cieśni. Stosunkowo najczęściej cieśni międzykanałowe lokalizowano w preparatach wykonanych w odległości odpowiednio 4, 5, 6 i 3mm od wierzchołków badanych korzeni zębów. W odległości 4mm od apexu cieśń międzykanałową stwierdzono w 39 przypadkach (25,3%), natomiast nie występowała ona na tej odległości w 115 korzeniach (74,7%). W odległości 5mm od apexu stwierdzono 38 przypadków cieśni (24,7%), natomiast cieśni nie było na tej odległości od apexu w 116 korzeniach (75,3%). W odległości 6mm od apexu cieśni zlokalizowano w 36 korzeniach (23,3%), natomiast cieśni nie stwierdzono na tej odległości w 118 korzeniach (76,7%). W odległości 3mm od wierzchołków korzeni zębów, cieśń międzykanałowa występowała w 34 korzeniach (22,1%), a w pozostałych 120 korzeniach (78,9%) na tej odległości od apexu, nie stwierdzono jej obecności.

Porównując częstość występowania cieśni na poszczególnych odległościach od wierzchołków korzeni zębów można stwierdzić, że tylko w odległości 1mm od apexu, cieśń międzykanałową stwierdzono statystycznie istotnie rzadziej. W odległości 4mm cieśń międzykanałowa wystąpiła na granicy istotności statystycznej, natomiast w odległości 2mm od apexu zaobserwowano jedynie tendencję zbliżenia się do istotności statystycznej.

W Tab. 4 zestawiono ogólne dane dotyczące liczby i odsetka preparatów, w których stwierdzono określony typ cieśni międzykanałowych. Z danych zawartych w tej tabeli wynika, że w badanych preparatach, w których stwierdzono obecność cieśni (n=181) najczęściej występował

typ II cieśni (n=86; 47,5%), oraz typ I cieśni, który stwierdzono w 61 przypadkach (33,7%). Rzadziej, bo w 31 preparatach (17,1%) stwierdzono typ III cieśni międzykanałowych. Jedynie w 3 preparatach (1,7%) stwierdzono typ IV cieśni międzykanałowych.

W Tab. 4 przedstawiono również występowanie poszczególnych typów cieśni w różnej odległości od wierzchołków korzeni zębów. Stwierdzono, że w odległości 4mm od apexu, gdzie znaleziono największą liczbę cieśni (n=39), 22 badane korzenie zawierały cieśni typu II, 10 korzeni zawierało cieśni typu I, w 6 korzeniach zlokalizowano cieśń typu III i tylko w jednym korzeniu stwierdzono cieśń typu IV. Niewiele mniej cieśni międzykanałowych (n=38), znaleziono w korzeniach w odległości 5mm od apexu. Stwierdzono, że na 38 cieśni zlokalizowanych w 38 korzeniach, najczęściej występowała cieśń typu II (n=21), następnie typu I (n=10) i typu III (n=6). Cieśń typu IV wystąpiła tylko w jednym przypadku. W odległości 6mm od badanych wierzchołków korzeni zębów, 36 z nich zawierało cieśni międzykanałowe, z czego 19 cieśni zakwalifikowano do typu II, 13 cieśni do typu I, tylko 4 cieśni do typu III. Stwierdzono także całkowity brak cieśni typu IV. W odległości 3mm od apexu cieśń międzykanałową stwierdzono w 34 korzeniach, w tym 14 cieśni było typu II, 13 cieśni było typu I, a 7 cieśni było typu III. Tutaj również stwierdzono całkowity brak cieśni typu IV.

Dane zawarte zarówno w Tab. 3 jak i w Tab. 4 wskazują, że cieśni najrzadziej występowały w odległości 1mm oraz 2 mm od apexu. W odległości 1mm od apexu, na 12 przypadków występowania cieśni, stwierdzono 7 korzeni z typem I cieśni, 3 korzenie z typem III oraz 2 korzenie z typem II cieśni międzykanałowej. W tej odległości od apexu nie znaleziono żadnego korzenia zawierającego typ IV cieśni. Natomiast w odległości 2mm od wierzchołków korzeni, na 22 przypadki występowania cieśni stwierdzono 8 przypadków cieśni typu I, również w 8 przypadków cieśni typu II, 5 przypadków cieśni typu III i tylko jeden przypadek zawierający typ IV cieśni międzykanałowej (Tab. 4).

Podsumowując dane przedstawione w Tab. 4 można stwierdzić, że ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I : II : III : IV** w 181 preparatach, był jak **1 : 1,4 : 0,5 : 0,05**.

W odległości odpowiednio 4, 5, 6 i 3mm od wierzchołków korzeni zębów, najczęściej stwierdzano typ II cieśni międzykanałowej a rzadziej typ I. W odległości 2mm od apexu liczba korzeni zawierająca typ I i II cieśni była taka sama, natomiast w odległości 1mm od wierzchołków, typ I występował najczęściej. Wprawdzie zaobserwowano różnice w liczbie cieśni międzykanałowych na każdej z badanych odległości od apexu, to jednak analiza statystyczna testem chi² nie potwierdziła istotności statystycznej tych różnic.

Tab. 3 Liczba i odsetek preparatów wykonanych z korzeni zębów, w których stwierdzono obecność lub brak cieśni międzykanałowych w zależności od odległości od wierzchołków korzeni zębów

Liczba badanych korzeni	Liczba badanych preparatów	Liczba i odsetek preparatów (n, %), w których stwierdzono:		Liczba i odsetek preparatów (n, %), w których stwierdzono obecność lub brak cieśni międzykanałowych, w zależności od określonej odległości (mm) od wierzchołka korzenia					
n	n			1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm
154 (100%)	924	obecność cieśni	181 (19,58%)	121 (7,8%)	22 (14,3%)	34 (22,1%)	39 (25,3%)	38 (24,6%)	36 (23,3%)
		brak cieśni	743 (80,41%)	142 (93,2%)	132 (86,7%)	120 (78,9%)	115 (74,7%)	116 (75,4%)	118 (76,7%)
	OGÓŁEM		924 (100%)	154 (100%)	154 (100%)	154 (100%)	154 (100%)	154 (100%)	154 (100%)

Istotność różnic oceniana testem chi²; p<0,05: 1-1

Tab. 4 Liczba i odsetek preparatów wykonanych z korzeni zębów, w których stwierdzono określony typ cieśni międzykanałowych w zależności od odległości od wierzchołków korzeni zębów

Typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp. [15]	Liczba i odsetek preparatów w których stwierdzono obecność cieśni określonego typu (n,%)	Liczba i odsetek (n, %) preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych typu I, II, III, IV wg klasyfikacji Kim i wsp. [27], w zależności od określonej odległości od wierzchołków korzeni zębów (mm)					
		1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm
I	61 (33,7%)	7 (3,9%)	8 (4,4%)	13 (7,2%)	10 (5,5%)	10 (5,5%)	13 (7,2%)
II	86 (47,5%)	2 (1,1%)	8 (4,4%)	14 (7,7%)	22 (12,1%)	21 (11,6%)	19 (10,5%)
III	31 (17,1%)	3 (1,6%)	5 (2,8%)	7 (3,9%)	6 (3,3%)	6 (3,3%)	4 (2,2%)
IV	3 (1,7%)	0 (0%)	1 (0,5%)	0 (0%)	1 (0,5%)	1 (0,5%)	0 (0%)
OGÓŁEM	181 (100%)	12 (6,6%)	22 (12,1%)	34 (18,8%)	39 (21,5%)	38 (20,9%)	36 (20%)

4.2.1. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów przedtrzonowych górnych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów)

Analizując szczegółowe dane zawarte w Tab. 5, przedstawiającej wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów przedtrzonowych górnych stwierdzono, że spośród 20 analizowanych korzeni (2 policzkowych, 2 podniebiennych oraz 16 pojedynczych) cieśni międzykanałowe zlokalizowano jedynie w 5 korzeniach pojedynczych.

Należy zaznaczyć, że podczas analizy 30 preparatów wykonanych z tych pięciu korzeni, obecność cieśni stwierdzono jedynie w 16 (53,3%) preparatach. Badając lokalizację i typ cieśni w każdym z tych 5 korzeni stwierdzono, że w odległości 1mm od wierzchołka korzenia, dwa z pięciu korzeni zawierały cieśni międzykanałowe i były to cieśni typu III. W odległości 2mm od apexu również dwa z pięciu korzeni zawierało cieśni międzykanałowe, w tym jeden korzeń zawierał cieśń typu II, a jeden korzeń cieśń typu III. W odległości 3mm od wierzchołka korzenia, cieśni zlokalizowano w 4 korzeniach. Były to trzy przypadki cieśni typu II i jeden przypadek cieśni typu III. Również w 4 korzeniach zlokalizowano cieśni w odległości 4mm od apexu, i również były to trzy przypadki cieśni typu II i jeden przypadek cieśni typu III. Natomiast w dwóch korzeniach, cieśń zlokalizowano w odległości 5mm od apexu: jeden korzeń zawierał cieśń typu II, a jeden korzeń cieśń typu III. Taka sama sytuacja wystąpiła w odległości 6mm od apexu - cieśń stwierdzono w dwóch korzeniach, z czego jedna cieśń była typu II, a jedna typu III.

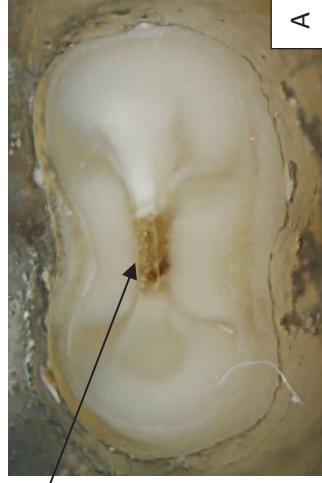
Podsumowując, w korzeniach pojedynczych zębów przedtrzonowych górnych występował tylko II i III typ cieśni międzykanałowej, natomiast nie stwierdzono cieśni typu I i typu IV. Stwierdzono ponadto, że ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I : II : III : IV** w badanych 16 preparatach, był jak **0 : 1 : 0,7 : 0**. Najczęściej cieśni występowały w odległości 3mm i 4mm od apexu.

Na Ryc. 24ABCD przedstawiono dokumentację fotograficzną przekrojów pochodzących z pojedynczego korzenia przedtrzonowca górnego (nr badanego zęba 87). Przedstawione przekroje wykonano w odległości 2, 3, 4 i 6mm od wierzchołka korzenia. W odległości 2, 3 oraz 4mm od apexu strzałką zaznaczono cieśni międzykanałowe typu III (Ryc. 24ABC), natomiast w odległości 6mm od apexu strzałka pokazuje na brak cieśni pomiędzy kanałami znajdującymi się w korzeniu tego zęba (Ryc. 24D).

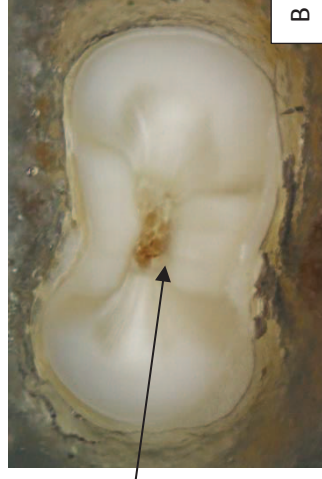
Tab. 5 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach przedtrzonowych górnych z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni i liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych typu I, II, III lub IV.

Badane zęby	Liczba badanych korzeni ogółem (n)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)	Liczba korzeni z cieśnią (n)	Liczba preparatów zawierających cieśń (n)	Liczba preparatów (n) ze stwierdzonym typem cieśni, w określonej odległości (mm) od wierzchołka korzenia zęba							Liczba preparatów z danym typem cieśni ogółem (n)
						Typ cieśni*	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	
Zęby przedtrzonowe górne (n=18)	2	policzkowe	2	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0
						II	0	0	0	0	0	0	0
						III	0	0	0	0	0	0	0
						IV	0	0	0	0	0	0	0
	2	podniebienne	2	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0
						II	0	0	0	0	0	0	0
						III	0	0	0	0	0	0	0
						IV	0	0	0	0	0	0	0
	16	pojedyncze	16	5	16	I	0	0	0	0	0	0	0
						II	0	1	3	3	1	1	9
						III	2	1	1	1	1	1	7
						IV	0	0	0	0	0	0	0
RAZEM						2	2	4	4	2	2	16	
OGÓŁEM						2	2	4	4	2	2	16	

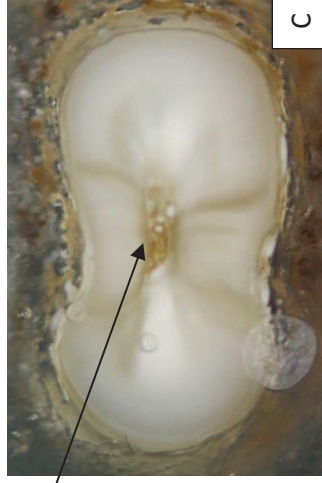
* typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp.[27] I, II, III, IV



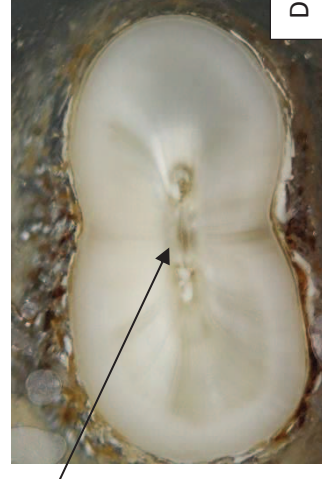
Typ III cieśni międzykanałowej w odległości 2mm od wierzchołka korzenia (bardzo krótka, kompletna cieśń)



Typ III cieśni międzykanałowej w odległości 3mm od wierzchołka korzenia (bardzo krótka, kompletna cieśń)



Typ III cieśni międzykanałowej w odległości 4mm od wierzchołka korzenia (bardzo krótka, kompletna cieśń)



Brak cieśni międzykanałowej w odległości 6mm od wierzchołka korzenia

Ryc. 24ABCD Zdjęcia fotograficzne przekrojów wykonanych w odległości 2, 3, 4 i 6mm od wierzchołka korzenia pojedynczego zęba przedtrzonowego górnego (nr badanego zęba 87) z określeniem lokalizacji cieśni międzykanałowych oraz z uwzględnieniem typu cieśni (na podstawie badania wzrokiem i zgłębniem)

4.2.2. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów przedtrzonowych dolnych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów)

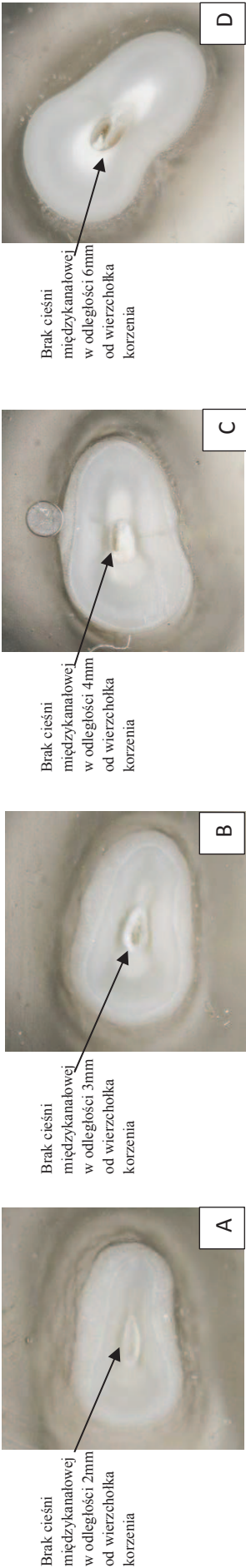
Szczegółowe dane przedstawione w Tab. 6 wskazują, że na 12 badanych pojedynczych korzeni zębów przedtrzonowych dolnych, z których wykonano 72 preparaty, żaden nie zawierał cieśni międzykanałowych. Oznacza to, że w żadnym z 12 badanych korzeni zębów przedtrzonowych dolnych nie stwierdzono występowania cieśni. Należy zaznaczyć, że badanych 12 korzeniach na odcinku 6 mm od apexu, stwierdzano obecność tylko jednego kanału (Ryc. 23B).

Ryc. 25ABCD przedstawia dokumentację fotograficzną przekrojów pochodzących z korzenia zęba przedtrzonowego dolnego (nr badanego zęba 303). Przedstawione przekroje wykonano w odległości 2, 3, 4 i 6mm od apexu.

Tab. 6 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach przedtrzonowych dolnych z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni i liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych typu I, II, III lub IV.

Badane zęby	Liczba badanych korzeni ogółem (n)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)	Liczba korzeni z cieśnią (n)	Liczba preparatów zawierających cieśń (n)	Liczba preparatów (n) ze stwierdzonym typem cieśni, w określonej odległości (mm) od wierzchołka korzenia zęba							Liczba preparatów z danym typem cieśni ogółem (n)
						Typ cieśni*	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	
Zęby przedtrzonowe dolne (n=18)	12	pojedyncze	12	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0
						II	0	0	0	0	0	0	0
						III	0	0	0	0	0	0	0
						IV	0	0	0	0	0	0	0
						OGÓŁEM	0	0	0	0	0	0	0
OGÓŁEM			12	0	0	OGÓŁEM	0	0	0	0	0	0	

* typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp.[27] I, II, III, IV



Ryc. 25ABCD Zdjęcia fotograficzne przekrojów wykonanych w odległości 2, 3, 4 i 6mm od wierzchołka korzenia zęba przedtrzonowego dolnego (nr badanego zęba 303) z określeniem występowania cieśni międzykanałowych i z uwzględnieniem typu cieśni (na podstawie badania wzrokiem i zglębnika

4.2.3. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów)

Dane w Tab. 7 przedstawiają szczegółowe wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych. Spośród 36 analizowanych korzeni (12 policzkowych bliższych, 12 policzkowych dalszych oraz 12 podniebiennych), cieśni międzykanałowe stwierdzono jedynie w korzeniach policzkowych bliższych. Spośród 12 korzeni tego typu, 10 zawierało w swoim przebiegu cieśni międzykanałowe. Należy zaznaczyć, że analiza 60 preparatów wykonanych z tych 10 korzeni wykazała obecność cieśni jedynie w 33 preparatach (55%).

Biorąc pod uwagę lokalizację i typ cieśni międzykanałowych w tych 10 korzeniach policzkowych bliższych stwierdzono, że w odległości 1mm od apexu żaden preparat nie zawierał cieśni międzykanałowej. W odległości 2mm od apexu, dwa korzenie zawierały cieśni międzykanałowe: był to jeden przypadek cieśni typu I i jeden przypadek cieśni typu III. W odległości 3mm od wierzchołków korzeni, w czterech korzeniach stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych: jeden korzeń zawierał cieśń typu I, dwa korzenie zawierały cieśni typu II, i jeden korzeń cieśń typu III. W odległości 4mm od apexu, osiem korzeni zawierało cieśni: był to jeden przypadek cieśni typu I, jeden przypadek cieśni typu IV oraz sześć przypadków cieśni typu II. W odległości 5mm od apexu cieśni międzykanałowe wystąpiły we wszystkich dziesięciu korzeniach: w trzech korzeniach stwierdzono cieśń typu I, w sześciu korzeniach stwierdzono cieśń typu II i w jednym przypadku cieśń typu IV. Natomiast w odległości 6mm od apexu, cieśń międzykanałową stwierdzono w dziewięciu korzeniach, w tym cztery korzenie zawierały cieśń typu I, cztery korzenie zawierały cieśń typu II, a jeden korzeń zawierał cieśń typu III.

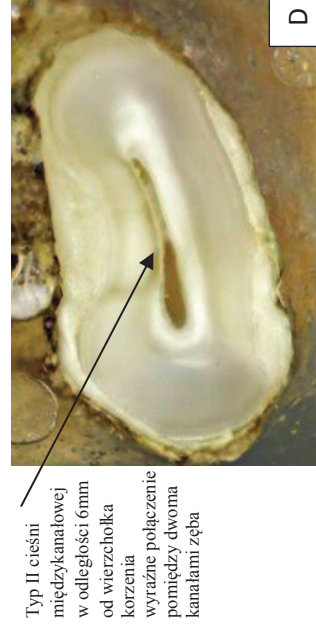
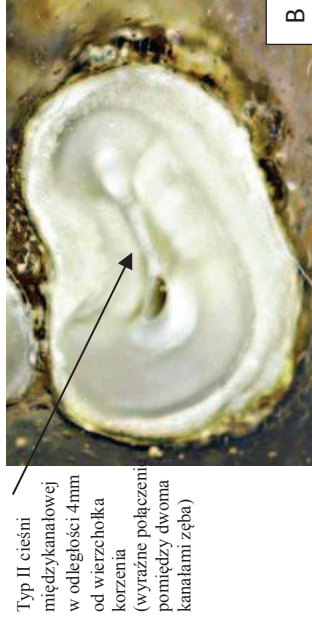
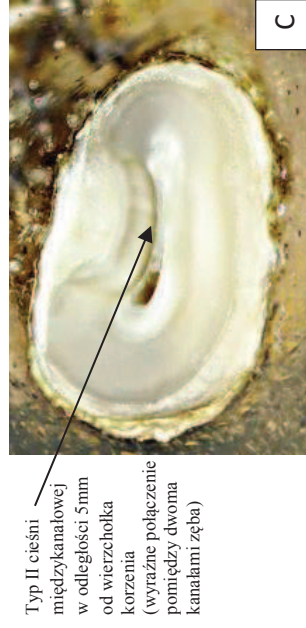
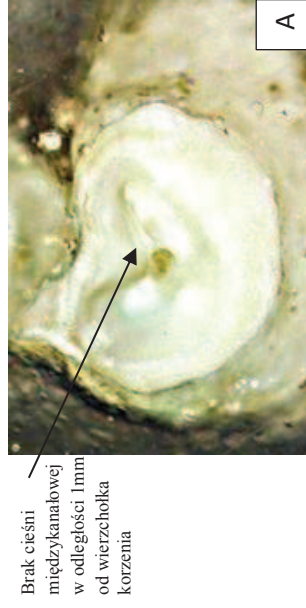
Podsumowując, w korzeniach policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych występowały wszystkie cztery typy cieśni międzykanałowych, przy czym ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I : II : III : IV** w 33 preparatach, był jak **1 : 1,8 : 0,3 : 0,2**. Stwierdzono ponadto, że najczęściej cieśni występowały w odległości 5mm od apexu, natomiast nie stwierdzono żadnego preparatu zawierającego cieśń międzykanałową w odległości 1mm od wierzchołków korzeni badanych zębów. Cieśni nie występowały w korzeniach policzkowych dalszych i w korzeniach podniebiennych.

Ryc. 26ABCD przedstawia dokumentację fotograficzną przekrojów pochodzących z korzenia policzkowego bliższego zęba trzonowego górnego pierwszego (nr badanego zęba 622). Przedstawione przekroje wykonano w odległości 1, 4, 5 i 6mm od wierzchołka korzenia. W odległości 4, 5 i 6mm od apexu występował II typ cieśni (Ryc. 26BCD). W odległości 1mm od wierzchołka korzenia widoczny jest brak cieśni międzykanałowej (Ryc. 26A).

Tab. 7 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych górnych pierwszych z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni i liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych typu I, II, III lub IV.

Badane zęby	Liczba badanych korzeni ogółem (n)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)	Liczba korzeni z cieśnią (n)	Liczba preparatów zawierających cieśń (n)	Liczba preparatów (n) ze stwierdzonym typem cieśni, w określonej odległości (mm) od wierzchołka korzenia zęba							Liczba preparatów z danym typem cieśni ogółem (n)
						Typ cieśni*	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	
Zęby trzonowe górne pierwsze (n=12)	36	policzkowe bliższe	12	10	33	I	0	1	1	1	3	4	10
						II	0	0	2	6	6	4	18
						III	0	1	1	0	0	1	3
						IV	0	0	0	1	1	0	2
						RAZEM	0	2	4	8	10	9	33
						I	0	0	0	0	0	0	0
		policzkowe dalsze	12	0	0	II	0	0	0	0	0	0	0
						III	0	0	0	0	0	0	0
						IV	0	0	0	0	0	0	0
						I	0	0	0	0	0	0	0
		podniebienne	12	0	0	II	0	0	0	0	0	0	0
						III	0	0	0	0	0	0	0
						IV	0	0	0	0	0	0	0
						OGÓŁEM	0	2	4	8	10	9	33

* typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp.[27] I, II, III, IV



Ryc. 26ABCD Zdjęcia fotograficzne przekrojów wykonanych w odległości 1, 4, 5 i 6mm od wierzchołka korzenia policzkowego zęba trzonowego górnego pierwszego (nr badanego zęba 622) z określeniem występowania cieśni międzykanałowych i z uwzględnieniem typu cieśni (na podstawie badania wzrokiem i zgłębnikiem)

4.2.4. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w grupie zębów trzonowych dolnych pierwszych, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów)

Ze szczegółowych danych przedstawionych w Tab. 8 wynika, że w 25 na 46 badanych korzeni zębów trzonowych dolnych pierwszych, stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych zarówno w korzeniach bliższych, jak i w korzeniach dalszych. Należy dodać (Tab. 2), że cieśń występowała w korzeniach 19 spośród 23 zbadanych zębów trzonowych dolnych pierwszych. Stwierdzono, że w 6 zębach trzonowych dolnych pierwszych (Tab. 10, numery zębów wg dokumentacji: 02, 37, 158, 230, 236, 238), cieśń występowała w obydwu korzeniach: zarówno w korzeniu bliższym, jak i w korzeniu dalszym, natomiast w pozostałych 13 zębach trzonowych dolnych pierwszych, cieśń występowała tylko w jednym korzeniu i był to zawsze korzeń bliższy (Tab. 2, Tab. 10). Należy zaznaczyć, że analiza 114 preparatów wykonanych z 19 korzeni bliższych, oraz 36 preparatów wykonanych z 6 korzeni dalszych wykazała obecność cieśni odpowiednio w 63 (55,2%) i w 27 (75%) preparatach.

Korzenie bliższe z cieśnią (n=19)

Cieśń międzykanałowa występowała w 19 spośród 23 korzeni bliższych (Tab. 8). Badając lokalizację i typ cieśni międzykanałowych w tych 19 korzeniach stwierdzono, że w odległości 1mm od apexu, cieśń była zlokalizowana w siedmiu korzeniach bliższych, w tym było pięć korzeni z typem I cieśni, i po jednym korzeniu z typem II i III cieśni. W odległości 2mm od apexu, cieśń stwierdzono w 8 korzeniach: cztery korzenie zawierały cieśń typu I, jeden korzeń zawierał cieśń typu II, a trzy korzenie zawierały cieśń typu III. W odległości 3mm od wierzchołków korzeni cieśni międzykanałowe stwierdzono w 12 korzeniach, w tym w trzech korzeniach stwierdzono typ I, w siedmiu korzeniach stwierdzono typ II, a w dwóch korzeniach typ III cieśni. W odległości 4mm od apexu cieśni zlokalizowano w 13 korzeniach: w czterech korzeniach była to cieśń typu I, w siedmiu korzeniach cieśń typu II i w dwóch korzeniach cieśń typu III. W odległości 5mm od apexu występowanie cieśni stwierdzono w 13 korzeniach: w trzech przypadkach stwierdzono cieśń typu I, w ośmiu przypadkach cieśń typu II, a w dwóch przypadkach cieśń typu III. Natomiast w odległości 6mm od apexu cieśni zlokalizowano w 10 korzeniach: trzy korzenie zawierały cieśń typu I, sześć korzeni cieśń typu II, a jeden korzeń zawierał cieśń typu III.

Podsumowując, w korzeniach bliższych zębów trzonowych dolnych pierwszych występowały cieśni międzykanałowe typu I, II i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku typu IV cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I:II:III:IV** w 63 preparatach był jak **1 : 1,36 : 0,5 : 0**. Stwierdzono ponadto, że najczęściej cieśni występowały w odległości 4mm i 5mm od apexu, natomiast najrzadziej cieśń stwierdzano w odległości 1mm od wierzchołków korzeni.

Korzenie dalsze z cieśnią (n=6)

Cieśń międzykanałowa występowała w 6 spośród 23 korzeni dalszych (Tab. 8). Biorąc pod uwagę lokalizację i typ cieśni międzykanałowych w tych 6 korzeniach stwierdzono, że w odległości 1mm od apexu cieśń wystąpiła w dwóch korzeniach. W obu przypadkach była to cieśń typu I. W odległości 2mm od apexu, cieśni stwierdzono w czterech korzeniach: jeden korzeń zawierał cieśń typu I, dwa korzenie zawierały cieśni typu II, a w jednym korzeniu była to cieśń typu IV. W odległości 3mm od apexu cieśń stwierdzono w pięciu korzeniach: trzy korzenie zawierały cieśń typu I, jeden korzeń zawierał cieśń typu II, a jeden korzeń zawierał cieśń typu III. W odległości 4mm od wierzchołka, w sześciu korzeniach stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych, w tym w trzech przypadkach była to cieśń typu I, w dwóch przypadkach była to cieśń typu II, a w jednym przypadku cieśń typu III. Natomiast w odległości 5mm i 6mm od apexu cieśni międzykanałowe stwierdzono w pięciu korzeniach w każdej z tych dwóch lokalizacji. Również liczba i typy cieśni stwierdzone w tych odległościach od apexu były takie same: w obu przypadkach zlokalizowano po trzy korzenie z cieśnią typu I i po dwa korzenie z cieśnią typu II.

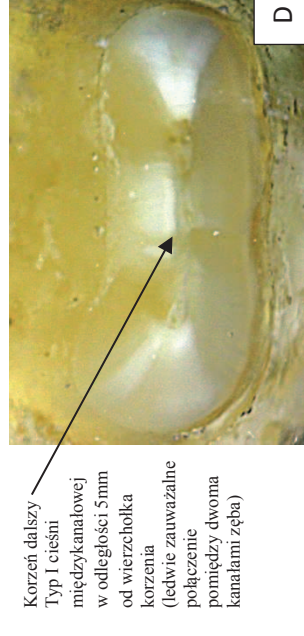
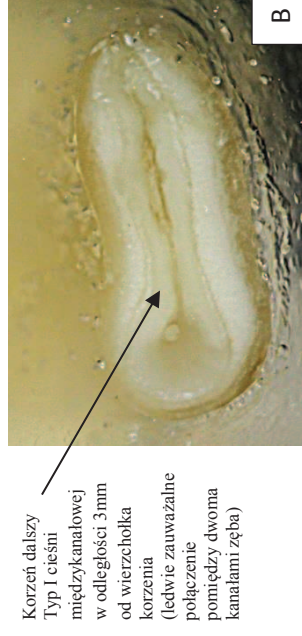
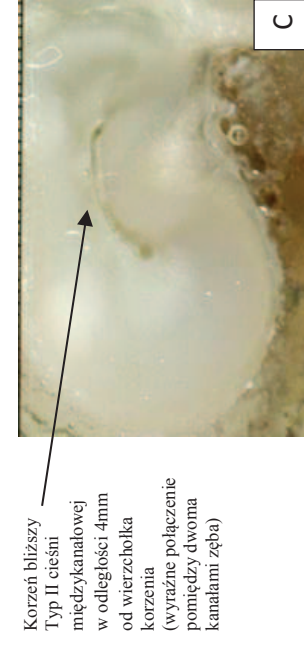
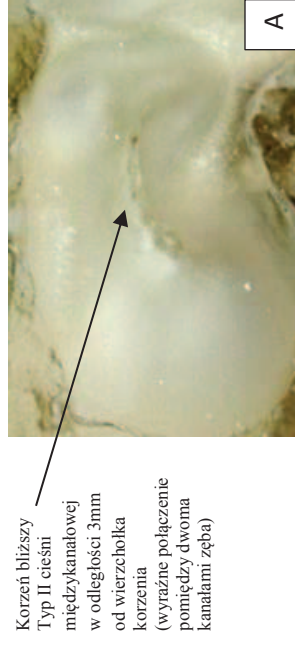
Podsumowując, w korzeniach dalszych zębów trzonowych dolnych pierwszych występowały wszystkie typy cieśni międzykanałowych, przy czym ogółem stosunek częstości występowania w 27 preparatach cieśni typu I : II : III : IV był jak 1 : 0,6 : 0,13 : 0,06. Stwierdzono ponadto, że najczęściej cieśni występowały w odległości 4mm od apexu, a najrzadziej w odległości 1mm od apexu.

Ryc. 27ABCD przedstawia dokumentację fotograficzną przekrojów pochodzących z korzeni bliższego i dalszego zębów trzonowych dolnych pierwszych. Przedstawione przekroje wykonano w odległości 5 i 6mm od wierzchołka korzenia bliższego (Ryc. 27AC; nr badanego zęba 40), oraz w odległości 3 i 5mm od wierzchołka korzenia dalszego (Ryc. 27BD; nr badanego zęba 2). W korzeniu bliższym (Ryc. 27AC), w odległości 5 i 6mm od apexu występował typ II cieśni międzykanałowej, natomiast w korzeniu dalszym, w odległości 3 i 5mm stwierdzono występowanie typu I cieśni (Ryc. 27BD).

Tab. 8 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych dolnych pierwszych z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni i liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych typu I, II, III lub IV.

Badane zęby	Liczba badanych korzeni ogółem (n)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)	Liczba korzeni z cieśnią (n)	Liczba preparatów zawierających cieśń (n)	Liczba preparatów (n) ze stwierdzonym typem cieśni, w określonej odległości (mm) od wierzchołka korzenia zęba							Liczba preparatów z danym typem cieśni (n)	
						Typ cieśni*	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm		
Badane zęby trzonowe dolne pierwsze (n=23)	46	bliźsze	23	19	63	I	5	4	3	4	3	3	22	
						II	1	1	7	7	8	6	30	
						III	1	3	2	2	2	1	11	
						IV	0	0	0	0	0	0	0	
						RAZEM	7	8	12	13	13	10	63	
		dalsze		6	27	I	2	1	3	3	3	3	15	
						II	0	2	1	2	2	2	9	
						III	0	0	1	1	0	0	2	
						IV	0	1	0	0	0	0	1	
						RAZEM	2	4	5	6	5	5	27	
OGÓŁEM			46	25	90	OGÓŁEM	9	12	17	19	18	15	90	

* typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp.[27] I, II, III, IV



Ryc. 27ABCD Zdjęcia fotograficzne przekrojów wykonanych w odległości 5 i 6mm od wierzchołka korzenia bliższego zęba trzonowego dolnego pierwszego (nr badanego zęba 40), (dwa przekroje- 5 i 6mm) oraz 3 i 5mm od wierzchołka korzenia dalszego zęba trzonowego dolnego pierwszego (nr badanego zęba 2), z określeniem występowania cieśni międzykanałowych i z uwzględnieniem typu cieśni (na podstawie badania wzrokiem i zgłębnikiem)

4.2.5. Wyniki szczegółowej analizy występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach zębów trzonowych górnych drugich, z uwzględnieniem lokalizacji i typu cieśni (na podstawie badania przekrojów korzeni zębów)

W Tab. 9 przedstawiono szczegółowe dane dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych górnych drugich. Na 40 zbadanych korzeni (6 policzkowych, 8 policzkowych bliższych, 8 policzkowych dalszych, 14 podniebiennych, oraz 4 pojedynczych), cieśni występowały tylko w 4 korzeniach policzkowych, 6 korzeniach policzkowych bliższych oraz w 3 korzeniach pojedynczych. Cieśni nie stwierdzono w korzeniach policzkowych dalszych i w korzeniach podniebiennych. Należy zaznaczyć, że każdy korzeń z cieśnią pochodził od innego zęba trzonowego górnego drugiego (Tab. 2, Tab. 10).

Korzenie policzkowe z cieśnią (n=4)

Badając wykonane z 4 korzeni policzkowych 24 preparaty, w 16 z nich stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych (66,6%) (Tab. 9).

Biorąc pod uwagę lokalizację i typ cieśni stwierdzono, że w odległości 1mm od apexu cieśń była obecna tylko w jednym korzeniu. Zakwalifikowano ją do typu II. W odległości 2mm od apexu cieśń zlokalizowano w dwóch korzeniach, i były to cieśni typu II. W odległości 3mm od apexu cieśni międzykanałowe stwierdzono w czterech korzeniach, z czego dwa korzenie zawierały typ I cieśni międzykanałowych i dwa korzenie typ III cieśni. W odległości 4mm od wierzchołków korzeni, stwierdzono trzy korzenie zawierające cieśń: w jednym przypadku była to cieśń typu I, w jednym przypadku typu II, i w jednym typu III. W odległości 5mm od apexu zlokalizowano trzy korzenie zawierające cieśni: jeden korzeń zawierał cieśń typu II, a dwa korzenie zawierały cieśń typu III. Również w odległości 6mm od apexu stwierdzono cieśń w 3 korzeniach, w tym jeden korzeń zawierał cieśń typu I, jeden zawierał cieśń typu II, a jeden cieśń typu III.

Podsumowując, w korzeniach policzkowych zębów trzonowych górnych drugich stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych typu zarówno I, II jak i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku IV typu cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I : II : III : IV** w 16 preparatach był jak **1 : 1,5 : 1,5 : 0**. Stwierdzono także, że najczęściej cieśni występowały w odległości 3mm od apexu, natomiast najrzadziej w odległości 1mm.

Korzenie policzkowe bliższe z cieśnią (n=6)

Badanie 36 preparatów wykonanych z 6 korzeni policzkowych bliższych, wykazało obecność cieśni w 16 preparatach (44,4%) (Tab. 9).

W odległości 1mm od apexu, w żadnym z badanych korzeni nie stwierdzono występowania cieśni międzykanałowych. W odległości 2mm od wierzchołków korzeni zębów, w trzech korzeniach stwierdzono występowanie cieśni, w tym był to jeden korzeń z cieśnią typu I i dwa korzenie z cieśnią typu II. Natomiast w odległości 3mm od apexu, cieśni zlokalizowano w 4 korzeniach, i wszystkie należały do typu I. W odległości 4mm od wierzchołka, cieśni

występowały w 3 korzeniach: w jednym przypadku była to cieśń typu I, w jednym przypadku typu II i w jednym przypadku cieśń typu III. W odległości 5mm od apexu stwierdzono występowanie cieśni w 2 badanych korzeniach: jeden korzeń zawierał cieśń typu I, a jeden typu II. W odległości 6mm od wierzchołków, cieśń zlokalizowano w 4 korzeniach: dwa przypadki zakwalifikowano do typu I cieśni, a dwa przypadki do typu II cieśni.

Podsumowując, w korzeniach policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych drugich stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych typu I, II i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku typu IV cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I : II : III : IV** w 16 preparatach był jak **1 : 0,66 : 1,11 : 0**. Stwierdzono, że cieśń najczęściej występowała w odległości 3 i 6mm, natomiast w odległości 1mm od apexu nie wystąpił żaden przypadek cieśni międzykanałowej.

Korzenie pojedyncze z cieśnią (n=3)

Badanie 18 preparatów wykonanych z 3 korzeni pojedynczych, wykazało obecność cieśni w 10 z nich (55,5%) (Tab. 9).

W odległości 1mm od apexu, w badanych trzech korzeniach pojedynczych nie stwierdzono cieśni międzykanałowych. W odległości 2mm od apexu stwierdzono jeden przypadek występowania cieśni, który zakwalifikowano do typu I. W odległości 3mm od wierzchołków, cieśń zlokalizowano również w jednym korzeniu i zakwalifikowano ją do typu II. W odległości 4mm od apexu w dwóch korzeniach stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych. Obie przyporządkowano do typu II cieśni. Zarówno w odległości 5mm jak i 6mm od apexu, cieśń stwierdzono w każdym z trzech korzeni: w odległości 5mm były to dwie cieśni typu II i jedna cieśń typu III, a w odległości 6mm wszystkie trzy przypadki cieśni zakwalifikowano do typu II.

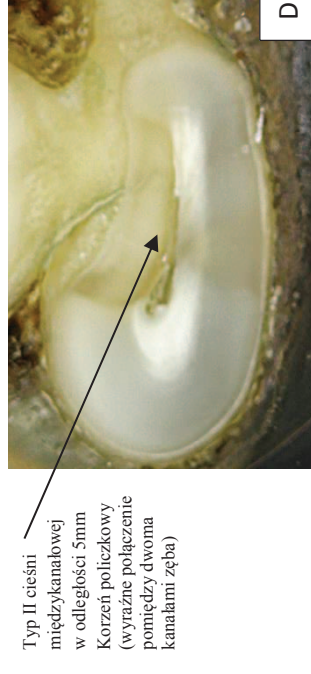
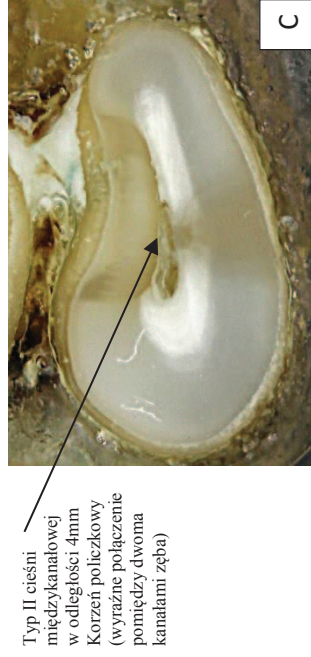
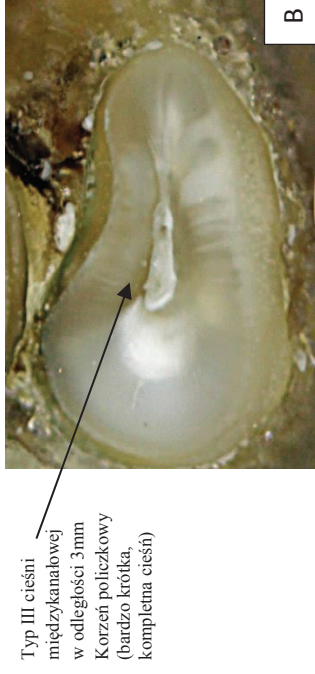
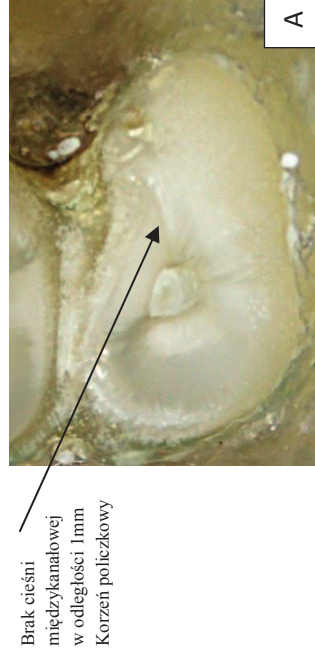
Podsumowując, w korzeniach pojedynczych zębów trzonowych górnych drugich występowały cieśni międzykanałowe typu I, II i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku IV typu cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu **I:II:III:IV** w 10 preparatach był jak **1 : 8 : 1 : 0**. Stwierdzono również, że najczęściej cieśni występowały w odległości 5mm i 6mm od apexu. W odległości 1mm nie zlokalizowano żadnego korzenia z cieśnią międzykanałową.

Ryc. 28ABCD przedstawia dokumentację fotograficzną przekrojów pochodzących z korzenia policzkowego zęba trzonowego górnego drugiego (nr badanego zęba 229). Prezentowane przekroje wykonano w odległości 1, 3, 4 i 5mm od wierzchołka korzenia. W odległości 4 i 5mm od apexu (Ryc. 28CD) stwierdzono typ II cieśni międzykanałowej. W odległości 3mm od wierzchołka korzenia (Ryc. 28B), widoczny jest typ III cieśni, natomiast w odległości 1mm od apexu (Ryc. 28A), strzałka wskazuje brak cieśni międzykanałowej pomiędzy dwoma kanałami znajdującymi się w tym korzeniu zęba.

Tab. 9 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych górnych drugich z uwzględnieniem liczby zębów, liczby korzeni i liczby preparatów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych typu I, II, III lub IV.

Badane zęby	Liczba badanych korzeni ogółem (n)	Badane korzenie zębów	Liczba badanych korzeni w zależności od ich rodzaju (n)	Liczba korzeni z cieśnią (n)	Liczba preparatów zawierających cieśń (n)	Liczba preparatów (n) ze stwierdzonym typem cieśni, w określonej odległości (mm) od wierzchołka korzenia zęba							Liczba preparatów z danym typem cieśni (n)
						Typ cieśni*	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm	
Zęby trzonowe górne drugie (n=18)	policzkowe	6	6	4	16	I	0	0	2	1	0	1	4
						II	1	2	0	1	1	1	6
						III	0	0	2	1	2	1	6
						IV	0	0	0	0	0	0	0
						RAZEM	1	2	4	3	3	3	16
	policzkowe bliższe	8	6	16	I	0	1	4	1	1	2	9	
					II	0	2	0	1	1	2	6	
					III	0	0	0	1	0	0	1	
					IV	0	0	0	0	0	0	0	
					RAZEM	0	3	4	3	2	4	16	
	policzkowe dalsze	8	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0	
					II	0	0	0	0	0	0	0	
					III	0	0	0	0	0	0	0	
					IV	0	0	0	0	0	0	0	
	podniebienne	14	0	0	I	0	0	0	0	0	0	0	
					II	0	0	0	0	0	0	0	
					III	0	0	0	0	0	0	0	
					IV	0	0	0	0	0	0	0	
	pojedyncze	4	3	10	I	0	1	0	0	0	0	1	
					II	0	0	1	2	2	3	8	
					III	0	0	0	0	1	0	1	
					IV	0	0	0	0	0	0	0	
					RAZEM	0	1	1	2	3	3	10	
	OGÓŁEM			40	13	42	OGÓŁEM						

* typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp.[27] I, II, III, IV



Ryc. 28ABCD Zdjęcia fotograficzne przekrojów wykonanych w odległości 1, 3, 4 i 5mm od wierzchołka korzenia policzkowego zęba trzonowego górnego drugiego (nr badanego zęba 229) z określeniem występowania cieśni międzykanałowych i z uwzględnieniem typu cieśni (na podstawie badania wzrokiem i zglębniakiem)

4.2.6. Zestawienie szczegółowych danych dotyczących każdego z 53 korzeni zębów zawierających cieśń, z uwzględnieniem liczby występujących w każdym korzeniu cieśni, typu cieśni i miejsca jej lokalizacji, na przebiegu 6mm od wierzchołka korzenia

W Tab. 10 przedstawiono szczegółowe dane dotyczące wszystkich 53 korzeni pochodzących z 47 zębów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowej. Dane te zestawiono w zależności od liczby przekrojów z cieśnią występującą w każdym korzeniu (tzn. od 1 do 6 przekrojów z cieśnią), z uwzględnieniem typu cieśni i miejsca jej lokalizacji. W podsumowaniu w Tab. 10 przedstawiono wyniki dotyczące średniej długości korzenia oraz średniej liczby cieśni występującej na badanym odcinku 6mm od apexu w 53 korzeniach. Stwierdzono, że średnia długość badanych korzeni zębów wynosiła $12,5 \pm 2,4$ mm, a średnia liczba cieśni występująca w jednym korzeniu wynosiła $3,4 \pm 1,5$. Nie stwierdzono istotnej statystycznie korelacji pomiędzy długością korzenia, a znajdującą się w nim liczbą cieśni (test korelacji Spearmana) (Tab. 10).

Na Ryc. 29 przedstawiono dane procentowe, dotyczące występowania korzeni z określoną liczbą cieśni międzykanałowych stwierdzoną w danym korzeniu. Ogółem stwierdzono, że na 53 korzenie, w których stwierdzono obecność cieśni, na odcinku 6mm od apexu tylko 5 korzeni (9,4%) zawierało po 1 preparacie z cieśnią, 11 korzeni (20,7%) po 2 preparaty, 12 korzeni (22,7%) po 3 preparaty, 12 korzeni (22,7%) po 4 preparaty, a 8 korzeni (15,1%) posiadało po 5 preparatów z cieśnią. Tylko 5 korzeni (9,4%) zawierało w swoim przebiegu po 6 preparatów z cieśnią, co oznaczało, że cieśń występowała na każdej z 6 analizowanych jednomilimetrowych odległości od wierzchołka korzenia (Ryc. 29).

Analizując szczegółowe dane dotyczące każdego korzenia z cieśnią (Tab. 10) można stwierdzić, że spośród 5 korzeni zawierających w swoim przebiegu tylko jedną cieśń międzykanałową, w 4 korzeniach była to cieśń typu I i tylko w jednym korzeniu cieśń typu II. Nie stwierdzono żadnego korzenia, który zawierałby typ III lub typ IV cieśni międzykanałowej.

W przypadku 11 korzeni, w których w dwóch miejscach lokalizowano cieśń międzykanałową, stwierdzono występowanie cieśni wyłącznie typu I, II i III. Nie stwierdzono natomiast żadnej cieśni typu IV. Analizując konfigurację cieśni występujących w tych korzeniach zauważono, że najczęściej występowały następujące konfiguracje typów cieśni: **I-I** (4 korzenie) lub **II-II** (4 korzenie). W pozostałych 3 korzeniach stwierdzono tylko pojedyncze pary cieśni o 3 różnych konfiguracjach: **II-I**, **II-III**, **III-III**. We wszystkich analizowanych korzeniach, cieśni występowały parami, tzn. obok siebie. Najwięcej, (5 par), znajdowało się w odległości 5-6mm od apexu, 3 pary położone były w odległości 3-4mm, a 2 pary znajdowały się w odległości 1-2mm od apexu. Tylko jedna para cieśni zlokalizowana była w odległości 2-3mm od wierzchołka korzenia (Tab. 10).

Wśród 12 korzeni, z których każdy posiadał po 3 cieśni międzykanałowe, stwierdzono występowanie wszystkich czterech typów cieśni (typ I, II, III, IV). Analizując występujące w

tych korzeniach konfiguracje typów cieśni z uwzględnieniem ich położenia na całej badanej długości 6mm od apexu, stwierdzono następujące ich sekwencje: **II-I-I** (2 korzenie), **I-II-II** (2 korzenie), **I-I-I** (2 korzenie), **II-II-I** (2 korzenie). W pozostałych 4 korzeniach, stwierdzono w każdym z nich inną sekwencję typów cieśni, i były one następujące : **III-II-I**, **II-II-II**, **IV-IV-III**, **II-III-II**. W 11 na 12 badanych korzeni wszystkie cieśni występowały bezpośrednio po sobie, w określonych odległościach od apexu. Najwięcej, bo aż w 8 korzeniach, konfiguracje cieśni międzykanałowych występujących bezpośrednio po sobie, rozpoczynały się w odległości 4mm od wierzchołka korzenia. Dwie konfiguracje rozpoczynały się w odległości 2mm, a jedna 3mm od apexu. Tylko w jednym korzeniu trzy cieśni nie występowały bezpośrednio po sobie: była to konfiguracja **I-I-I**, w której para cieśni zlokalizowana była w odległości 1-2mm, a trzecią cieśń zlokalizowano w odległości 5mm od wierzchołka korzenia (Tab. 10).

Biorąc pod uwagę 12 korzeni, zawierających w swoim przebiegu po 4 cieśni międzykanałowe, stwierdzono w nich obecność jedynie typu I, II i III. Nie zlokalizowano żadnego korzenia, który zawierałby typ IV cieśni. Badając poszczególne konfiguracje typów cieśni występujących w każdym korzeniu stwierdzono, że najwięcej, bo aż cztery korzenie zawierały cieśni w konfiguracji **II-II-II-II**. W pozostałych 8 korzeniach konfiguracje nie powtarzały się, i w każdym korzeniu stwierdzono inną sekwencję typów cieśni: **II-III-III-III**, **I-II-II-II**, **III-III-II-II**, **I-I-I-I**, **III-I-I-II**, **I-I-II-II**, **III-II-II-I**, **III-III-III-III**. We wszystkich badanych konfiguracjach, cieśni występowały bezpośrednio po sobie, w kolejnych odległościach od apexu. Najwięcej, bo aż 9 konfiguracji rozpoczynało się w odległości 3mm od apexu. Dwie konfiguracje rozpoczynały się w odległości 1mm, i tylko jedna w odległości 2mm od wierzchołka korzenia (Tab. 10).

Wśród 8 korzeni, z których każdy posiadał w badanym przebiegu po 5 cieśni, stwierdzono obecność wszystkich czterech badanych typów cieśni (I, II, III, IV). Analizując występujące po sobie poszczególne typy cieśni okazało się, że w każdym korzeniu znajdowała się niepowtarzająca się ich konfiguracja (**II-I-I-II-II**, **IV-I-I-I-I**, **III-III-III-III-III**, **II-I-III-II-II**, **I-I-II-I-I**, **II-I-I-III-II**, **I-II-II-II-II**, **III-II-II-II-II**). We wszystkich badanych sekwencjach, cieśni występowały bezpośrednio po sobie, w kolejnych odległościach od wierzchołka korzenia. Największa ich liczba, bo występująca aż w 7 korzeniach, rozpoczynała się w odległości 2mm od apexu. Tylko w jednym korzeniu konfiguracja miała swój początek w odległości 1mm od wierzchołka, i była to sekwencja **III-III-III-III-III** (Tab. 10).

Analizując 5 korzeni, w których na każdej z sześciu badanych odległości od wierzchołka występowały cieśni, stwierdzono obecność typu I, II i III w różnych konfiguracjach. W badanych korzeniach nie stwierdzono typu IV cieśni. Sekwencje nie powtarzały się, i były następujące: **I-I-I-I-I-I**, **II-III-II-II-II-II**, **I-II-II-II-I-I**, **II-II-III-III-III-III**, **III-II-II-II-II-II** (Tab. 10).

Podsumowując dane zawarte w Tab. 10 można także stwierdzić, że na 53 korzenie zawierające cieśń, w 5 korzeniach stwierdzono cieśń pojedynczą, natomiast w pozostałych 48 korzeniach, w badanej odległości 6mm od wierzchołka korzenia, lokalizowano dwie, lub większą liczbę cieśni. Spośród tych 48 korzeni z dwiema lub większą liczbą cieśni międzykanałowych, w 20 korzeniach znajdowały się konfiguracje cieśni tego samego typu, w 28 korzeniach stwierdzono konfiguracje mieszane. Sekwencje zawierające tylko typ I cieśni wystąpiły w 8 korzeniach, (co stanowiło 40% przypadków wśród korzeni z takim samym typem cieśni międzykanałowej) i były to następujące konfiguracje typów cieśni: **I-I** (4 korzenie), **I-I-I** (2 korzenie), **I-I-I-I** (1 korzeń), oraz **I-I-I-I-I-I** (1 korzeń). Sekwencje zawierające tylko typ II cieśni stwierdzono w 9 korzeniach (45% przypadków wśród korzeni z jednakowym typem cieśni), i były to konfiguracje: **II-II** (4 korzenie), **II-II-II** (1 korzeń), oraz **II-II-II-II** (4 korzenie). Sekwencje zawierające tylko typ III cieśni zlokalizowano w 3 korzeniach (15% przypadków wśród korzeni z takim samym typem cieśni), i były to konfiguracje: **III-III** (1 korzeń), **III-III-III-III** (1 korzeń), oraz **III-III-III-III-III** (1 korzeń). Nie stwierdzono żadnej konfiguracji złożonej wyłącznie z typu IV cieśni międzykanałowej. Jak wspomniano wcześniej, w pozostałych 28 korzeniach konfiguracje typów cieśni były mieszane (Tab. 10).

Dla lepszego zobrazowania omawianych wyników, na Ryc. 30 przedstawiono dane dotyczące odsetka występowania w korzeniach: cieśni pojedynczych, konfiguracji zawierających wyłącznie takie same typy cieśni międzykanałowych (typu I lub II lub III), oraz konfiguracji mieszanych. Cieśń pojedynczą, (czyli jeden preparat z cieśnią w korzeniu) stwierdzono w 9,4% analizowanych korzeni. Wśród konfiguracji cieśni mnogich z tym samym typem cieśni, zlokalizowano 15,1% korzeni zawierających wyłącznie sekwencje z typem I cieśni, 17% korzeni zawierających konfiguracje wyłącznie z typem II cieśni, i tylko 5,7% korzeni posiadających w badanym przebiegu sekwencje wyłącznie z typem III cieśni międzykanałowej. Pozostałe 52,8% korzeni zawierało mieszane konfiguracje typów cieśni.

Tab. 10 Zestawienie danych dotyczących każdego z 53 korzeni 47 zębów, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych, w zależności od liczby przekrojów z cieśnią występujących w każdym korzeniu, z uwzględnieniem typu cieśni i miejsca jej lokalizacji

Ip	Badany ząb			Badany korzeń			Cieśń typu I, II, III lub IV, zlokalizowana w określonej odległości od wierzchołka danego korzenia:						
	Nr badanego zęba wg dokumentacji	Długość zęba (mm)	Rodzaj zęba	Typ korzenia	Długość korzenia (mm)	Liczba przekrojów z cieśnią w danym korzeniu (n)	1mm od apexu	2mm od apexu	3mm od apexu	4mm od apexu	5mm od apexu	6mm od apexu	
1.	27	16	górny trzonowiec	drugi		10	1	brak	brak	brak	brak	Typ I	
2.	19	13	górny trzonowiec	drugi		8	1	brak	brak	Typ I	brak	brak	
3.	8	17	górny trzonowiec	drugi		12	1	brak	brak	brak	brak	Typ II	
4.	161	15	górny trzonowiec	drugi		9	1	brak	brak	Typ I	brak	brak	
5.	34	18	dolny trzonowiec	pierwszy		14	1	Typ I	brak	brak	brak	brak	
6.	236	17	dolny trzonowiec	pierwszy		12	2	brak	brak	brak	Typ II	Typ I	
7.	230	16	dolny trzonowiec	pierwszy		10	2	Typ I	Typ I	brak	brak	brak	
8.	158	17	dolny trzonowiec	pierwszy		12	2	brak	brak	Typ II	Typ II	brak	
9.	45	19	dolny trzonowiec	pierwszy		15	2	Typ I	Typ I	brak	brak	brak	
10.	238	15	dolny trzonowiec	pierwszy		10	2	brak	Typ II	Typ III	brak	brak	
11.	601	20	górny przedtrzonowiec			15	2	brak	brak	Typ II	Typ II	brak	
12.	100	17	górny przedtrzonowiec			12	2	brak	brak	Typ II	Typ II	brak	
13.	97	17	górny przedtrzonowiec			14	2	brak	brak	brak	brak	Typ III	
14.	24	20	górny trzonowiec	pierwszy		16	2	brak	brak	brak	brak	Typ I	
15.	22	20	górny trzonowiec	pierwszy		16	2	brak	brak	brak	brak	Typ I	

Tab. 10	Nr badanego zęba wg dokumentacji	Badany ząb			Badany korzeń			Cieśń typu I, II, III lub IV, zlokalizowana w określonej odległości od wierzchołka danego korzenia:					
		Długość zęba (mm)	Rodzaj zęba		Typ korzenia	Długość korzenia (mm)	Liczba przekrojów z cieśnią w danym korzeniu (n)	1mm od apexu	2mm od apexu	3mm od apexu	4mm od apexu	5mm od apexu	6mm od apexu
16.	123	16	górny	trzonowiec	drugi	pojedynczy	2	brak	brak	brak	brak	Typ II	Typ II
17.	37	19	dolny	trzonowiec	pierwszy	dalszy	3	brak	brak	brak	Typ II	Typ I	Typ I
18.	232	19	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	3	brak	brak	brak	Typ I	Typ II	Typ II
19.	159	15	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	3	brak	Typ III	Typ II	Typ I	brak	brak
20.	54	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	3	brak	brak	Typ I	Typ II	Typ II	brak
21.	51	14	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	3	Typ I	Typ I	brak	brak	Typ I	brak
22.	37	19	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	3	brak	brak	brak	Typ I	Typ I	Typ I
23.	622	17	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	3	brak	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ II
24.	402	20	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	3	brak	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ I
25.	25	18	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	3	brak	brak	brak	Typ IV	Typ IV	Typ III
26.	23	19	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	3	brak	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ I
27.	124	14	górny	trzonowiec	drugi	pojedynczy	3	brak	brak	brak	Typ II	Typ III	Typ II
28.	227	16	górny	trzonowiec	drugi	policzkowy bliższy	3	brak	Typ II	Typ I	Typ I	brak	brak
29.	239	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	4	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II
30.	53	19	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	4	brak	brak	Typ II	Typ III	Typ III	Typ III
31.	44	18	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	4	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II
32.	43	20	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	4	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II

Ip	Nr badanego zęba wg dokumentacji	Badany ząb			Badany korzeń			Cieśń typu I, II, III lub IV, zlokalizowana w określonej odległości od wierzchołka danego korzenia:					
		Długość zęba (mm)	Rodzaj zęba		Typ korzenia	Długość korzenia (mm)	Liczba przekrojów z cieśnią w danym korzeniu (n)	1mm od apexu	2mm od apexu	3mm od apexu	4mm od apexu	5mm od apexu	6mm od apexu
33.	40	20	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	4	brak	brak	Typ I	Typ II	Typ II	Typ II
34.	158	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	dalszy	4	brak	brak	Typ III	Typ III	Typ II	Typ II
35.	2	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	dalszy	4	Typ I	Typ I	Typ I	Typ I	brak	brak
36.	21	17	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	4	brak	brak	Typ III	Typ I	Typ I	Typ II
37.	10	19	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	4	brak	brak	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II
38.	5	18	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	4	brak	Typ I	Typ I	Typ II	Typ II	brak
39.	229	15	górny	trzonowiec	drugi	policzkowy	4	brak	brak	Typ III	Typ II	Typ II	Typ I
40.	87	16	górny	przedtrzonowiec		pojedynczy	4	Typ III	Typ III	Typ III	Typ III	brak	brak
41.	238	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	dalszy	5	brak	Typ II	Typ I	Typ I	Typ II	Typ II
42.	230	20	dolny	trzonowiec	pierwszy	dalszy	5	brak	Typ IV	Typ I	Typ I	Typ I	Typ I
43.	2	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	5	Typ III	Typ III	Typ III	Typ III	Typ III	brak
44.	29	14	górny	trzonowiec	drugi	policzkowy bliższy	5	brak	Typ II	Typ I	Typ III	Typ II	Typ II
45.	14	16	górny	trzonowiec	drugi	policzkowy bliższy	5	brak	Typ I	Typ I	Typ II	Typ I	Typ I
46.	7	18	górny	trzonowiec	drugi	policzkowy	5	brak	Typ II	Typ I	Typ I	Typ III	Typ II
47.	121	15	górny	trzonowiec	drugi	pojedynczy	5	brak	Typ I	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II
48.	401	18	górny	trzonowiec	pierwszy	policzkowy bliższy	5	brak	Typ III	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II
49.	235	17	dolny	trzonowiec	pierwszy	bliższy	6	Typ I	Typ I	Typ I	Typ I	Typ I	Typ I

		Badany ząb		Badany korzeń			Cieśń typu I, II, III lub IV, zlokalizowana w określonej odległości od wierzchołka danego korzenia:						
Ip	Nr badanego zęba wg dokumentacji	Rodzaj zęba		Typ korzenia	Długość korzenia (mm)	Liczba przekrojów z cieśnią w danym korzeniu (n)	1mm od apexu	2mm od apexu	3mm od apexu	4mm od apexu	5mm od apexu	6mm od apexu	
		Długość zęba (mm)											
50.	231	16	dolny trzonowiec	pierwszy	blizszy	13	6	Typ II	Typ III	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II
51.	236	18	dolny trzonowiec	pierwszy	dalszy	12	6	Typ I	Typ II	Typ II	Typ II	Typ I	Typ I
52.	1	19	górny trzonowiec	drugi	policzkowy	14	6	Typ II	Typ II	Typ II	Typ III	Typ III	Typ III
53.	94	21	górny przedtrzonowiec		pojedynczy	16	6	Typ III	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II	Typ II

Liczba badanych zębów z cieśnią ogółem: 47

Średnia długość zębów (mm): $x \pm SD = 17,3 \pm 1,9$

Liczba badanych korzeni z cieśnią ogółem: 53

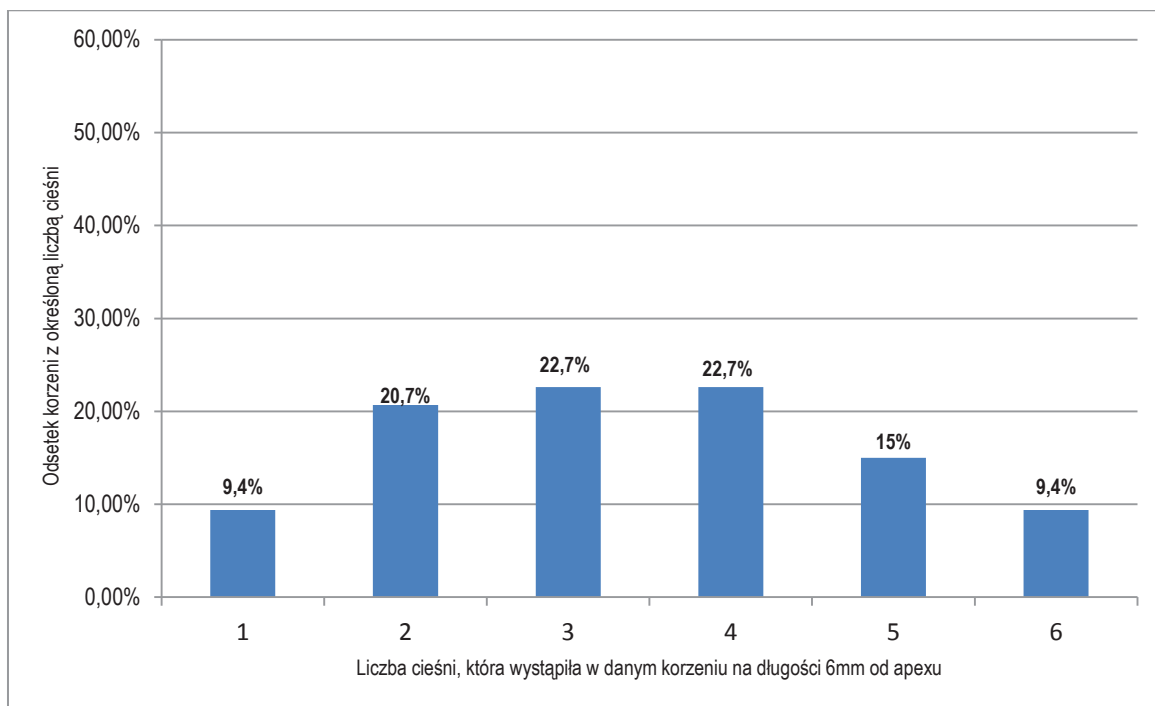
Średnia długość korzeni (mm): $x \pm SD = 12,5 \pm 3,4$

Średnia liczba cieśni w korzeniu: $x \pm SD = 3,4 \pm 1,5$

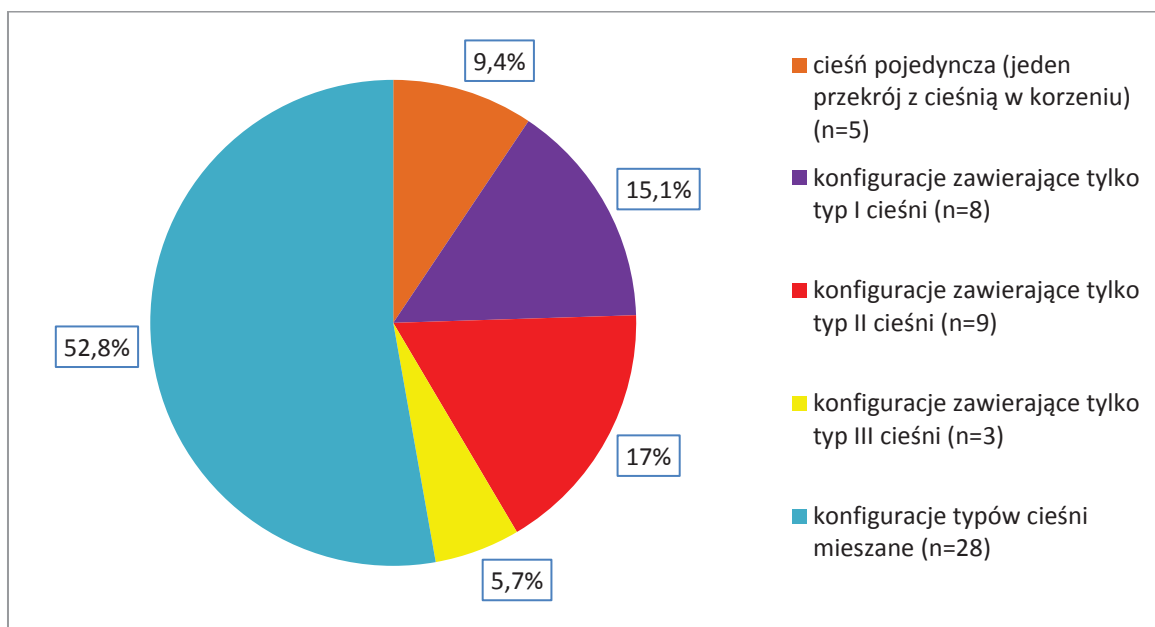
Korelacja Spearmana pomiędzy długością korzenia, a liczbą przekrojów z cieśnią stwierdzoną w jednym korzeniu: **nieistotna**

Typ cieśni wg klasyfikacji Kim i wsp. [27]:

- Typ I
- ledwie zauważalne połączenie pomiędzy dwoma kanałami -cieśń niekompletna;
- Typ II
- wyraźne połączenie pomiędzy dwoma kanałami - cieśń kompletna;
- Typ III
- bardzo krótka cieśń kompletna;
- Typ IV
- niekompletna lub kompletna cieśń pomiędzy trzema kanałami zęba;



Ryc. 29 Zestawienie procentowe korzeni z określoną liczbą cieśni (dla n=53 korzenie z cieśnią)



Ryc. 30 Rozkład ilustrujący występowanie w korzeniach cieśni pojedynczych oraz w przypadku cieśni mnogich, konfiguracji zawierających wyłącznie takie same typy cieśni międzykanałowych (tylko typu I, II lub III), a także konfiguracji mieszanych, z wszystkimi typami cieśni (n=53 korzenie z cieśnią)

4.2.7. Zestawienie wyników dotyczących długości korzeni i liczby cieśni występujących w korzeniach z uwzględnieniem podziałów na: zęby górne i dolne, zęby przedtrzonowe i trzonowe, zęby trzonowe górne i dolne, oraz zęby trzonowe górne pierwsze i górne drugie

Porównanie zębów górnych i zębów dolnych

Na Ryc. 31 i w Tab. 11 zestawiono wyniki dotyczące liczby cieśni występujących w korzeniach zębów na badanym odcinku 6mm od apexu, z uwzględnieniem podziału na zęby górne i zęby dolne.

Na Ryc. 31 przedstawiono odsetek korzeni zębów górnych i dolnych z określoną liczbą cieśni występujących na przebiegu 6mm od apexu. Przedstawione dane wskazują, że 14,3% korzeni zębów górnych i tylko 4% korzeni zębów dolnych zawierało jedną cieśń międzykanałową w badanym przebiegu. W przypadku występowania dwóch cieśni dotyczyło to już 21,4% korzeni zębów górnych, oraz 20% korzeni zębów dolnych. Po trzy cieśni międzykanałowe stwierdzono w 21,4% korzeni zębów górnych i 24% korzeni zębów dolnych, a po cztery cieśni w 17,9% korzeni zębów górnych i w 28% korzeni zębów dolnych. Po pięć cieśni międzykanałowych stwierdzono w 17,9% korzeni zębów górnych i w 12% korzeni zębów dolnych. Po sześć cieśni międzykanałowych zlokalizowano w 7,1% korzeni zębów górnych i w 12% korzeni zębów dolnych. Z danych przedstawionych na Ryc. 31 wynika, że korzenie zawierające po 1 i po 5 preparatów z cieśnią znacznie częściej występowały w zębach górnych, natomiast korzenie zawierające po 4 i po 6 preparatów z cieśnią częściej lokalizowano w zębach dolnych.

W Tab. 11 porównano dane dotyczące średniej liczby cieśni występujących w korzeniach zębów górnych i korzeniach zębów dolnych. Stwierdzono, że średnia liczba cieśni w korzeniach zębów górnych wynosiła $3,2 \pm 1,5$, natomiast w korzeniach zębów dolnych było to średnio $3,6 \pm 1,4$. Występująca różnica nie była istotna statystycznie. Różnic istotnych statystycznie nie stwierdzono również pomiędzy badaną średnią długością korzeni zębów górnych i zębów dolnych, która wynosiła odpowiednio $12,4 \pm 2,6\text{mm}$ i $12,7 \pm 2,2\text{mm}$. Nie odnotowano również istotnej statystycznie korelacji pomiędzy długością korzeni a liczbą cieśni w nich występujących zarówno w korzeniach zębów górnych jak i dolnych (korelacja Spearmana).

Porównanie zębów przedtrzonowych i zębów trzonowych

Na Ryc. 32 i w Tab. 12 zestawiono wyniki dotyczące liczby cieśni występujących w korzeniach zębów na badanym odcinku 6mm od apexu, z uwzględnieniem podziału na zęby przedtrzonowe i zęby trzonowe.

Na Ryc. 32 przedstawiono odsetek korzeni zębów przedtrzonowych i zębów trzonowych z określoną liczbą cieśni występujących na przebiegu 6mm od wierzchołka korzenia. Przedstawione dane wskazują, że wszystkie korzenie, które zawierały po jednej cieśni (10,4% korzeni), po trzy cieśni (25% korzeni) lub po pięć cieśni (16,7% korzeni), należały wyłącznie do korzeni zębów trzonowych. W przypadku występowania dwóch cieśni, stwierdzono je w

60% korzeni zębów przedtrzonowych i w 16,7% korzeni zębów trzonowych. Po cztery przekroje z cieśnią zlokalizowano natomiast w 20% korzeni zębów przedtrzonowych, i w 22,9% korzeni zębów trzonowych. Po 6 preparatów z cieśnią stwierdzono w 20% korzeni zębów przedtrzonowych i w 8,3% korzeni zębów trzonowych. Z danych przedstawionych na Ryc. 32 wynika, że nie było żadnego korzenia w grupie zębów przedtrzonowych, który zawierałby w swoim przebiegu jeden, trzy lub pięć przekrojów z cieśnią międzykanałową. Natomiast analizując korzenie z grupy zębów trzonowych można stwierdzić, że najczęściej korzeni tych zębów zawierało 3 lub 4 preparaty z cieśnią, a najmniej korzeni jeden lub 6 preparatów z cieśnią.

W Tab. 12 porównano dane dotyczące średniej liczby cieśni występujących w korzeniach zębów przedtrzonowych i korzeniach zębów trzonowych. Stwierdzono, że średnia liczba cieśni w korzeniach zębów przedtrzonowych wynosiła $3,2 \pm 1,8$, natomiast w zębach trzonowych było to średnio $3,4 \pm 1,4$. Występująca różnica nie była istotna statystycznie. Różnic istotnych statystycznie nie odnotowano także pomiędzy średnią długością korzeni zębów przedtrzonowych i korzeni zębów trzonowych, która wynosiła odpowiednio $13,4 \pm 2,4\text{mm}$ i $12,4 \pm 2,4\text{mm}$. Nie stwierdzono również istotnej statystycznie korelacji pomiędzy długością korzeni a liczbą cieśni w nich występujących zarówno w zębach przedtrzonowych jak i trzonowych (korelacja Spearmana).

Porównanie zębów trzonowych górnych i zębów trzonowych dolnych

Na Ryc. 33 i w Tab. 13 zestawiono wyniki dotyczące liczby cieśni występujących w korzeniach zębów na badanym odcinku 6mm od apexu, z uwzględnieniem podziału na zęby trzonowe górne i zęby trzonowe dolne.

Na Ryc. 33 przedstawiono odsetek korzeni zębów trzonowych górnych i trzonowych dolnych z określoną liczbą cieśni występujących na przebiegu 6mm od wierzchołka korzenia. Przedstawione dane wskazują, że jeden preparat z cieśnią występował w 17,4% korzeni zębów trzonowych górnych i tylko w 4% korzeni zębów trzonowych dolnych. W przypadku występowania dwóch cieśni dotyczyło to już 13% badanych korzeni zębów trzonowych górnych i 20% korzeni zębów trzonowych dolnych. Po trzy cieśni znajdowały się w 26,1% korzeni zębów trzonowych górnych i w 24% korzeni zębów trzonowych dolnych, natomiast po cztery cieśni stwierdzono w 17,4% korzeni zębów trzonowych górnych oraz w 28% korzeni zębów trzonowych dolnych. Po pięć cieśni stwierdzono w 21,7% korzeni zębów trzonowych górnych, a tylko w 12% korzeni zębów trzonowych dolnych. Po 6 preparatów z cieśnią międzykanałową stwierdzono w 4,4% korzeni zębów trzonowych górnych i w 12% korzeni zębów trzonowych dolnych. Z danych zawartych na Ryc.33 wynika, że korzenie zawierające po 1 i po 5 preparatów z cieśnią częściej występowały w zębach trzonowych górnych, a korzenie zawierające po 2, 4 i po 6 przekrojów z cieśnią stwierdzano częściej w zębach trzonowych dolnych.

W Tab. 13 porównano dane dotyczące średniej liczby cieśni występujących w korzeniach zębów trzonowych górnych i korzeni zębów trzonowych dolnych. Stwierdzono, że średnia liczba cieśni w korzeniach zębów trzonowych górnych wynosiła $3,3 \pm 1,5$, natomiast w zębach trzonowych dolnych było to średnio $3,6 \pm 1,4$. Występująca różnica nie była istotna statystycznie. Różnic istotnych statystycznie nie stwierdzono również pomiędzy średnią długością korzeni zębów trzonowych górnych i korzeni zębów trzonowych dolnych, które wynosiły odpowiednio $12,2 \pm 2,6\text{mm}$ i $12,7 \pm 2,2\text{mm}$. Nie odnotowano również istotnej statystycznie korelacji pomiędzy długością korzeni a liczbą cieśni w nich występujących zarówno w korzeniach zębów trzonowych górnych jak i trzonowych dolnych (korelacja Spearmana).

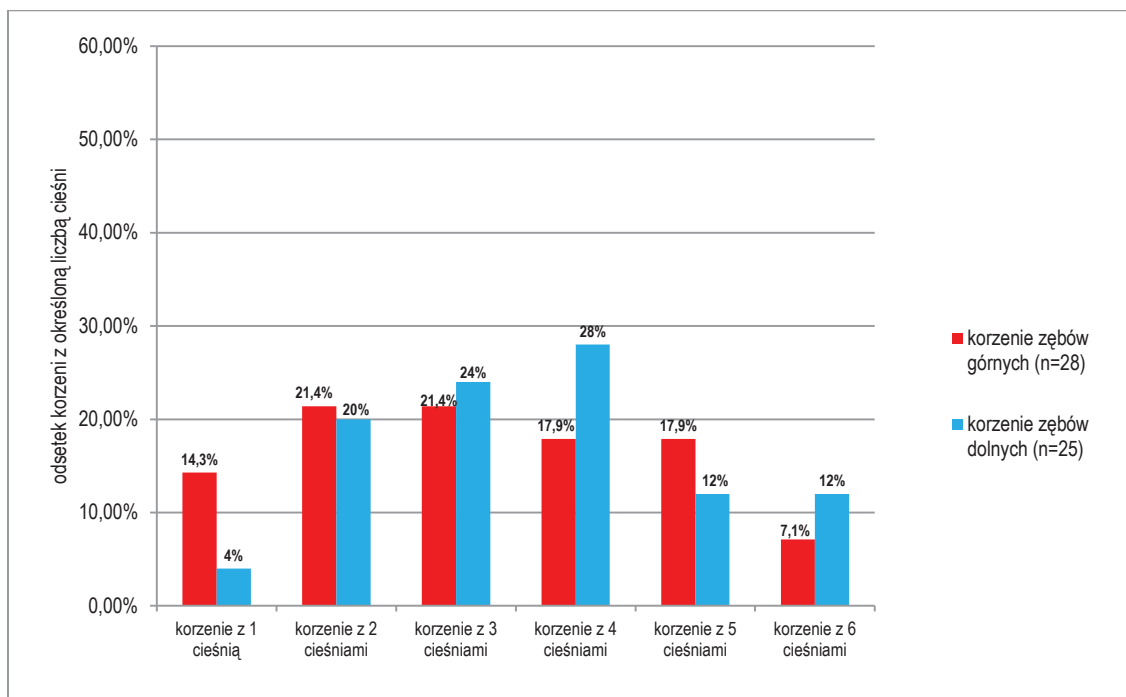
Porównanie zębów trzonowych górnych pierwszych i zębów trzonowych górnych drugich

Na Ryc. 34 i w Tab. 14 zestawiono wyniki dotyczące liczby cieśni występujących w korzeniach zębów na badanym odcinku 6mm od apexu, z uwzględnieniem podziału na zęby trzonowe górne pierwsze i zęby trzonowe górne drugie.

Na Ryc.34 przedstawiono odsetek korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych i trzonowych górnych drugich, z określoną liczbą cieśni występujących na przebiegu 6mm od wierzchołka korzenia. Przedstawione dane wskazują, że wszystkie korzenie, które zawierały po jednej cieśni (30,8% korzeni), oraz po sześć cieśni (7,7% korzeni), należały wyłącznie do korzeni zębów trzonowych górnych drugich. W przypadku występowania dwóch cieśni, stwierdzono je w 20% korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych i tylko w 7,7% korzeni zębów trzonowych górnych drugich. Po trzy cieśni zlokalizowano natomiast w 40% korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych i jedynie w 15,3% trzonowych górnych drugich. Obecność czterech cieśni międzykanałowych stwierdzono w 30% korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych, a tylko w 7,7% trzonowych górnych drugich. Natomiast po pięć cieśni znaleziono w 10% korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych oraz w 30,8% trzonowych górnych drugich. Z danych zawartych na Ryc. 34 wynika, że korzenie zawierające po 2, 3 i po 4 preparaty z cieśnią częściej występowały w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych, a korzenie zawierające po 5 przekrojów z cieśnią stwierdzano częściej w zębach trzonowych górnych drugich. Należy zaznaczyć, że nie stwierdzono żadnego korzenia w grupie zębów trzonowych górnych pierwszych, który zawierałby w swoim przebiegu po jeden lub po sześć przekrojów z cieśnią międzykanałową.

W Tab. 14 zestawiono dane dotyczące średniej liczby cieśni występujących w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych i korzeniach zębów trzonowych górnych drugich. Stwierdzono, że średnia liczba cieśni w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych wynosiła $3,3 \pm 0,9$, natomiast w zębach trzonowych górnych drugich było to średnio $3,2 \pm 1,4$. Występująca różnica nie była istotna statystycznie. Różnic istotnych statystycznie nie stwierdzono również pomiędzy badaną średnią długością korzeni zębów trzonowych górnych

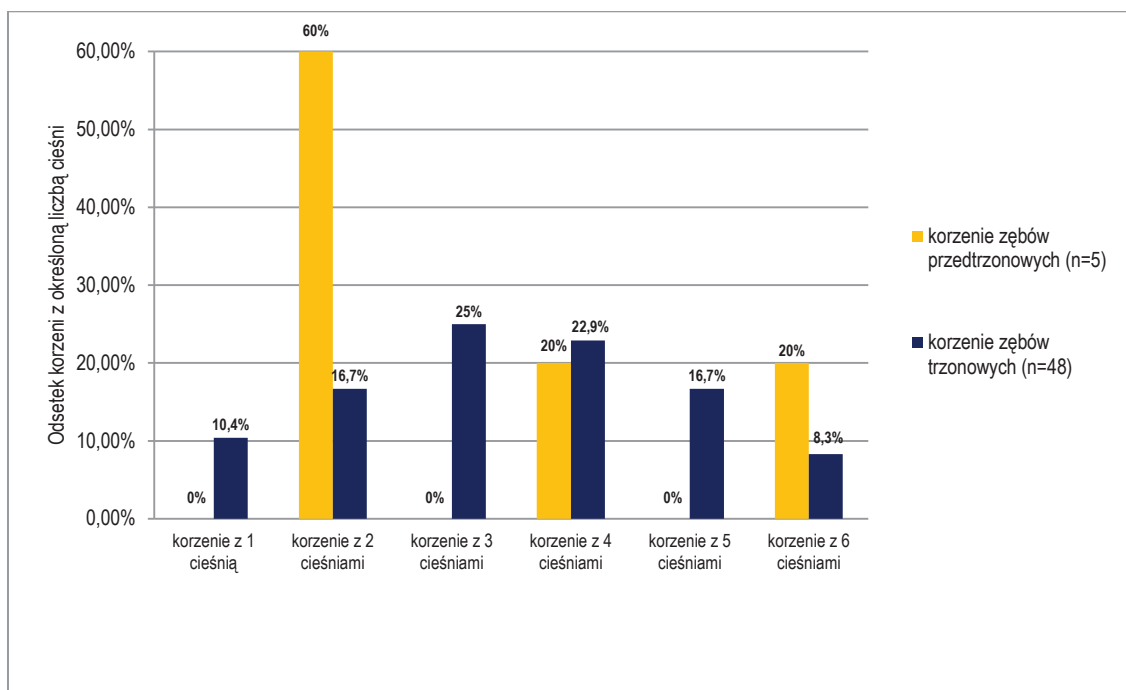
pierwszych i zębów trzonowych górnych drugich, która wynosiła odpowiednio $14,6 \pm 2,5\text{mm}$ i $10,3 \pm 2,4\text{mm}$. Nie odnotowano również istotnej statystycznie korelacji pomiędzy długością korzeni a liczbą cieśni w nich występujących zarówno w zębach trzonowych górnych pierwszych jak i trzonowych górnych drugich (korelacja Spearmana).



Ryc. 31 Zestawienie procentowe korzeni zębów górnych i dolnych w zależności od liczby cieśni występujących w danym korzeniu, na badanej długości 6mm od wierzchołka korzenia

Tab. 11 Długość korzeni i średnia liczba cieśni występująca w korzeniach zębów górnych i korzeniach zębów dolnych

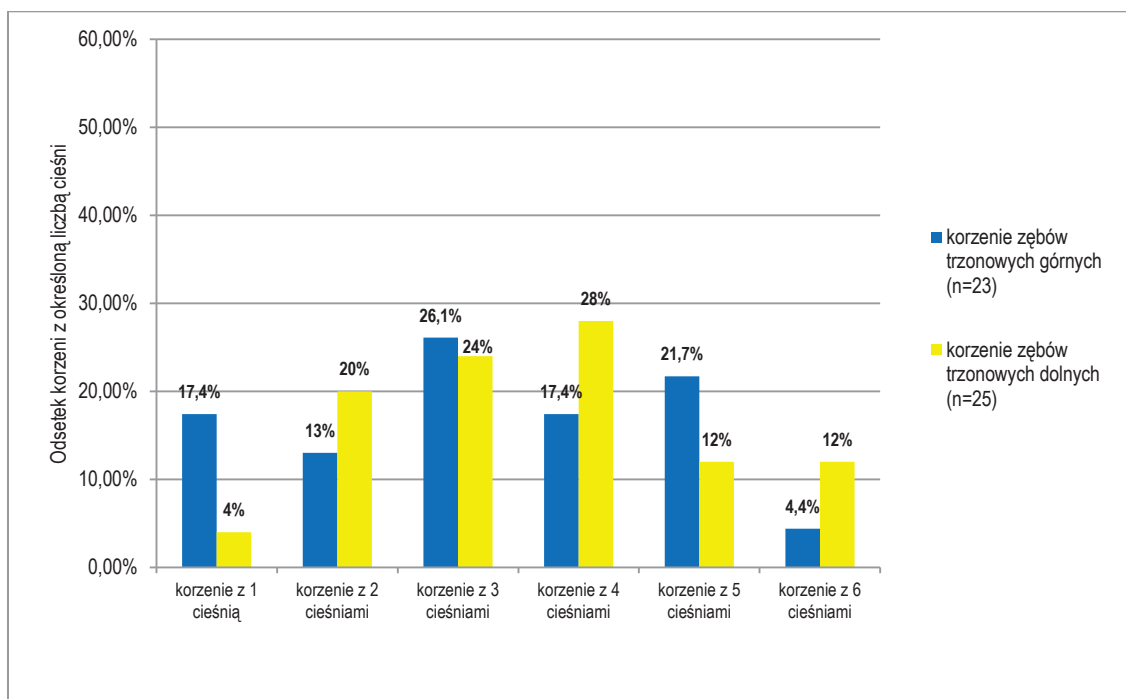
Badana grupa zębów	Liczba korzeni z cieśnią (n)	długość korzenia (mm)	Liczba cieśni w korzeniu na badanej odległości 6mm od apexu
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Zęby górne	28	12,4 $\pm$ 2,6	3,2 $\pm$ 1,5
Zęby dolne	25	12,7 $\pm$ 2,2	3,6 $\pm$ 1,4
Istotność różnic oceniana testem t-Studenta dla wartości niezależnych $p < 0,05$		NS	NS



Ryc. 32 Zestawienie procentowe korzeni zębów przedtrzonowych oraz korzeni zębów trzonowych w zależności od liczby cieśni występujących w danym korzeniu, na badanej długości 6mm od wierzchołka korzenia

Tab. 12 Długość korzeni i średnia liczba cieśni występująca w korzeniach zębów przedtrzonowych i w korzeniach zębów trzonowych

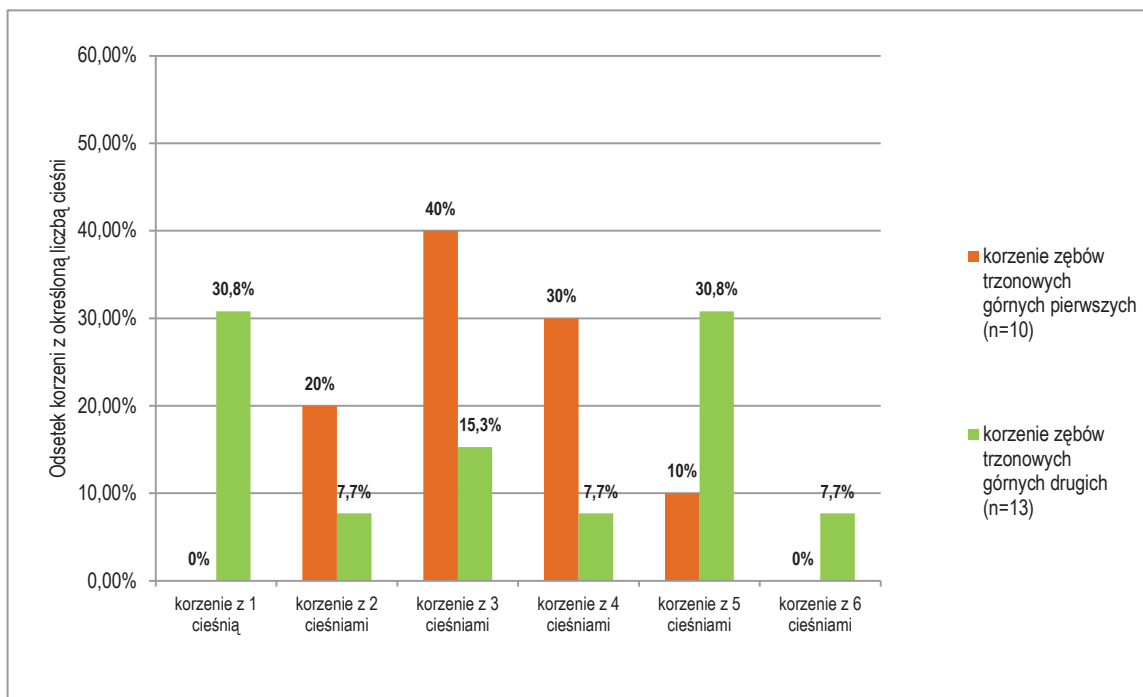
Badana grupa zębów	Liczba korzeni z cieśnią (n)	długość korzenia (mm)	Liczba cieśni w korzeniu na badanej odległości 6mm od apexu
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Zęby przedtrzonowe	5	13,4 $\pm$ 2,4	3,2 $\pm$ 1,8
Zęby trzonowe	48	12,4 $\pm$ 2,4	3,4 $\pm$ 1,4
Istotność różnic oceniana testem t-Studenta dla wartości niezależnych $p < 0,05$		NS	NS



Ryc. 33 Zestawienie procentowe korzeni zębów trzonowych górnych oraz korzeni zębów trzonowych dolnych w zależności od liczby cieśni występujących w danym korzeniu, na badanej długości 6mm od wierzchołka korzenia

Tab. 13 Długość korzeni i średnia liczba cieśni występująca w korzeniach zębów trzonowych górnych i w korzeniach zębów trzonowych dolnych

Badana grupa zębów	Liczba korzeni z cieśnią (n)	długość korzenia (mm)	Liczba cieśni w korzeniu na badanej odległości 6mm od apexu
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Zęby trzonowe górne	23	12,2 $\pm$ 2,6	3,3 $\pm$ 1,5
Zęby trzonowe dolne	25	12,7 $\pm$ 2,2	3,6 $\pm$ 1,4
Istotność różnic oceniana testem t-Studenta dla wartości niezależnych $p < 0,05$		NS	NS



Ryc. 34 Zestawienie procentowe korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych oraz korzeni zębów trzonowych górnych drugich w zależności od liczby cieśni występujących w danym korzeniu, na badanej długości 6mm od wierzchołka korzenia

Tab. 14 Długość korzeni i średnia liczba cieśni występująca w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych i w korzeniach zębów trzonowych górnych drugich

Badana grupa zębów	Liczba korzeni z cieśnią (n)	długość korzenia (mm)	Liczba cieśni w korzeniu na badanej odległości 6mm od apexu
		$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Zęby trzonowe górne pierwsze	10	14,6±2,5	3,3±0,9
Zęby trzonowe górne drugie	13	10,3±2,4	3,2±1,4
Istotność różnic oceniana testem t-Studenta dla wartości niezależnych $p < 0,05$		NS	NS

4.3. Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych diagnozowanych na podstawie zdjęć RVG zębów w porównaniu do danych uzyskanych z analizy preparatów wykonanych z korzeni zębów.

Tab. 15 zawiera dane dotyczące występowania cieśni międzykanałowych, których obecność stwierdzono na podstawie analizy zdjęć RVG zębów (wykonanych w 4 projekcjach), w odniesieniu do rodzaju badanych zębów i korzeni. Badaniom RVG poddano 154 korzenie pochodzące z 83 zębów. Na podstawie analizy zdjęć stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych tylko w sześciu korzeniach (3,9%). W pozostałych 148 korzeniach (96,1%), badanie radiologiczne nie wykazało występowania cieśni międzykanałowych (Tab. 15). Należy zaznaczyć, że na podstawie analizy wyłącznie zdjęć RVG, nie było możliwe ustalenie typu cieśni, a jedynie stwierdzenie jej obecności, lub braku. Natomiast jak wynika z wcześniej omówionej Tab. 2, wyniki analizy preparatów wykonanych ze 154 korzeni wykazały obecność cieśni międzykanałowej w 53 korzeniach co stanowiło 33,7% wszystkich badanych korzeni. Porównując powyższe dane można stwierdzić, że wykrywalność cieśni w korzeniach metodą radiowizjografii w porównaniu do ich rzeczywistego występowania na badanej odległości 6mm od apexu, była jak **1 : 8,6**.

W Tab.16 przedstawiono wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych (z uwzględnieniem typu cieśni), w preparatach wykonanych z sześciu korzeni pochodzących z sześciu różnych zębów, w których badaniem radiologicznym stwierdzono występowanie cieśni. Były to trzy korzenie policzkowe bliższe trzech zębów trzonowych górnych pierwszych, dwa korzenie bliższe dwóch zębów trzonowych dolnych pierwszych, i jeden korzeń dalszy zęba trzonowego dolnego pierwszego. Analiza wykonanych z tych korzeni preparatów potwierdziła diagnozę radiologiczną. W każdym z 6 korzeni stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych, które występowały w różnej odległości od wierzchołków korzeni zębów. Najczęściej były to cieśni typu II, a następnie typu III albo typu I.

Na Ryc. 35 przedstawiono przykładowe zdjęcie RVG zęba trzonowego górnego pierwszego (nr badanego zęba 21) wykonane w projekcji policzkowej, z zaznaczeniem cieśni międzykanałowych, które zlokalizowano w korzeniu policzkowym bliższym badanego zęba. Natomiast na Ryc. 36ABCDEF przedstawiono dokumentację fotograficzną przekrojów wykonanych z korzenia policzkowego bliższego tego zęba. Przedstawione przekroje wykonano w odległości 1, 2, 3, 4, 5 i 6mm od apexu. Na Ryc. 36AB przedstawiono preparaty wykonane z korzenia policzkowego bliższego zęba trzonowego górnego pierwszego w odległości odpowiednio 1mm (A) i 2mm (B) od apexu. W obu lokalizacjach nie stwierdzono występowania cieśni międzykanałowych. Na Ryc. 36C przedstawiono przekrój korzenia wykonany w odległości 3mm od wierzchołka, w którym stwierdzono występowanie typu III cieśni międzykanałowej, czyli bardzo krótkiej kompletnej cieśni. Na Ryc. 36D przedstawiono preparat wykonany z korzenia w odległości 4mm od apexu, na którym widoczna jest cieśń typu

I, czyli ledwo zauważalne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba (cieśń niekompletna). Na Ryc. 36E przedstawiono przekrój korzenia wykonany w odległości 5mm od wierzchołka, na którym widoczna jest również cieśń typu I. Natomiast na Ryc.36F przedstawiono przekrój korzenia wykonany w odległości 6mm od apexu, na którym widoczna jest cieśń międzykanałowa typu II, czyli wyraźne połączenie między dwoma kanałami zęba (cieśń kompletna).

Tab. 15 Zestawienie zębów i korzeni, w których stwierdzono cieśni międzykanałowe na podstawie analizy zdjęć RVG zębów wykonanych w czterech projekcjach.

Liczba badanych zębów (n)	Liczba zębów, w których stwierdzono cieśni na podstawie zdjęć RVG (n)	Liczba badanych korzeni (n)	Wyniki badania RVG w 4 projekcjach:	
			Liczba korzeni, w których stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych w badaniu RVG (n)	Liczba korzeni, w których nie stwierdzono obecności cieśni międzykanałowych w badaniu RVG (n)
83	6	154 (100%)	6 (3,9)	148 (96,1%)

Tab. 16 Wyniki dotyczące występowania cieśni międzykanałowych (z uwzględnieniem typu cieśni i lokalizacji), w preparatach wykonanych z korzeni zębów, w których badaniem radiologicznym stwierdzono obecność cieśni międzykanałowych.

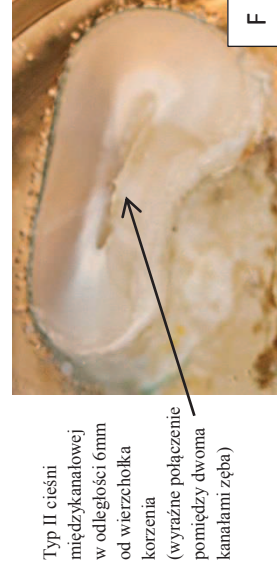
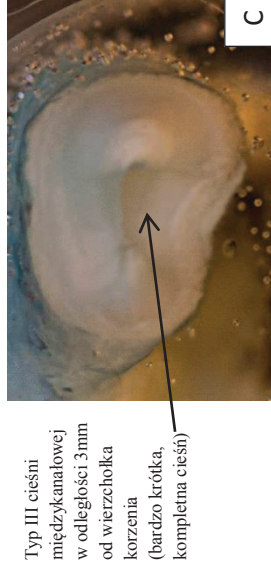
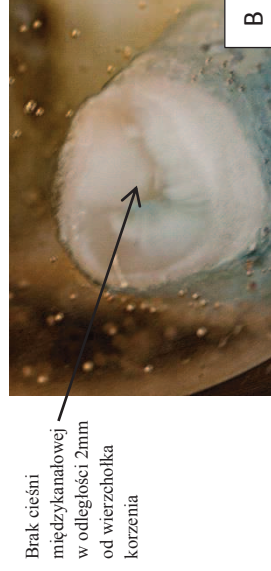
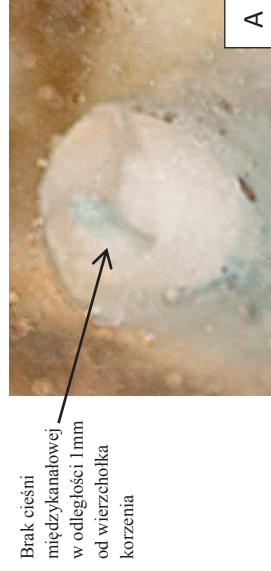
Liczba zębów, w których stwierdzono cieśń w badaniu RVG (n)	Liczba korzeni, w których stwierdzono cieśń w badaniu RVG (n)	Odległość od wierzchołka korzenia zęba (mm)	Występowanie cieśni międzykanałowej z uwzględnieniem jej typu, w preparatach wykonanych z korzeni zębów, w których stwierdzono obecność cieśni na zdjęciach RVG					
			Korzeń policzkowy bliższy zęba trzonowego pierwszego górnego (nr badanego zęba: 10)	Korzeń policzkowy bliższy zęba trzonowego pierwszego górnego (nr badanego zęba 21)	Korzeń policzkowy bliższy zęba trzonowego pierwszego górnego (nr badanego zęba 23)	Korzeń bliższy zęba trzonowego dolnego (nr badanego zęba 02)	Korzeń bliższy zęba trzonowego pierwszego dolnego (nr badanego zęba 53)	Korzeń dalszy zęba trzonowego pierwszego dolnego (nr badanego zęba 45)
6	6	1mm	brak	brak	brak	Typ III	brak	Typ I
		2mm	brak	brak	brak	Typ III	brak	Typ I
		3mm	Typ II	Typ III	brak	Typ III	Typ II	brak
		4mm	Typ II	Typ I	Typ II	Typ III	Typ III	brak
		5mm	Typ II	Typ I	Typ II	Typ III	Typ III	brak
		6mm	Typ II	Typ II	Typ I	brak	Typ III	brak



Strzałka wskazuje miejsca w korzeniu bliższym zęba trzonowego górnego pierwszego, w których stwierdzono w badaniu RVG, (a następnie potwierdzono za pomocą analizy wykonanych preparatów z korzeni), występowanie cieśni międzykanałowych.

Cieśń stwierdzona na podstawie analizy zdjęcia RVG

Ryc. 35 Przykładowe zdjęcie RVG zęba trzonowego górnego pierwszego (nr badanego zęba: 21), w projekcji policzkowej, w którym na podstawie analizy zdjęć RVG stwierdzono obecność cieśni międzykanałowej



Ryc. 36ABCDEF Dokumentacja fotograficzna przekrojów wykonanych w odległości 1, 2, 3, 4, 5 i 6mm od wierzchołka korzenia policzkowego bliższego zęba trzonowego górnego pierwszego (nr badanego zęba 21) z określeniem występowania cieśni międzykanałowych i z uwzględnieniem typu cieśni (na podstawie badania wzrokiem i zgłębnikiem)

5. DYSKUSJA

Jak już wspomniano we wstępie, autorzy badając częstość występowania cieśni w kanałach korzeniowych w różnych grupach zębowych, korzystali również z różnych metod ich wykrywania [12, 13, 16, 20, 23, 30, 33, 40, 42, 48, 49, 50, 53, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 64]. Najczęściej brano pod uwagę zęby trzonowe górne pierwsze, ze względu na bardzo skomplikowaną anatomię korzenia policzkowego bliższego [42, 50, 62, 53], zęby trzonowe dolne pierwsze [10, 16, 33, 49, 59, 64], porównywano zęby trzonowe górne pierwsze z zębami trzonowymi dolnymi pierwszymi [30, 39, 54, 61], oraz zęby trzonowe dolne pierwsze z zębami trzonowymi dolnymi drugimi [13, 20, 34, 38]. Badaniom poddawano także zęby trzonowe pierwsze i drugie górne [12, 48]. Badania Villegasa i wsp [60] dotyczyły zarówno zębów przedtrzonowych górnych, jak i zębów trzonowych górnych i dolnych. Vertucci w swoich badaniach przeanalizował 2400 zębów ze wszystkich grup zębowych (zęby sieczne, kły, zęby przedtrzonowe i trzonowe, górne jak i dolne), w aspekcie morfologii systemu kanałów korzeniowych. Jego badania wskazywały na znaczny stopień skomplikowania poszczególnych systemów kanałowych w każdej z badanych grup zębów, jak również w poszczególnych zębach. Na podstawie uzyskanych wyników, Vertucci sformułował 8-stopniową klasyfikację kanałów korzeniowych [58], przy czym wskazując na obecność poprzecznych połączeń pomiędzy kanałami, nie analizował ich odrębnie jako cieśni.

Badania cieśni międzykanałowych prowadzone były przede wszystkim w warunkach *in vitro* (na zębach usuniętych) [12, 13, 14, 16, 20, 30, 33, 34, 38, 40, 42, 43, 48, 49, 50, 53, 54, 58, 59, 60, 62, 64]. Jedynie von Arx prowadził badania *in vivo*, podczas wykonywania zabiegów resekcji korzeni zębów trzonowych pierwszych górnych i dolnych, oceniając powstałą po odcięciu wierzchołka powierzchnię korzenia, w kierunku której śródzabiegowo wprowadzał endoskop [61]. W badaniach *in vitro*, autorzy stosowali do wykrywania cieśni międzykanałowych m.in. konwencjonalne badanie RTG [42], mikrotomografię komputerową [14, 25, 33, 38, 40, 44, 50, 59, 64], cięcie poprzeczne zębów na różnych odległościach od wierzchołka korzenia [12, 13, 30, 34, 53, 62] oraz metodę *clearing technique*, polegającą na uwidocznieniu systemu kanałów korzeniowych dzięki wstrzykniętemu do jego wnętrza barwnikowi, po uprzedniej dekalcyfikacji ścian korzenia [10, 20, 48, 58, 60]. Interesującą metodą było uwidocznienie cieśni i systemu kanałów korzeniowych poprzez wykonanie odlewów jam korzeni zębów [49]. Część badaczy wstrzykiwała barwnik do wnętrza kanałów korzeniowych [10, 20, 48, 58, 60] lub też pokrywała barwnikiem uzyskane podczas cięcia poprzecznego preparaty, aby lepiej uwidocznić struktury anatomiczne [12, 13, 30, 54, 62]. Autorzy, badając morfologię systemu kanałów korzeniowych w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych wykorzystywali lupy, mikroskopy zabiegowe, lub mikroskopy elektronowe w celu uzyskania powiększenia analizowanych struktur. W badaniach wykorzystywali różne powiększenia - od 3 do 150 razy [10, 12, 20, 30, 42, 54, 60, 61, 62] Liczebność badanych grup

zębów także była zróżnicowana i wynosiła od 10 do ponad 2400 zębów [10, 12, 14, 20, 30, 33, 38, 42, 48, 49, 50, 53, 54, 58, 60, 61, 62]. Autorzy podejmowali także próby klasyfikowania różnych konfiguracji kanałów obserwowanych w trakcie badań, uwzględniając występujące cieśni międzykanałowe, lub też tworzyli odrębne klasyfikacje cieśni międzykanałowych [12, 13, 23, 27, 42, 53, 54].

Z podstawowych założeń dotyczących leczenia endodontycznego, które są zdefiniowane w raporcie Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego (ESE) wyznaczającym standardy leczenia endodontycznego [18], wynika, że gdy miazga zęba objęta jest procesem chorobowym, podejmowane leczenie skupia się przede wszystkim na zachowaniu i ochronie zdrowia tkanek okołowierzchołkowych. Nieodwracalne procesy zapalne toczące się w żywej miazdze zęba, lub też procesy nekrotyczne powodują konieczność usunięcia miazgi w całości z całego systemu kanałów korzeniowych wraz z zakażoną zębiną. Następnie należy wypełnić na stałe cały system kanałów korzeniowych materiałem o działaniu antyseptycznym, lub też obojętnym dla tkanek okołowierzchołkowych. Jeżeli doszło do stanu zapalnego tkanek okołowierzchołkowych, leczenie ma na celu przywrócenie zdrowia tych tkanek. Zachowawcze leczenie endodontyczne w niektórych przypadkach (m. in. z powodu skomplikowanej morfologii systemu kanałów korzeniowych), może być wspomagane chirurgią endodontyczną [18, 23, 26, 53]. Ze względu na fakt, iż obecność cieśni w systemie kanałów korzeniowych może być istotnym czynnikiem utrudniającym przeprowadzenie właściwego leczenia endodontycznego - z definicji staje się problemem, który należy wziąć pod uwagę nie tylko w konwencjonalnym leczeniu kanałowym lecz także w zabiegach z zakresu chirurgii endodontycznej (m.in. w resekcji wierzchołka korzenia) [12, 23, 26, 30, 42, 53, 60, 61, 62].

W trakcie leczenia kanałowego korzeni z cieśnią, operator ma przed sobą trudne zadanie, począwszy od problemów związanych z wykryciem cieśni, poprzez znaczne utrudnienia w odnalezieniu i opracowaniu ujść kanałów jeśli cieśń występuje już w dnie komory [23], następnie trudności związanych z opracowaniem chemo-mechanicznym cieśni [9, 54] i szczelnym wypełnieniem kanałów głównych i tych poprzecznych połączeń pomiędzy nimi [9, 61]. Zdaniem niektórych autorów [60], większe znaczenie kliniczne, w aspekcie trudności w leczeniu endodontycznym, mają te cieśni, które kończą się przywierzchołkowo na ostatnich milimetrach kanału korzeniowego i posiadają połączenie z wierzchołkiem korzenia zęba. Ich zdaniem, ze względu na trudności w opracowaniu cieśni w aproksymalnej części kanału, również wypełnienie wierzchołka korzenia może być niedokładne (np. pozostawienie pustych, niewypełnionych przestrzeni). Prowadzić to może do niepowodzenia w leczeniu endodontycznym, a w konsekwencji może się okazać niezbędna interwencja chirurgiczna, np. resekcja wierzchołka korzenia, lub nawet w ekstremalnych sytuacjach ekstrakcja zęba [60]. Niewystarczające wypełnienie kanałów korzeniowych może być także spowodowane sytuacją, w której niemożliwa jest ocena, czy kanały biegnące w jednym korzeniu zęba, łączą się we

wspólny otwór wierzchołkowy, czy też kończą się dwoma odrębnymi otworami wierzchołkowymi. W tym ostatnim przypadku, gdy w końcowym odcinku korzenia pomiędzy dwoma kanałami występuje cieśń, to nieświadomy tego operator może wypełnić jeden kanał i samą cieśń, natomiast ostatnie milimetry drugiego kanału pozostają puste [33]. Zdaniem autorów wynika to z tego, że obecność cieśni międzykanałowej może sugerować lekarzowi sytuację, w której dwa kanały łączą się w swoim przebiegu i mają wspólny otwór wierzchołkowy, więc poniżej cieśni lekarz nie będzie poszukiwać drugiego kanału. Powoduje to pominięcie końcowego odcinka drugiego kanału, który ma odrębny otwór wierzchołkowy [29]. Taka sytuacja prowadzi do tego, że w nieopracowanym i niewypełnionym fragmencie kanału powstają dogodne warunki dla bytowania i rozwoju bakterii, co w konsekwencji doprowadza do niepowodzenia w leczeniu endodontycznym [33].

W zębie, który został zakwalifikowany do leczenia endodontycznego, potencjalna cieśń jest przede wszystkim rezerwuarem bakterii, który jest trudny, a czasem wręcz niemożliwy do oczyszczenia wyłącznie w drodze klasycznej instrumentacji [26, 53, 54, 62]. Pozostawione w cieśni resztki miazgi mogą stanowić doskonałą pożywkę dla mikroorganizmów [53, 54, 62]. Badania przeprowadzane przez Paque i wsp. [38] pokazały, że po mechanicznym opracowaniu kanałów, resztki miazgi oraz opiłki zębiny mogą w znacznym stopniu zatykać cieśni międzykanałowe. Autorzy zbadali korzenie bliższe i dalsze 20 zębów trzonowych dolnych pierwszych i drugich. Celem badań było przede wszystkim stwierdzenie, jaka jest skuteczność oczyszczania kanałów korzeniowych, w przypadku, gdy pomiędzy nimi znajduje się cieśń międzykanałowa. Aby ocenić anatomię badanych korzeni, zęby zostały przeskanowane za pomocą mikrotomografii komputerowej, a następnie zostały wykonane ich trójwymiarowe wizualizacje. Tylko korzenie bliższe, które zawierały cieśń międzykanałową na długości co najmniej 4mm kanału, były kwalifikowane do dalszych badań. Kanały w korzeniach bliższych zostały opracowane mechanicznie przy pomocy rotacyjnych pilników ProTaper do rozmiaru 30/06 ISO (pilnik F3), przy czym kanałów nie płukano. Następnie opracowane kanały zostały ponownie przeskanowane za pomocą mikrotomografii komputerowej. Kolejnym etapem było pocięcie poprzeczne korzeni w miejscach, w których stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych i analiza otrzymanych preparatów z wykorzystaniem mikroskopu elektronowego. Zmierzono objętość skumulowanych w cieśniach opiłków i resztek tkanek twardych, powstałych podczas mechanicznego opracowania kanałów. Wyniki podawano w mm³ analizując każde 2mm sekcji zawierającej cieśń. Wizualizacje wykonane przed i po mechanicznym opracowaniu kanałów wykazały, że systemy kanałowe w badanych korzeniach wypełnione były opiłkami zębiny w 29,2% ± 14,5%, natomiast cieśni międzykanałowe były nimi wypełnione prawie w całości. Dalsze badania prowadzone przy użyciu mikroskopu elektronowego wykazały w cieśniach, poza opiłkami zębiny, obecność związków wapnia i fosforu [38]. Inni autorzy, Endal i wsp. [14], zbadali *in vitro* 7 korzeni bliższych zębów

trzonowych dolnych. Komory zębów zostały otwarte, kanały wstępnie opracowano do rozmiaru 10 ISO, a następnie wykonano mikrotomografię komputerową badanych korzeni. W kolejnym etapie, kanały opracowywano mechanicznie do rozmiaru 40/06 ISO, a następnie chemicznie, stosując 5% NaOCl, oraz 17% EDTA. Wykonano ponownie skany badanych korzeni. W ostatnim etapie kanały zostały wypełnione systemem Thermafil. Po wypełnieniu kanałów wykonano po raz trzeci mikrotomografię komputerową korzeni. Cieśń międzykanałową definiowano jako wstęgowe połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, które pozostało pomimo ich preparacji do rozmiaru 40/06 ISO. Stosując odpowiedni program komputerowy objętość cieśni zmierzono dwukrotnie (po instrumentacji i po wypełnieniu kanałów), a następnie wykonano trójwymiarowe wizualizacje. Na 7 zbadanych korzeni bliższych, 5 zawierało cieśni międzykanałowe na całej ich długości, od części dokoronowej do apexu, natomiast pozostałe 2 korzenie zawierały odcinki z cieśnią i odcinki bez cieśni. Autorzy stwierdzili, że objętość cieśni w korzeniach bliższych wynosiła $9,4 \pm 3,5\%$, natomiast ilość resztek w cieśniach (opiłków zębiny pozostałych po skrawaniu i irygacji) wynosiła $32,5 \pm 13,1\%$. Cieśni udało się wypełnić materiałem Thermafil w $57,5 \pm 20,6\%$ [14].

Znajomość morfologii kanałów korzeniowych jest niezwykle istotna głównie ze względów klinicznych. Dla prawidłowego przeprowadzenia leczenia endodontycznego, poza określeniem liczby kanałów korzeniowych, ich przebiegu, długości oraz liczby otworów wierzchołkowych, obecności kanałów dodatkowych i bocznych, istotne jest również stwierdzenie, czy w danym korzeniu występują cieśni międzykanałowe, gdzie są zlokalizowane i jakiego są typu. Jednak, jak wynika z przeglądu piśmiennictwa, mimo szeregu prowadzonych badań, wiedza na temat występowania cieśni międzykanałowych, jak i ich wykrywalności jest nadal niedostateczna, często nieusystematyzowana, a przedstawiane wyniki rozbieżne [10, 12, 13, 14, 17, 20, 23, 30, 33, 34, 38, 42, 48, 49, 50, 53, 54, 58, 60, 61, 62].

Występowanie cieśni międzykanałowych w zębach przedtrzonowych na podstawie piśmiennictwa i badań własnych

Villegas i wsp. [60] badali w swojej pracy 30 zębów przedtrzonowych górnych z korzeniami pojedynczymi. Po przygotowaniu zębów do badania (metoda *clearing technique*), w powiększeniu 25 - 150 razy, oceniali typy kanałów stosując klasyfikację Weine i wsp. [cyt. wg 60], jednocześnie badali występowanie połączeń poprzecznych pomiędzy kanałami (czyli anastomoz) w części przyszyjkowej, środkowej, oraz przywierzchołkowej każdego korzenia. Na 30 zbadanych korzeni, tylko dwa korzenie były jednokanałowe. W pozostałych 28 korzeniach (93,3%), stwierdzili obecność dwóch lub więcej kanałów, a co za tym idzie, możliwość wystąpienia cieśni międzykanałowych. Po przebadaniu tych 28 korzeni autorzy stwierdzili, że w ich części przyszyjkowej nie było żadnego przypadku cieśni, natomiast cieśń międzykanałowa występowała w części środkowej 11 korzeni (39,3%), oraz w części przywierzchołkowej 8 korzeni (28,5%). Ogółem, poprzeczne połączenia między kanałami wystąpiły w 19 korzeniach

na 28 zbadanych, co stanowiło 67,8% analizowanych przypadków [60]. Natomiast w badaniach własnych cieśni stwierdzono tylko w przypadku 25% korzeni przedtrzonowców górnych. Spośród 20 badanych korzeni zębów przedtrzonowych górnych, aż 10 (50%) korzeni okazało się być jednokanałowymi (Ryc. 23A). Wśród tych 10 korzeni, cztery pochodziły z zębów dwukorzeniowych. W pozostałych 10 korzeniach, które były dwukanałowe, poprzeczne połączenia pomiędzy kanałami stwierdzono w 5 korzeniach (Tab. 2, Tab. 5, Tab. 10). Należy jednak podkreślić, że badania własne obejmowały występowanie cieśni międzykanałowych na długości 6mm od apexu. Natomiast Villegas i wsp. [60] nie podali, jakiej długości były badane przez nich odcinki korzeni, co utrudnia porównanie szczegółowych wyników.

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono żadnych informacji na temat badań dotyczących występowania cieśni w korzeniach zębów przedtrzonowych dolnych. W badaniach własnych, na 12 zębów jednokorzeniowych, w żadnym korzeniu nie stwierdzono występowania cieśni międzykanałowych. Jednocześnie należy dodać, że wszystkie badane korzenie były jednokanałowe (Tab. 2, Tab. 6).

Występowanie cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych górnych pierwszych na podstawie piśmiennictwa i badań własnych

Shalabi i wsp. [48] poddali badaniu metodą *clearing technique*, wszystkie korzenie (czyli policzkowe bliższe, dalsze oraz podniebienne), pochodzące z 83 zębów trzonowych górnych pierwszych. Przeprowadzone badania pozwoliły autorom ustalić liczbę kanałów w każdym korzeniu, liczbę otworów wierzchołkowych, obecność cieśni międzykanałowych, kanałów dodatkowych oraz delt w okolicy wierzchołków korzeni, a także określić korzenie, które uległy złamaniu podczas odontogenezy. W aspekcie występowania cieśni międzykanałowych, autorzy badali odcinek przyszyjkowy, środkowy i przywierzchołkowy korzeni. Autorzy badań stwierdzili, że w zębach trzonowych górnych pierwszych, cieśni międzykanałowe występowały tylko w korzeniach policzkowych bliższych. Spośród 83 korzeni policzkowych bliższych, w 31 korzeniach (37,3%) stwierdzono obecność cieśni, przy czym 15 korzeni (48,4%) posiadało jedną cieśń międzykanałową, 11 korzeni (35,5%) posiadało dwie cieśni, 4 korzenie (13%) posiadały trzy cieśni, a tylko jeden korzeń (3,2%) posiadał pięć cieśni międzykanałowych. Całkowita liczba cieśni stwierdzona w 31 korzeniach policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych wynosiła 54, czyli średnio 1,7 cieśni/korzeń. Shalabi i wsp. ustalili również, że spośród 54 cieśni międzykanałowych, znajdujących się w tych 31 korzeniach, 15 cieśni (48,4%) znaleziono w części przyszyjkowej korzeni, 21 (67,7%) cieśni stwierdzono w części środkowej, a 18 cieśni (58,1%) w przywierzchołkowej części korzeni [48].

W badaniach własnych analizie poddano również korzenie policzkowe bliższe, policzkowe dalsze oraz podniebienne zębów trzonowych górnych pierwszych. Tak jak w badaniach Shalabi i wsp. [48], cieśni międzykanałowe stwierdzono jedynie w korzeniach policzkowych bliższych

(Tab. 2), jednak odsetek ich występowania był dużo wyższy (83,3%). Na 10 korzeni, w których stwierdzono obecność cieśni, 2 korzenie (20%) posiadały po dwie cieśni, 4 korzenie (40%) zawierały po 3 cieśni, 3 korzenie (30%) posiadały po 4 cieśni, a jeden korzeń (10%) zawierał aż 5 cieśni międzykanałowych (Tab. 7, Tab. 10). Średnia liczba cieśni stwierdzona w jednym korzeniu wynosiła 3,3 i była wyższa niż w badaniach Shalabi i wsp. [48]. Należy jednak podkreślić, że w badaniach własnych brany był pod uwagę jedynie odcinek 6mm od apexu, natomiast Shalabi i wsp. nie określili długości badanych odcinków korzeni, co utrudnia bardziej szczegółowe porównanie wyników.

Von Arx [61] wykonał resekcje 44 korzeni (w tym 29 korzeni policzkowych bliższych, 11 korzeni policzkowych dalszych i 4 korzeni podniebiennych) w 35 zębach trzonowych górnych pierwszych. W trakcie resekcji wierzchołków korzeni, w badaniu *in vivo*, autor oceniał występowanie cieśni międzykanałowych. Po podaniu środka znieczulającego, autor wykonywał trójkątny, lub trapezoidalny płat dostępu, po czym wykonywał osteotomię aby uwidocznić korzenie policzkowe bliższe, dalsze lub korzeń podniebienny. Następnie odcinał wierzchołek korzenia (najczęściej był to korzeń policzkowy bliższy), w odległości 3-4mm od apexu, oraz usuwał chorobowo zmienione tkanki wokół wierzchołka. Pozostałą po jego odcięciu powierzchnię korzenia autor pokrywał błękitem metylenowym, który wybarwiał niewypełnione kanały, kanały dodatkowe, cieśni międzykanałowe, a także pęknięcia ścian korzenia. Struktury kanałów autor oceniał w powiększeniach od 50- do 100-krotnego, za pomocą endoskopu wprowadzanego śródzabiegowo w kierunku powierzchni powstałej po odcięciu wierzchołka. Autor usystematyzował badane korzenie pod kątem występowania w nich cieśni, według klasyfikacji Hsu i wsp. z 1997 roku [23], którą w swoich badaniach posługiwał się również Teixeira [54]. Na podstawie tej klasyfikacji von Arx stwierdził, że zlokalizowane przez niego podczas resekcji wierzchołka korzenia cieśni, należały najczęściej do typu II wg Hsu i wsp. [23], czyli były to dwa główne kanały łączące się między sobą bardzo cienką, ledwie zauważalną cieśnią międzykanałową. Podczas analizy resekowanych korzeni von Arx stwierdził, że w badanej odległości 3-4mm od apexu, cieśń międzykanałowa była obecna w 22 korzeniach policzkowych bliższych (76%). Korzenie te zawierały w swoim przebiegu po 2 kanały. Wyniki jego badań wskazywały także, że spośród 29 analizowanych korzeni policzkowych bliższych, 4 korzenie zawierały jeden kanał bez cieśni, również 3 korzenie z dwoma kanałami nie zawierały cieśni. Dodatkowo von Arx przeanalizował 11 korzeni policzkowych dalszych oraz 4 korzenie podniebienne i stwierdził, że były to wyłącznie korzenie jednokanałowe i nie zawierały cieśni. Autor stwierdził, że częstość występowania cieśni międzykanałowych w korzeniach policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych była wysoka. Żadnej ze zlokalizowanych przez autora cieśni, nie udało się wcześniej wypełnić gutaperką podczas klasycznego leczenia endodontycznego, co mogło być przyczyną wystąpienia stanu zapalnego wokół wierzchołka korzenia [61].

W badaniach własnych analizie poddano także korzenie zębów trzonowych górnych pierwszych (12 korzeni policzkowych bliższych, 12 korzeni policzkowych dalszych i 12 korzeni podniebiennych). Podobnie jak w badaniach von Arx, cieśni międzykanałowe zlokalizowano jedynie w korzeniach policzkowych bliższych (Tab. 2, Tab. 7, Tab. 10). Analiza wyników badań własnych wskazuje, że w odległości 3 i 4mm od apexu odsetek występowania cieśni był niższy niż podawał von Arx. W badaniach własnych, cieśń międzykanałowa w odległości 3mm od apexu znajdowała się w 33,3% korzeni, a w odległości 4mm od apexu w 66,7% korzeni. Najczęściej był to typ II cieśni (tzw. cieśń kompletna).

Większość autorów w swoich badaniach nad występowaniem cieśni w zębach trzonowych górnych pierwszych skupiała się wyłącznie na korzeniach policzkowych bliższych. Degerness i wsp. [12], zbadali *in vitro* 153 korzenie policzkowe bliższe zębów trzonowych górnych pierwszych. Korzenie zostały pocięte poprzecznie na jednomilimetrowe preparaty, poczynsz od wierzchołka, do granicy szklwno-cementowej (maksymalna liczba preparatów wynosiła 10). W przeciwieństwie do pozostałych autorów badań, autorzy oceniali przy pomocy stereomikroskopu w 8-krotnym powiększeniu obie strony każdego preparatu, tę położoną dowierzchołkowo, i tę położoną dokoronowo. Autorzy określali liczbę kanałów dodatkowych oraz obecność cieśni międzykanałowych. Wyróżniali pięć typów korzeni, przy czym do typu I zaliczali korzeń z kanałem lub z kanałami, bez cieśni. Typy II, III i IV, to korzenie zawierające cieśni częściowe (tzn. posiadające częściową komunikację pomiędzy dwoma kanałami). Autorzy nie określili w swojej publikacji różnic między typem II, III i IV korzenia. Do typu V zaliczali korzeń z cieśnią kompletną (tzn. posiadający całkowitą komunikację między dwoma kanałami), lub też korzeń, który został poddany wcześniejszej instrumentacji. Autorzy najczęściej stwierdzali brak cieśni międzykanałowej w okolicy apexu (w 74,5% przypadków nie stwierdzono cieśni w odległości 0,64mm od apexu). W okolicy 3,12mm od wierzchołka najczęściej stwierdzanymi typami korzenia były II, III, IV i V. Według autorów w tej odległości od apexu było więcej korzeni z cieśnią (51,6%), niż korzeni bez cieśni (46,4%), dlatego też uważali, że ta odległość jest najważniejsza w aspekcie wykonywania resekcji wierzchołka korzenia [12].

Teixeira i wsp. [54] zbadali również 50 korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych. Korzenie te zostały odseparowane od korzeni policzkowych dalszych i korzeni podniebiennych, a następnie pocięte na sześć jednomilimetrowych preparatów poczynsz od wierzchołka korzenia zęba. Powstałe w ten sposób preparaty analizowano w 30-krotnym powiększeniu, w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych. W odległości 1 i 2mm od apexu, Teixeira i wsp. nie stwierdzili cieśni międzykanałowych. W odległości 3mm od wierzchołka korzenia, tylko w 11,43% korzeni stwierdzono występowanie cieśni. W odległości 4mm od apexu, było już 20% korzeni z cieśnią, a w odległości 5mm od apexu – 31,58%. W odległości 6mm od apexu cieśni odsetek korzeni z cieśnią zmniejszył się i wynosił 23,68%.

Zdaniem autorów, największa częstość występowania cieśni międzykanałowych była na odcinku 3-5mm od apexu, a samo występowanie cieśni w przypadku dwóch kanałów w jednym korzeniu zęba jest tak częste, że powinno być uwzględniane klinicznie. Teixeira i wsp. w swojej publikacji nie podali, w ilu korzeniach stwierdzili cieśni międzykanałowe jednocześnie na kilku badanych odległościach od apexu. Autorzy uporządkowali badane preparaty w aspekcie występowania cieśni według klasyfikacji Hsu i wsp. z 1997 roku [23], zgodnie z którą typ I korzenia to taki, który nie zawiera połączenia pomiędzy kanałami; typ II, to dwa główne kanały łączące się ze sobą za pomocą cieśni międzykanałowej; typ III, to trzy kanały połączone są ze sobą cieśnią (do typu III zostały zaliczone również korzenie z kanałami typu „C”); typ IV korzenia to taki, w którym kanały płynnie przechodzą w zasięg cieśni; typ V, to połączenie pomiędzy kanałami znajdujące się na szerokości i wysokości całej badanej jednomilimetrowej sekcji. Podczas analizy 50 korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych, Teixeira i wsp. stwierdzili, że typ I, a więc brak połączenia pomiędzy kanałami występował aż w 73% badanych korzeni. Do typów korzeni, w których występowała cieśń (czyli typu II, IV i V), badacze zakwalifikowali 1% korzeni z typem II, 10% korzeni z typem IV i 16% korzeni z typem V. Autorzy badań nie stwierdzili żadnego preparatu, który zawierałby typ III korzenia, czyli przypadku, w którym 3 kanały są połączone między sobą cieśnią międzykanałową [54].

Podobną metodę jak Teixeira i wsp. [54], zastosowali Weller i wsp. [62], którzy przeanalizowali również 50 korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych. Korzenie policzkowe bliższe zostały odseparowane od korzeni policzkowych dalszych i korzeni podniebiennych, a następnie pocięte na sześć jednomilimetrowych preparatów poczynawszy od apexu. Preparaty oceniano przy pomocy mikroskopu świetlnego, w 32-krotnym powiększeniu. Autorzy klasyfikowali cieśni jako całkowite (w przypadku, gdy pomiędzy dwoma kanałami, na całej szerokości, znajdowało się poprzeczne połączenie), lub jako cieśni częściowe (w przypadku gdy kanały nie były ze sobą połączone całkowicie). Dodatkowo oceniali typy kanałów występujące w danym korzeniu według klasyfikacji Weine i wsp. [cyt. za 62]. Opisując wyniki swoich badań w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych, Weller i wsp. brali pod uwagę jedynie preparaty, w których stwierdzono obecność dwóch kanałów. Analizując wykonane preparaty z korzeni pod kątem liczby kanałów stwierdzonych w preparacie, zaobserwowali, że w odległości 1mm od apexu, 13 korzeni zawierało dwa kanały, w odległości 2mm od apexu było to 20 korzeni, a w odległości 3mm - 21 korzeni z dwoma kanałami. W odległości 4mm od apexu stwierdzono 25 korzeni z dwoma kanałami, w odległości 5mm - 29 korzeni, a w odległości 6mm od wierzchołka 27 korzeni. Analizując 13 preparatów wykonanych w odległości 1mm od wierzchołka korzenia, w którym były dwa kanały stwierdzono, że 4 korzenie (30,8%) zawierały cieśni międzykanałowe w tym 7,7% preparatów było z cieśnią całkowitą i 23,1% z cieśnią częściową. W odległości 2mm od

apexu, na 20 korzeni z dwoma kanałami, autorzy badań stwierdzili cieśń w 13 korzeniach (65%), w tym 5% preparatów było z cieśnią całkowitą, i 60% z cieśnią częściową. W odległości 3mm od wierzchołka korzeni, na 21 korzeni z dwoma kanałami, autorzy stwierdzili cieśń w 19 korzeniach (90,5%), w tym w 14,3% przypadków była to cieśń całkowita, a w 76,2% - cieśń częściowa. Oceniając anatomię kanałów w odległości 4mm od apexu, Weller i wsp. zlokalizowali cieśń w 25 na 25 korzeni z dwoma kanałami (100%), w tym w 12% stwierdzili cieśń całkowitą, a w 88% cieśń częściową. W odległości 5mm od apexu, na 29 korzeni z dwoma kanałami, autorzy stwierdzili występowanie cieśni w 24 korzeniach (82,5%), w tym w 13,8% preparatów była to cieśń całkowita, a w 69% cieśń częściowa. W odległości 6mm od wierzchołka korzenia zęba autorzy zlokalizowali cieśni międzykanałowe w 22 (81,5%) na 27 korzeni z dwoma kanałami, w tym w 14,8% przypadków była to cieśń całkowita, a w 66,7% cieśń częściowa [62].

Tam i wsp. [53], badali struktury kanałowe 50 korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych również w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych. Autorzy zastosowali inną metodę badawczą – korzenie, które zostały oddzielone od korzeni policzkowych dalszych i podniebiennych, pocięto poprzecznie w odległości 3, 4 i 5mm od wierzchołka korzenia. Były to, według autorów, najczęstsze odległości na jakich wykonuje się resekcje wierzchołka korzenia. Powstałe w ten sposób preparaty zostały przeskanowane przy pomocy mikroskopu elektronowego, oraz została wykonana ich dokumentacja fotograficzna. Autorzy badali występującą w korzeniach liczbę kanałów korzeniowych, oceniając przy tym obecność cieśni międzykanałowych w pozyskanych preparatach. Na 50 zbadanych korzeni, autorzy stwierdzili, że jeden kanał występował w 18 korzeniach (36%). Pozostałe 32 korzenie (64%), zawierały dwa kanały, wśród których 16 korzeni zawierało cieśni międzykanałowe (32%), przy czym 10 korzeni zawierało cieśni częściowe (20%), 4 korzenie zawierały cieśni całkowite (8%), a dwa korzenie (4%), zawierały cieśń międzykanałową z jednym lub większą liczbą kanałów dodatkowych w jej przebiegu [53].

Kontakiotis i wsp. [30] badając 40 korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych zastosowali podobną metodę. Korzenie zostały pocięte poprzecznie w odległości 3mm, a następnie w odległości 5mm od apexu. Przekroje zostały wybarwione błękitem metylenowym, a następnie oceniano je dwukrotnie: nie stosując powiększenia, oraz przy użyciu mikroskopu zabiegowego, w 3-krotnym powiększeniu. Najpierw, autorzy nie używając powiększenia, badali liczbę kanałów korzeniowych, oraz obecność cieśni międzykanałowych 40 korzeni w odległości 3mm od apexu. Kontakiotis i wsp. stwierdzili, że 25 korzeni posiadało jeden kanał (62,5%), a 15 korzeni dwa kanały (37,5%). W 9 korzeniach (22,5%), autorzy zlokalizowali cieśni międzykanałowe. Następnie, badając korzenie w odległości 5mm od apexu, autorzy stwierdzili 11 korzeni z jednym kanałem (27,5%) i 29 korzeni z dwoma kanałami (72,5%). Aż w 21 korzeniach (52,5%), autorzy zlokalizowali obecność cieśni międzykanałowej. Powtórna analiza

preparatów w 3-krotnym powiększeniu dała już wyższe wyniki odnośnie liczby kanałów i obecności cieśni międzykanałowych. Badając powtórnie 40 korzeni, tym razem w 3-krotnym powiększeniu, w odległości 3mm od apexu, autorzy stwierdzili 22 korzenie z jednym kanałem (55%), 16 korzeni z dwoma kanałami (40%), jeden korzeń z trzema kanałami (2,5%), oraz jeden korzeń z czterema kanałami (2,5%). W 14 korzeniach (35%), zlokalizowali cieśni międzykanałowe. Badając korzenie w 3-krotnym powiększeniu, w odległości 5mm od apexu, autorzy zlokalizowali 12 korzeni z jednym kanałem (30%), 26 korzeni z dwoma kanałami (65%), oraz po jednym korzeniu z trzema (2,5%) i z czterema (2,5%) kanałami. W 23 korzeniach (57,5%), stwierdzili obecność cieśni międzykanałowych. Autorzy podali, że istotnie więcej cieśni międzykanałowych znajdowało się w odległości 5mm od apexu, niezależnie, czy ich obecność była badana bez użycia powiększenia, lub w 3-krotnym powiększeniu (test Fishera). Porównując wyniki wykrycia cieśni międzykanałowych przy użyciu 3-krotnego powiększenia, do wyników uzyskanych bez użycia powiększenia, autorzy doszli do wniosku, że obecność mikroskopu zabiegowego podczas wykonywania resekcji wierzchołka korzenia jest niezbędna, ze względu na możliwość dokładniejszej oceny resekowanej części korzenia w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych [30].

Villegas i wsp. [60] zbadali korzenie policzkowe bliższe 30 zębów trzonowych górnych pierwszych, stosując metodę *clearing technique*. W tych korzeniach autorzy określali występowanie poprzecznych połączeń pomiędzy kanałami zęba w odcinku przyszyjkowym, środkowym oraz przywierzchołkowym. Sytuacja, w której była możliwość wystąpienia cieśni międzykanałowych, a więc obecność co najmniej dwóch kanałów w jednym korzeniu zęba, dotyczyła 22 korzeni na 30 zbadanych (81,8%). Pozostałe 8 korzeni zawierało tylko 1 kanał. W części przyszyjkowej na 22 korzenie z dwoma kanałami, Villegas i wsp. nie stwierdzili żadnego przypadku występowania cieśni międzykanałowej. Analizując morfologię kanałów korzeniowych w ich środkowej części, autorzy stwierdzili, że 15 korzeni na 22 (68,2%), zawierało poprzeczne połączenia pomiędzy kanałami. Jedynie w przypadku 3 korzeni (13,6%) stwierdzono cieśni międzykanałowe w ich przywierzchołkowej części. W pozostałych 4 korzeniach (18,2%), pomimo możliwości wystąpienia cieśni (tzn. 2 kanały w jednym korzeniu zęba), cieśni nie stwierdzono w żadnym z badanych odcinków korzenia [60].

Somma i wsp. [50] przeanalizowali 30 korzeni policzkowych bliższych należących do zębów trzonowych górnych pierwszych, za pomocą mikrotomografii komputerowej. Korzenie zostały przeskanowane, a następnie wykonane zostały trójwymiarowe wizualizacje systemów kanałów korzeniowych. Autorzy oceniali obecność cieśni międzykanałowych w części przyszyjkowej, w części środkowej i przywierzchołkowej korzeni policzkowych bliższych. W 7 korzeniach (23,3%), cieśni międzykanałowe zlokalizowano w części przyszyjkowej. W części środkowej cieśni stwierdzono w 10 korzeniach (33,3%), a w części przywierzchołkowej cieśń

stwierdzono w 4 korzeniach (13,3%). Autorzy nie określali typów zlokalizowanych przez siebie cieśni międzykanałowych.

Na podstawie wyników badań własnych można stwierdzić, że cieśni międzykanałowe występowały w 83,3% zbadanych korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych pierwszych górnych. Należy zaznaczyć, że analiza dotyczyła pierwszych 6mm korzenia począwszy od apexu. W badaniach Tam i wsp. [53] odsetek występowania cieśni był niższy. Cieśni stwierdzono tylko w 32% zbadanych korzeni. Pozostali autorzy w swoich badaniach nie podawali łącznej liczby korzeni zawierających cieśni międzykanałowe. Analizowali występowanie cieśni odrębnie w każdej z badanych części korzenia (dokoronowej, środkowej, przywierzchołkowej), lub też w jednomilimetrowych preparatach wykonanych z tych korzeni [12, 30, 50, 53, 54, 60, 62]. W badaniach własnych, w odległości 1mm od apexu nie stwierdzono żadnego korzenia zawierającego cieśń. Taki sam wynik uzyskał Teixeira i wsp. [54]. Weller i wsp. [62] w tej odległości zaobserwowali cieśń w 30,8% korzeni, natomiast Degerness i wsp. [12] w odległości 0,64mm od apexu zlokalizowali cieśń w 74,5% korzeni. W odległości 2mm od apexu w badaniach własnych cieśń stwierdzono w 16,7% zbadanych korzeni. To więcej niż Teixeira i wsp. [54], którzy na tej odległości nie stwierdzili żadnego korzenia z cieśnią, a znacznie mniej niż w badaniach Wellera i wsp. [62], którzy w odległości 2mm zlokalizowali 65% korzeni z cieśnią. W badaniach własnych, w odległości 3mm od apexu, cieśń stwierdzono w 33,3% zbadanych korzeni. To wynik podobny do tego jaki uzyskali Kontakiotis i wsp. [30], którzy zlokalizowali cieśni międzykanałowe bez użycia powiększenia w 22,5% badanych korzeni, a używając 3-krotnego powiększenia w 35% korzeni. W tej samej odległości od apexu, Teixeira i wsp. [54] stwierdzili mniejszy odsetek występowania cieśni międzykanałowych (11,43% zbadanych korzeni), natomiast Weller i wsp. [62] podali dużo większy odsetek, bo aż 90,5% korzeni z cieśnią. W odległości 4mm od apexu w badaniach własnych, cieśń zlokalizowano w 66,7% zbadanych korzeni. Teixeira i wsp. [54] w swoich badaniach stwierdzili dużo niższy odsetek korzeni z cieśnią (20%). Z kolei odsetek występowania cieśni w badaniach Wellera i wsp. [62] wynosił aż 100%, czyli w każdym analizowanym korzeniu w odległości 4mm od apexu badacze stwierdzili obecność cieśni międzykanałowych. W odległości 5mm od apexu, w badaniach własnych, stwierdzono 83,3% korzeni z cieśnią. Wynik podobny jest do tego, który uzyskał Weller i wsp. [62]. Stwierdzili oni w tej odległości od apexu 82,5% korzeni zawierających cieśni. Natomiast Kontakiotis i wsp. [30] zlokalizowali cieśń bez użycia powiększenia w 52,5% badanych korzeni, a korzystając z 3-krotnego powiększenia badacze zlokalizowali cieśni międzykanałowe w 57,5% analizowanych przypadków. Teixeira i wsp [54] w odległości 5mm od apexu stwierdzili jedynie 31,58% korzeni z cieśnią W odległości 6mm od apexu, w badaniach własnych, zlokalizowano 75% korzeni z cieśnią. Nieco wyższy odsetek (81,5% korzeni z cieśnią) uzyskali Weller i wsp. [62],

natomiast dużo niższy odsetek korzeni z cieśnią (23,68% analizowanych przypadków) podali Teixeira i wsp. [54].

Odnosząc wyniki badań własnych do wyników badań Villegasa i wsp [60], oraz Somma i wsp. [50], można stwierdzić, że odsetek występowania cieśni w badaniach własnych był dużo wyższy (83,3%). Należy jednak pamiętać, że wyniki badań własnych trudno porównać do tych uzyskanych przez wspomnianych autorów, ponieważ nie podawali oni długości badanych odcinków korzeni, a jedynie podzielili wyniki na te dotyczące części przykoronowej, części środkowej i części przywierzchołkowej,

Pineda i wsp. [42], używając szkła powiększającego, przeanalizowali rentgenogramy 245 korzeni policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych pierwszych. Na podstawie dokonanej analizy, korzenie te zostały podzielone na 6 grup. W grupie I znalazły się korzenie zawierające jeden kanał (n=100 korzeni; 40,8%), w grupie II - korzenie zawierające dwa kanały z dwoma osobnymi otworami wierzchołkowymi (n=73; 29,8%). Do grupy III zaliczono korzenie z dwoma kanałami, które łączyły się ze sobą i posiadały jeden otwór wierzchołkowy (n= 30; 12,3%). Do grupy IV należały korzenie, zawierające jeden kanał, który rozgałęział się i kończył się dwoma osobnymi otworami wierzchołkowymi (n=18; 7,3%). W grupie V znalazły się korzenie z dwoma kanałami, które miały dwa ujścia, a następnie łączyły się w jeden kanał, po czym rozgałęziały ponownie i miały dwa osobne otwory wierzchołkowe (n= 12; 4,9%). Do grupy VI należały korzenie z tzw. kanałami „siateczkowatymi”, które, zdaniem autorów zawierały poprzeczne połączenia pomiędzy sobą (n=12; 4,9%). Można więc powiedzieć, że autorzy stwierdzili cieśń międzykanałową tylko w 4,9% korzeni, co oznacza, że w świetle wyników innych autorów, którzy badali cieśni innymi metodami, wykrywalność na podstawie rentgenogramów była niewielka. Autorzy badań nie określali miejsca w korzeniu, w którym znajdowały się te poprzeczne połączenia międzykanałowe, ani też nie określali typów cieśni [42]. W badaniach własnych dotyczących występowania cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych górnych pierwszych, na podstawie analizy zdjęć RVG stwierdzono, że na 12 zbadanych korzeni policzkowych bliższych, cieśni międzykanałowe były obecne tylko w trzech korzeniach (25%). Ze względu na fakt, że połączono dwie metody badawcze (analiza zdjęć RVG oraz analiza wykonanych z korzeni jednomilimetrowych preparatów), istniała możliwość weryfikacji wyniku uzyskanego z analizy zdjęć RVG. Podczas analizy preparatów stwierdzono, że odsetek występowania cieśni międzykanałowych jest znacznie wyższy. Okazało się, że aż 10 z 12 badanych korzeni (83,3%) zawiera w przebiegu 6mm od apexu cieśni międzykanałowe. To porównanie wykazało bardzo niską skuteczność wykrywania cieśni wyłącznie drogą analizy zdjęć RVG, a więc sugeruje ograniczoną możliwość zlokalizowania cieśni przez lekarza endodontę. Z powyższego porównania wynika bowiem, że może on zauważyć jedynie 30% faktycznie istniejących cieśni międzykanałowych w korzeniach policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych. Podczas analizy zdjęć RVG lekarz nie ma również

możliwości określenia typu cieśni międzykanałowej, nie jest też w stanie stwierdzić, czy ma do czynienia z cieśnią częściową (czyli taką, która nie łączy obu kanałów ze sobą), czy też z cieśnią całkowitą (czyli łączącą ze sobą dwa kanały), a przecież opracowanie każdej z nich wymaga innego postępowania. Należy pamiętać również, że w badaniach własnych ujęto jedynie pierwsze 6mm począwszy od wierzchołka korzeni. Pineda i wsp. [42] nie konfrontowali swoich badań z drugą metodą badawczą (jak miało to miejsce w badaniach własnych), która pozwoliłaby na weryfikację uzyskanych przez nich wyników. Uzyskany przez autorów odsetek korzeni z cieśnią międzykanałową (4,9%) jest prawie pięciokrotnie niższy niż ten uzyskany w badaniach własnych. Przyczyną może być to, że autorzy analizowali jedynie rentgenogramy utrwalone na kliszy RTG, co wydaje się być mniej dokładną metodą niż analizowanie zdjęć wykonanych metodą radiowizjografii w programie graficznym pozwalającym na poprawę jakości zdjęć RVG.

Występowanie cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych górnych drugich na podstawie piśmiennictwa i badań własnych

Shalabi i wsp. [48] poddali badaniu korzenie policzkowe bliższe, policzkowe dalsze i podniebienne pochodzące z 40 zębów trzonowych górnych drugich, używając metody *clearing technique*. Przeprowadzone badania pozwoliły autorom ustalić liczbę kanałów w każdym korzeniu, liczbę otworów wierzchołkowych, obecność cieśni międzykanałowych, kanałów dodatkowych oraz delt w okolicy wierzchołków korzeni, a także określić korzenie, które uległy złaniu podczas odontogenezy. W aspekcie występowania cieśni międzykanałowych autorzy badali odcinek przyszyjkowy, środkowy i przywierzchołkowy korzenia. Shalabi i wsp. stwierdzili, że w zębach trzonowych górnych drugich, cieśni międzykanałowe występowały tylko w korzeniach policzkowych bliższych – spośród 40 korzeni policzkowych bliższych, stwierdzili obecność cieśni międzykanałowych tylko w 6 korzeniach (15%), przy czym w 4 korzeniach (10%) zlokalizowano po jednej cieśni, a w 2 korzeniach (5%) stwierdzono po dwie cieśni. Całkowita liczba cieśni w 6 korzeniach policzkowych bliższych zębów trzonowych górnych drugich wynosiła więc 8 (czyli średnio 1,3 cieśni/korzeń). Shalabi i wsp. stwierdzili także, że z 8 cieśni międzykanałowych, znajdujących się w tych 6 korzeniach, 3 cieśni (37,5%) znaleziono w części przyszyjkowej korzeni, 3 cieśni (37,5%) stwierdzono w części środkowej, a 2 cieśni (25%) w przywierzchołkowej części korzeni [48]. Autorzy nie stwierdzili obecności cieśni międzykanałowych w korzeniach policzkowych dalszych i w korzeniach podniebiennych zębów trzonowych górnych drugich. Nie określali też typów cieśni międzykanałowych.

W badaniach własnych, na 40 zbadanych korzeni zębów trzonowych górnych drugich, cieśni międzykanałowe stwierdzono w 13 korzeniach (32,5%). Oprócz 6 korzeni policzkowych bliższych (15%), cieśni międzykanałowe stwierdzono także w 4 korzeniach policzkowych (10%), oraz w 3 korzeniach pojedynczych (7,5%) (Tab. 2, Tab. 9, Tab. 10). Ze względu na to, że Shalabi i wsp. badali tylko zęby trzykorzeniowe (zawierające korzeń policzkowy bliższy,

policzkowy dalszy i podniebienny), można porównać jedynie wyniki uzyskane w korzeniach policzkowych bliższych. Odsetek tych korzeni zawierających cieśń zarówno w badaniach własnych, jak i w badaniach autorów był taki sam (15%). Należy pamiętać jednak, że w badaniach własnych analizowany był jedynie odcinek 6mm począwszy od wierzchołka korzenia. Średnia liczba cieśni międzykanałowych występująca w korzeniu policzkowym bliższym, stwierdzona w badaniach własnych wynosiła 2,7 i była dwukrotnie wyższa niż wynikało to z badań Shalabi i wsp.[48]. Należy jednak zwrócić uwagę, że badania własne polegające na poprzecznym cięciu preparatów i następnie ich analizie były dużo bardziej dokładne niż badania autorów, ze względu na fakt niedoskonałości metody *clearing technique*, oraz na to, że morfologia korzeni analizowana była przez tych badaczy „od zewnątrz”, przez ściany korzenia.

Występowanie cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych dolnych pierwszych na podstawie piśmiennictwa i badań własnych

Gulabivala i wsp. [20] zbadali korzenie bliższe i dalsze pochodzące ze 139 zębów trzonowych dolnych pierwszych w populacji birmańskiej. Autorzy zastosowali w swojej pracy metodę *clearing technique*. Badania prowadzono w 3-krotnym powiększeniu. Oprócz cieśni międzykanałowych, Gulabivala i wsp. oceniali także morfologię i liczbę kanałów korzeniowych, konfigurację kanałów korzeniowych wg Vertucciego [cyt. za 20], liczbę otworów wierzchołkowych w każdym korzeniu, oraz liczbę kanałów bocznych. Gulabivala i wsp. stwierdzili, że poprzeczne połączenia pomiędzy kanałami w jednym korzeniu, występowały częściej w korzeniach bliższych, niż w korzeniach dalszych. W korzeniach bliższych, cieśń występowała w 69,2% przypadków, natomiast w korzeniach dalszych autorzy zlokalizowali cieśni międzykanałowe w 9,2% przypadków. Gulabivala i wsp. nie określali miejsca w korzeniu, w którym wystąpiła cieśń międzykanałowa, jedynie wskazywali na jej obecność lub brak w przebiegu całego analizowanego korzenia. Nie określali również typów cieśni międzykanałowych [20].

Von Arx [61] wykonał resekcje 80 korzeni (w tym 52 korzeni bliższych i 28 korzeni dalszych) 60 zębów trzonowych dolnych pierwszych. Podczas procedury resekcji wierzchołków korzeni bliższych i dalszych w badaniach *in vivo*, autor oceniał występowanie cieśni międzykanałowych. Po podaniu środka znieczulającego, autor wykonywał trójkątny, lub trapezoidalny płat dostępu, po czym wykonywał osteotomię aby uwidocznić korzenie bliższy lub dalszy. Następnie odcinał wierzchołek korzenia, w odległości 3-4mm od apexu, oraz usuwał chorobowo zmienione tkanki wokół wierzchołka. Pozostałą po jego odcięciu powierzchnię korzenia von Arx pokrywał błękitem metylenowym, który wybarwiał niewypełnione kanały, kanały dodatkowe, cieśni międzykanałowe, a także pęknięcia ścian korzenia. Struktury kanałów korzeniowych autor oceniał w powiększeniu (od 50 do 100 razy) za pomocą endoskopu wprowadzanego śródzabiegowo w kierunku powierzchni powstałej po

odciętym wierzchołku. Autor usystematyzował badane korzenie w aspekcie występowania cieśni, według klasyfikacji Hsu i wsp. z 1997 roku [23], którą w swoich badaniach posługiwał się również Teixeira [54]. Na podstawie tej klasyfikacji [23], von Arx stwierdził, że zlokalizowane przez niego podczas resekcji wierzchołka korzenia cieśni, należały najczęściej do typu IV (w którym kanały płynnie przechodzą w zasięg cieśni), lub do typu V (czyli szerokiego połączenia pomiędzy dwoma kanałami zęba). Podczas analizy resekowanych korzeni von Arx stwierdził, że w odległości 3-4mm od apexu, cieśń międzykanałowa była obecna w 83% korzeni bliższych, oraz w 36% korzeni dalszych trzonowców dolnych pierwszych. Spośród 52 analizowanych korzeni bliższych, 3 korzenie (6%) zawierały jeden kanał bez cieśni, 6 korzeni (12%) zawierało dwa kanały również bez cieśni, natomiast aż 43 korzenie (83%) zawierały dwa kanały z cieśnią międzykanałową między nimi. Przeprowadzone badania 28 korzeni dalszych wykazały, że 64% z nich zawierało jeden kanał bez cieśni, a tylko 36% zawierało dwa kanały z cieśnią międzykanałową między nimi. Autor stwierdził, że częstość występowania cieśni międzykanałowych zarówno w korzeniach bliższych jak i dalszych zębów trzonowych dolnych pierwszych była wysoka. Żadnej ze zlokalizowanych przez autora cieśni, nie udało się wcześniej wypełnić gutaperką podczas klasycznego leczenia endodontycznego, co mogło być przyczyną wystąpienia stanu zapalnego wokół wierzchołka korzenia [61].

Skidmore i wsp. [49] zbadali korzenie bliższe i dalsze pochodzące z 45 zębów trzonowych dolnych pierwszych. Na potrzeby badania, komory zębów zostały otwarte, a kanały korzeniowe oczyszczone przy pomocy specjalnej szczoteczki. Zęby zanurzono na okres 3 tygodni w 3% wodzie utlenionej, a następnie na 48 godzin w alkoholu izopropylowym. Po osuszeniu, do kanałów korzeniowych została wstrzyknięta żywica poliestrowa pod ciśnieniem. Po 24 godzinach zęby zostały poddane dekalcyfikacji 35% kwasem nitrylowym przez 10 dni. W ten sposób autorzy uzyskali plastikowe odlewy systemu kanałów korzeniowych każdego z 45 zębów. Skidmore i wsp. zbadali liczbę kanałów w każdym korzeniu, oraz liczbę i lokalizację poprzecznych połączeń pomiędzy kanałami. Autorzy stwierdzili, że 44 zęby były dwukorzeniowe (97,8%), a jeden ząb był trzykorzeniowy (2,2%). Następnie ocenili liczbę kanałów w korzeniach. Trzy zęby (6,7%) zawierały po 2 kanały, 29 zębów (64,4%) zawierało po 3 kanały, a 13 zębów (28,9%) zawierało po 4 kanały. Na 45 korzeni bliższych autorzy stwierdzili trzy korzenie jednokanałowe (6,7%), oraz 42 korzenie dwukanałowe (93,3%), w których była możliwość wystąpienia cieśni międzykanałowych. Inne wyniki uzyskano w przypadku korzeni dalszych. Na 45 korzeni dalszych, autorzy stwierdzili 32 korzenie jednokanałowe (71,1%), oraz 13 korzeni dwukanałowych (28,9%), w których była możliwość wystąpienia cieśni. Analizując wykonane odlewy jam zębów autorzy stwierdzili występowanie cieśni międzykanałowych w 33 korzeniach bliższych (60%), przy czym w 5 korzeniach (15,2%), znajdowały się one w przebiegu całego korzenia, w 2 korzeniach (6,1%) stwierdzono je w części przyszyjkowej, w 6 korzeniach (18,1%) zlokalizowano je w części środkowej i aż w

20 korzeniach (60,6%) znajdowały się one w przywierzchołkowej części. Niestety Skidmore i wsp. [49] nie podali w pracy na informacji odnośnie występowania cieśni międzykanałowych w badanych przez nich korzeniach dalszych. Natomiast we wnioskach autorzy podkreślali znaczenie znajomości morfologii systemu kanałów korzeniowych oraz świadomości występowania dużej liczby poprzecznych połączeń pomiędzy kanałami, która jest niezwykle istotna dla klinicysty i może się przyczynić do poprawy jakości i większej efektywności leczenia endodontycznego.

Chourasia i wsp. [10] poddali badaniu *in vitro* korzenie bliższe i dalsze pochodzące ze 150 zębów trzonowych dolnych pierwszych, pozyskanych od pacjentów rasy indyjskiej. W badaniu zastosowali metodę *clearing technique*. Przeziernie korzenie zębów poddane były analizie przy pomocy stereomikroskopu, w 7,5-krotnym powiększeniu. Przeprowadzone badania pozwoliły autorom podzielić korzenie według klasyfikacji Vertucciego [cyt. wg 10] na 8 grup. Wprawdzie klasyfikacja ta nie wyodrębniała osobno grupy, która opisywałaby obecność cieśni międzykanałowych, natomiast można stwierdzić, że w 7 grupach (od II do VIII), byłaby możliwość wystąpienia cieśni międzykanałowych ze względu na obecność dwóch lub większej liczby kanałów w jednym korzeniu zęba. Autorzy stwierdzili, że w 150 korzeniach bliższych, oraz w 52 korzeniach dalszych była możliwość wystąpienia cieśni. Poprzeczne połączenia pomiędzy kanałami stwierdzono w 30% korzeni bliższych, oraz w 10% korzeni dalszych zębów trzonowych dolnych pierwszych. Chourasia i wsp. nie podawali dokładnego umiejscowienia cieśni, ani nie określali ich typu. Autorzy we wnioskach stwierdzili, że cieśni międzykanałowe były obserwowane bardzo często, dlatego też, aby uniknąć niepowodzenia podczas leczenia endodontycznego zębów trzonowych dolnych pierwszych, wskazane byłoby zwrócenie szczególnej uwagi na dokładne chemiczne opracowanie kanału, oraz dokładną irygację systemu kanałów korzeniowych wraz z aktywacją przy pomocy ultradźwięków [10].

W badaniach własnych analizie poddano 23 korzenie bliższe i 23 korzenie dalsze zębów trzonowych dolnych pierwszych. (Tab. 2, Tab. 8, Tab. 10). Stwierdzono, że cieśni międzykanałowe występowały dużo częściej w korzeniach bliższych (82,6%), niż w korzeniach dalszych (26,1%). Podobną tendencję obserwowali również Gulabivala i wsp. [20], von Arx [61], Skidmore i wsp. [49] oraz Chourasia i wsp. [10], przy czym należy podkreślić, że w badaniach własnych brany był pod uwagę odcinek korzenia 6mm począwszy od apexu. Von Arx [61] stwierdził występowanie cieśni międzykanałowych w 83% korzeni bliższych i w 36% korzeni dalszych. Wyniki uzyskane przez von Arx [61], który oceniał korzenie w odległości 3-4mm od apexu, były podobne do tych uzyskanych w badaniach własnych ale na całym odcinku 6mm od apexu. W badaniach Gulabivala i wsp. [20] odsetek występowania cieśni międzykanałowych zarówno w korzeniach bliższych jak i dalszych był niższy i wynosił 69,2% dla korzeni bliższych, oraz 9,2% dla korzeni dalszych. Autorzy badali korzenie inną techniką, która wydaje się mniej dokładną od tej użytej w badaniach własnych. Skidmore i wsp. [49]

podali jeszcze niższy odsetek cieśni międzykanałowych – z ich badań wynikało, że 60% korzeni bliższych zawierało cieśń. Niestety, nie wspomnieli o analizowanych przez siebie korzeniach dalszych, być może dlatego, że przy zastosowanej technice wykonywania plastikowych odlewów jam zębów trudno było uzyskać precyzyjne odlewy. Najmniejszy odsetek korzeni bliższych z cieśnią (tylko 30%) zaobserwowali Chourasia i wsp. [10]. Stwierdzili ponadto, że 10% korzeni dalszych, również zawierało cieśni międzykanałowe.

Porównując wyniki badań własnych w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych występujących w odległości 3-4mm od apexu, z wynikami von Arx [61], można stwierdzić, że w badaniach własnych w odległości 3mm od apexu cieśń stwierdzono w 52,2% korzeni bliższych, a w odległości 4mm od apexu w 56,2% przypadków. Średnio daje to 54,2% korzeni z cieśnią. Jest to wynik niższy niż ten, który podał von Arx (83% korzeni z cieśnią). W korzeniach dalszych, w badaniach własnych w odległości 3mm od apexu cieśń zlokalizowano w 21,7% korzeni, a w odległości 4mm od apexu w 26,1% korzeni. Średnio daje to 23,9% korzeni dalszych z cieśnią. Jest to również niższy wynik niż ten, który podał von Arx (36% korzeni z cieśnią). Skidmore i wsp. [49], oceniali występowanie cieśni zarówno w części dokoronowej, środkowej i przywierzchołkowej, a także na całej długości korzeni bliższych – niestety nie podali długości badanych odcinków, w związku z powyższym, trudno jest porównać ich wyniki z wynikami badań własnych dotyczących odcinka 6mm od apexu.

Villegas i wsp [60] zbadali występowanie cieśni międzykanałowych wyłącznie w korzeniach bliższych zębów trzonowych dolnych pierwszych, stosując metodę *clearing technique*. Autorzy stwierdzili, że na 63 zbadane korzenie bliższe, 59 (93,7%) korzeni zawierało co najmniej dwa kanały (czyli były warunki do wystąpienia cieśni międzykanałowych). Autorzy ocenili występowanie cieśni międzykanałowych w przyszyjkowej, środkowej i przywierzchołkowej części tylko tych 59 korzeni. Obecność cieśni międzykanałowych w części przyszyjkowej stwierdzono w 7 korzeniach (11,9%), w części środkowej cieśni występowały w 24 korzeniach (40,7%), a w części przywierzchołkowej w 13 korzeniach (22%). Ogółem cieśni międzykanałowe zlokalizowano w 44 na 59 korzeni z dwoma kanałami, co stanowiło 74,6% analizowanych przypadków. Jednocześnie korzenie z cieśniami stanowiły 69,8% wszystkich zbadanych korzeni bliższych [60] i jest to wynik niższy niż uzyskany w badaniach własnych (82,6%). Być może wpływ na to ma zastosowana przez autorów metoda badawcza (*clearing technique*), która pozwalała ocenić morfologię systemu kanałów korzeniowych jedynie poprzez ściany korzenia. Autorzy nie podali długości badanych odcinków korzeni, toteż trudno porównać szczegółowe wyniki ich badań z wynikami badań własnych prowadzonymi na odcinku 6mm od apexu.

Teixeira i wsp. [54] zbadali korzenie bliższe 50 zębów trzonowych dolnych pierwszych. Korzenie te zostały odseparowane od korzeni policzkowych dalszych, a następnie pocięte na sześć jednomilimetrowych preparatów począwszy od wierzchołka korzenia zęba. Powstałe w

ten sposób preparaty analizowano w 30-krotnym powiększeniu, w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych. W badanych korzeniach bliższych, w odległości 1mm od apexu stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych w 6,67% badanych korzeni. W odległości 2mm od apexu było to 11,9%, a w odległości 3mm - 20,59% badanych korzeni. W odległości 4, 5 i 6mm od wierzchołków, odsetek korzeni z cieśnią był podobny i wynosił odpowiednio 30,3%, i 33,33% oraz 32,43%. Autorzy jako wniosek podali, że występowanie cieśni w przypadku dwóch kanałów w jednym korzeniu zęba jest częste, co powinno być uwzględniane klinicznie. Teixeira i wsp. w swojej publikacji nie podali, w ilu korzeniach cieśń międzykanałowa występowała jednocześnie w więcej niż jednej badanej odległości od apexu. Autorzy uporządkowali korzenie według klasyfikacji Hsu i wsp. z 1997 roku. Podczas analizy korzeni bliższych zębów trzonowych dolnych pierwszych, Teixeira i wsp. stwierdzili, że typ I, (a więc brak połączenia pomiędzy kanałami), występował w 54% badanych korzeni, typ II, (czyli dwa główne kanały łączące się ze sobą za pomocą cieśni międzykanałowej), stwierdzili tylko w 1% badanych korzeni. Typ III, (czyli trzy kanały połączone ze sobą cieśnią), autorzy stwierdzili w 2% badanych korzeni. Do typu IV, (czyli dwa kanały, które płynnie przechodzą w zasięg cieśni), autorzy zakwalifikowali 22% korzeni, a do typu V, (czyli połączenia pomiędzy kanałami znajdującego się na całej szerokości i wysokości badanej jednomilimetrowej sekcji), zakwalifikowali 23% analizowanych korzeni [54]. Porównując wyniki badań własnych do danych podawanych przez Teixeira i wsp. [54] stwierdzono, że odsetek korzeni z cieśnią wykrytą w odległości 1mm (30,4%), 2mm (34,8%), 3mm (52,2%), 4mm (56,5%), 5mm (56,5%) i 6mm (43,5%) od apexu był zawsze wyższy w badaniach własnych, niż odsetek podawany przez Teixeira i wsp. na tych samych odległościach od apexu (odpowiednio 6,67%, 11,9%, 20,59%, 30,3%, 33,33%, 32,43%,). Wprawdzie w badaniach własnych odsetek występowania cieśni międzykanałowych na każdej z badanych odległości był wyższy niż u Teixeira i wsp., to jednak w obu badaniach występowała podobna tendencja wzrostu występowania cieśni począwszy od 1mm do 5mm od apexu.

Mannocci i wsp. [33] zastosowali mikrotomografię komputerową w badaniu 20 korzeni bliższych zębów trzonowych dolnych pierwszych. Każdy z badanych korzeni posiadał dwa kanały, oraz dwa odrębne otwory wierzchołkowe. Analiza dotyczyła tylko przywierzchołkowej części korzenia, to znaczy że badaniu poddany był tylko odcinek pierwszych 5mm od apexu. W każdym korzeniu, każdy jednomilimetrowy preparat, na odcinku 5mm od apexu, został podzielony na 40 sekcji i przeskanowany. We wszystkich korzeniach przeanalizowano łącznie po 800 sekcji na każdym badanym milimetrze. Autorzy stwierdzili, że pomiędzy analizowanymi sekcjami, w częstości występowania cieśni międzykanałowych, były różnice istotne statystycznie (test chi2, $p=0,001$). Mannocci i wsp. stwierdzili mniej cieśni międzykanałowych niż się spodziewali, w odległości 1mm od apexu, a więcej cieśni (niż się spodziewali) było w odległości 3mm od apexu. Wyniki dotyczące występowania cieśni w sekcjach, obejmowały

łączne dane pozyskane z wszystkich badanych korzeni. Po przeanalizowaniu 800 sekcji znajdujących się w odległości 1mm od apexu, w 138 sekcjach (17,25%), stwierdzono występowanie cieśni. W odległości 2mm, na 800 badanych sekcji, cieśń występowała w 294 sekcjach (36,75%), a w odległości 3mm, na 800 badanych sekcji, cieśń występowała w 402 analizowanych sekcjach (50,35%). W odległości 4mm od apexu, na 800 badanych sekcji, cieśni zlokalizowano w 264 sekcjach (33%), a w odległości 5mm, na 800 analizowanych sekcji, cieśni stwierdzono w 278 sekcjach, co stanowiło 34,75%. W podsumowaniu pracy autorzy stwierdzili, że spośród 20 korzeni, 85% zawierało na badanym odcinku 5mm od apexu, jedną lub więcej cieśni. Jest to wynik podobny do uzyskanego w badaniach własnych (82,6%). Mannocci i wsp. nie zdecydowali się na usystematyzowanie wyników badań i stworzenie własnej klasyfikacji cieśni, ze względu na stwierdzoną przez nich bardzo dużą różnorodność anatomiczną cieśni międzykanałowych. Autorzy podali jedynie, że tylko 4 z 17 korzeni zawierało cieśń, która rozpoczynała się w części koronowej i biegła do samego wierzchołka korzenia. Pozostałe 13 (76,5%) korzeni zawierało naprzemiennie sekcje zawierające cieśń, lub sekcje bez cieśni [33].

Kontakiotis i wsp.[30] badając *in vitro* 40 korzeni bliższych zębów trzonowych dolnych zastosowali inną metodę. Korzenie zostały przecięte w odległości 3mm, a następnie w odległości 5mm od apexu. Przekroje wybarwiono przy pomocy błękitu metylenowego, a następnie oceniano dwukrotnie, nie stosując powiększenia, oraz przy użyciu mikroskopu zabiegowego w 3-krotnym powiększeniu. W pierwszej kolejności, autorzy nie stosując powiększenia, określili liczbę kanałów korzeniowych oraz zbadali obecność cieśni międzykanałowych w 40 korzeniach, w odległości 3mm od apexu. Kontakiotis i wsp. stwierdzili, że 12 korzeni posiadało jeden kanał (30%), 27 korzeni dwa kanały (67,5%), i jeden korzeń trzy kanały (2,5%). W 19 korzeniach (47,5%), autorzy zlokalizowali cieśni międzykanałowe. Następnie, badając korzenie w odległości 5mm od apexu, autorzy stwierdzili 3 korzenie z jednym kanałem (7,5%) i 37 korzeni z dwoma kanałami (92,5%). Aż w 31 korzeniach (77,5%), autorzy zlokalizowali obecność cieśni międzykanałowej. Natomiast podczas analizy tych samych 40 korzeni w 3-krotnym powiększeniu, w odległości 3mm od apexu, autorzy stwierdzili 11 korzeni z jednym kanałem (27,5%), 26 korzeni z dwoma kanałami (65%), oraz trzy korzenie z trzema kanałami (7,5%). W 27 korzeniach (67,5%) zlokalizowali cieśni międzykanałowe. Badając korzenie w 3-krotnym powiększeniu, w odległości 5mm od apexu, autorzy zlokalizowali 3 korzenie z jednym kanałem (7,5%) oraz 37 korzeni z dwoma kanałami (92,5%). W 32 korzeniach (80%), stwierdzili obecność cieśni międzykanałowych. Autorzy podali, że istotnie więcej cieśni międzykanałowych znajdowało się w odległości 5mm od apexu, niezależnie, czy badanie było prowadzone bez użycia powiększenia, lub w 3-krotnym powiększeniu (test Fishera). Porównując wyniki wykrywania cieśni międzykanałowych autorzy stwierdzili, że wykrywalność cieśni była większa w 3-krotnym powiększeniu, przy czym szczególnie dotyczyło to badania w odległości 3mm od apexu. Na tej podstawie doszli do

wniosku, że obecność mikroskopu zabiegowego podczas wykonywania resekcji wierzchołka korzenia jest niezbędna, ze względu na możliwość dokładniejszej oceny resekowanej części korzenia w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych [30].

W porównaniu do wyników Kontakiotis i wsp., w badaniach własnych stwierdzono, że cieśń występowała w korzeniach bliższych częściej (82,6%). Należy jednak zaznaczyć, że obecność cieśni w badaniach własnych była oceniana wyłącznie bez powiększenia co 1mm na odcinku 6mm począwszy od apexu. Natomiast Kontakiotis i wsp. [30] badali frekwencję występowania cieśni międzykanałowych wyłącznie w odległości 3mm i 5mm od apexu (bez użycia powiększenia, a następnie w 3-krotnym powiększeniu). Porównując wyniki badań autorów z wynikami badań własnych stwierdzono, że gdy Kontakiotis i wsp. nie używali powiększenia, odsetek występowania cieśni w odległości 3mm od apexu wyniósł 47,5%, natomiast gdy analiza przebiegała w 3-krotnym powiększeniu, odsetek ten wzrósł do 67,5%. Wyniki badań własnych znajdują się pomiędzy powyższymi wartościami - na tej odległości od apexu cieśni międzykanałowe występowały w 52,2% korzeni bliższych. W odległości 5mm od apexu autorzy stwierdzili wyższy odsetek korzeni bliższych z cieśnią niż odsetek uzyskany w badaniach własnych – Kontakiotis i wsp. nie stosując powiększenia zlokalizowali cieśni w 77,5% przypadków, a używając 3-krotnego powiększenia stwierdzili cieśni w 80% przypadków. Dla porównania, w tej odległości od apexu w badaniach własnych cieśni międzykanałowe stwierdzono w 56,5% przypadkach.

Występowanie cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych dolnych na podstawie piśmiennictwa

Badania dotyczące występowania cieśni międzykanałowych w zębach trzonowych dolnych prowadzili również Mehrvarzfar i wsp. [34], którzy badali populację irańską, przy czym autorzy ci nie dzielili badanej grupy zębów na zęby pierwsze i drugie, oceniając je wspólnie. Autorzy poddali badaniom korzenie bliższe 60 zębów trzonowych dolnych pierwszych i drugich, z których każdy posiadał dwa kanały. Korzenie zostały pocięte poprzecznie w odległości 2, 4 i 6mm od apexu, zabarwione przy pomocy barwnika India Ink, a następnie przeanalizowane w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych. Autorzy oceniali preparaty przy pomocy stereomikroskopu, w 30-krotnym powiększeniu. Do oceny cieśni, Mehrvarzfar i wsp. wykorzystali dwie klasyfikacje: najpierw zastosowali klasyfikację Teixeira i wsp.[54], a następnie klasyfikację Hsu i wsp. [23]. Autorzy badań, posługując się klasyfikacją Teixeira i wsp. [54] stwierdzili, że w odległości 2mm od wierzchołka, cieśń międzykanałowa wystąpiła w 42 (70%) korzeniach bliższych na 60 zbadanych, z czego w 11 korzeniach (18,3%) cieśni zakwalifikowano jako niekompletne (czyli takie, w których dwa kanały nie są całkowicie połączone ze sobą cieśnią), a w 31 korzeniach (51,7%) cieśni zakwalifikowano jako kompletne (czyli dwa kanały są całkowicie połączone ze sobą cieśnią). W odległości 4mm od apexu, Mehrvarzfar i wsp. zlokalizowali cieśni międzykanałowe w 53 korzeniach bliższych na 60

zbadanych (88,4%), z czego w 25 korzeniach (41,7%) stwierdzili cieśni niekompletne, a w 28 korzeniach (46,7%) cieśni kompletne. W odległości 6mm od apexu, autorzy zlokalizowali cieśni międzykanałowe w 55 korzeniach bliższych (91,7%), z czego w 40 korzeniach (66,6%) była to cieśń niekompletna, a w 15 korzeniach (25%), cieśń kompletna. Inne wyniki odnośnie występowania cieśni międzykanałowych autorzy podali, gdy oceny dokonywali na podstawie klasyfikacji Hsu i wsp. z 1997 roku [23]. W tym przypadku, w odległości 2, 4 i 6mm od apexu, cieśni międzykanałowe stwierdzono średnio w 83% korzeni bliższych. Najwyższy odsetek cieśni autorzy zanotowali w odległości 6mm od wierzchołków korzeni (92%), najniższy odsetek stwierdzili w odległości 2mm od apexu (70%). W odległości 4mm od apexu odsetek cieśni wynosił 88%. Autorzy nie stwierdzili różnicy istotnej statystycznie pomiędzy typem cieśni a jej lokalizacją w korzeniu. W odległości 2 i 4mm od apexu najczęściej występował typ V cieśni wg Hsu i wsp. (czyli kompletna cieśń pomiędzy dwoma kanałami), natomiast w odległości 6mm najczęściej stwierdzano typ II, czyli cieśń niekompletną pomiędzy dwoma kanałami zęba [34].

Natomiast Gulabivala i wsp. [20] w swoich badaniach przeanalizowali korzenie pochodzące ze 134 zębów trzonowych dolnych drugich i korzenie 58 zębów trzonowych dolnych trzecich w populacji birmańskiej. Autorzy użyli w swojej pracy metody *clearing technique*. Badania prowadzili w 3-krotnym powiększeniu. Oprócz analizy w aspekcie występowania cieśni międzykanałowych, Gulabivala i wsp. badali liczbę kanałów korzeniowych, oraz ich konfigurację wg Vertucciego [cyt. za 20], oceniali także liczbę otworów wierzchołkowych w każdym korzeniu, oraz liczbę kanałów bocznych. Gulabivala i wsp. stwierdzili, że poprzeczne połączenia pomiędzy kanałami w jednym korzeniu, występowały częściej w korzeniach bliższych, niż w korzeniach dalszych, zarówno w zębach trzonowych dolnych drugich jak i trzecich. W korzeniach bliższych zębów trzonowych dolnych drugich, cieśni stwierdzono w 55,1% korzeni, natomiast w korzeniach bliższych zębów trzonowych dolnych trzecich, cieśni zlokalizowano w 6,5% przypadków. Badając korzenie dalsze stwierdzono, że w zębach trzonowych dolnych drugich cieśń występowała w 2,6% przypadków, natomiast w korzeniach dalszych zębów trzonowych dolnych trzecich nie stwierdzono obecności cieśni międzykanałowych [20].

W badaniach własnych nie brano pod uwagę zębów trzonowych dolnych drugich i trzecich, dlatego też nie można odnieść się do wyników badań Mehrvarzfar i wsp. [34] oraz Gulabivala i wsp. [20]. Jednak przedstawione przez tych autorów wyniki wskazują, że należałoby takie badania podjąć szczególnie w przypadku zębów trzonowych dolnych drugich.

Typy cieśni międzykanałowych i ich sekwencje występujące w korzeniach zębów

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono publikacji analizujących problem cieśni pod kątem konfiguracji w jakich mogą występować różne typy cieśni na określonych odcinkach korzenia, a w tym przypadku w odległości 6mm od wierzchołka korzenia. Natomiast problem ten wydaje się być ważny, zarówno ze względów poznawczych jak i praktycznych, ponieważ w

istotny sposób może wpływać na stopień skomplikowania leczenia endodontycznego. Dokonana na podstawie wyników badań własnych (Tab. 10) analiza konfiguracji typów cieśni występujących w poszczególnych korzeniach, wskazuje jak znaczny może być stopień złożoności systemu kanałowego na przebiegu 6mm od apexu, co przekłada się bezpośrednio na stopień trudności w leczeniu endodontycznym i może rzutować na jego powodzenie.

Jak wynika z uzyskanych danych (Tab. 10), obecność cieśni różnych typów stwierdzano w 53 korzeniach, przy czym wyłącznie w 5 korzeniach (9,4%) była to cieśń pojedyncza, tzn. występująca tylko w jednym z sześciu preparatów wykonanych na odcinku 6mm od apexu. W pozostałych 48 korzeniach (90,6%), stwierdzono sekwencje złożone z dwóch lub większej liczby cieśni, przy czym w 20 korzeniach (37,8%) były to sekwencje złożone z różnej liczby cieśni należących do tego samego typu. Wśród tych 20 korzeni zawierających wyłącznie sekwencje cieśni tego samego typu, w 8 korzeniach (40%) sekwencje były złożone z cieśni typu I (ledwie zauważalna cieśń znajdująca się pomiędzy dwoma kanałami – cieśń niekompletna), w 9 korzeniach (45%) były to sekwencje złożone z typu II cieśni (dobrze widoczna cieśń znajdująca się pomiędzy dwoma kanałami – cieśń kompletna), a w 3 korzeniach (15%) zlokalizowano wyłącznie sekwencje złożone z typu III cieśni (bardzo krótka kompletna cieśń). Nie stwierdzono żadnego korzenia, który zawierałby sekwencję złożoną wyłącznie z typu IV cieśni (niekompletna lub kompletna cieśń pomiędzy trzema kanałami zęba). Należy podkreślić, że na odcinku 6mm od apexu, w przypadku 28 korzeniach (52,8%), stwierdzano obecność cieśni występujących w sekwencjach mieszanych, czyli złożonych z dwóch lub większej liczby cieśni różnych typów. Może to stanowić dodatkowe utrudnienie w leczeniu endodontycznym.

Autorzy badając system kanałowy w korzeniu lub w jego części, stosowali różne klasyfikacje korzeni zawierających cieśni. Ze względu na to, że poszczególne typy cieśni opisane w tych klasyfikacjach różnią się między sobą, trudno jest dokonać bezpośrednich porównań z wynikami badań własnych, w których do oceny typów cieśni występujących na odcinku 6mm od apexu, zastosowano pięciostopniową klasyfikację Kim i wsp. [27]. Część autorów w swoich badaniach stosowała dwustopniowy podział cieśni: na częściowe (niekompletne) i całkowite (kompletne). Do cieśni częściowych zaliczali ledwie zauważalne, bardzo wąskie cieśni, które biegły od jednego kanału w kierunku drugiego w tym samym korzeniu zęba, lecz połączenie pomiędzy kanałami było niepełne. Do cieśni całkowitych zaliczali dobrze widoczne cieśni, łączące dwa kanały w jednym korzeniu zęba. Weller i wsp. [62] badając korzenie policzkowe bliższe trzonowców górnych pierwszych stwierdzili, że w odległości 1mm od apexu cieśń niekompletna dotyczyła 75% korzeni z cieśnią, a cieśń kompletna 25%. W odległości 2mm od apexu, cieśni częściowe stwierdzono w 92%, a całkowite w 8% korzeni z cieśnią. W odległości 3mm od wierzchołka, cieśń częściowa występowała w 84%, a cieśń całkowita w 16% korzeni z cieśnią. W odległości 4mm od apexu, autorzy stwierdzili obecność cieśni częściowych w 88%, a cieśni całkowitych w 12% korzeni z

cieśnią. W odległości 5mm od wierzchołka cieśni częściowe stwierdzono w 83%, a całkowite w 17% korzeni z cieśnią. W odległości 6mm od apexu, cieśni częściowe były obecne w 82%, a cieśni całkowite w 18% korzeni z cieśnią. Również Tam i wsp. [53] analizowali frekwencję cieśni częściowych i całkowitych w korzeniach policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych, przy czym w badaniach brali pod uwagę odcinki tylko 3, 4 i 5mm od apexu. Podobnie jak Weller i wsp. [62], również ci autorzy stwierdzili, że cieśń częściowa występowała częściej (63%) niż cieśń całkowita (25%). Wyniki badań własnych różnią się od danych przedstawionych przez Wellera i wsp. [62] oraz Tama i wsp. [53], ponieważ w korzeniach policzkowych bliższych trzonowców górnych cieśń częściową stwierdzano rzadziej niż całkowitą. W odległości 3mm w 25% przypadków występowała cieśń częściowa, a w 75% cieśń całkowita. W odległości 4mm również rzadziej występowała cieśń częściowa (12,5%), a częściej całkowita (87,5%). Podobnie w odległości 5mm od wierzchołka cieśń częściowa występowała rzadziej (30%) niż całkowita (60%). W odległości 6mm od wierzchołka cieśń częściowa występowała niewiele rzadziej (44%) niż całkowita (56%). Jedynie w odległości 1mm od apexu, nie stwierdzono obecności cieśni, natomiast w odległości 2mm od apexu w 50% przypadków była to cieśń częściowa, w 50% całkowita. Mehrvarzfar i wsp. [34] zbadali korzenie bliższe trzonowców dolnych pierwszych i drugich, oceniając preparaty wykonane w odległości 2, 4 i 6mm od apexu. Cieśń częściową stwierdzili w przypadku 42,2% korzeni (w odległości 2, 4 i 6mm od apexu było to odpowiednio 18,3%, 41,7% i 66,6% przypadków). Cieśń całkowita występowała w 41,1% korzeni (w odległości 2, 4 i 6mm od apexu było to odpowiednio 51,7%, 46,7% i 25% przypadków). Autorzy w swoich wynikach, nie uwzględniali podziału na trzonowce dolne pierwsze i drugie, toteż nie można ich bezpośrednio odnieść do danych uzyskanych w badaniach własnych, które dotyczyły tylko trzonowców dolnych pierwszych.

Posumowanie

Wyniki badań własnych (a także wyniki uzyskane przez innych autorów), wyraźnie wskazują na konieczność większego uwzględniania w leczeniu endodontycznym problemów, które mogą być spowodowane występowaniem cieśni międzykanałowych. Jednocześnie jak wynika z badań, skuteczność wykrywania cieśni w standardowym badaniu radiologicznym jest niska i brak jest możliwości precyzyjnego określenia typu cieśni na podstawie tego badania. Lekarz endodonta podczas leczenia kanałowego powinien korzystać z lup zabiegowych lub mikroskopu, aby lepiej oświetlić pole operacyjne i zwiększyć prawdopodobieństwo odnalezienia nie tylko wszystkich kanałów korzeniowych, ale także stwierdzenia lub wykluczenia obecności cieśni międzykanałowych, co zwiększy szansę na dokładniejsze mechaniczno-chemiczne opracowanie całego systemu kanałów korzeniowych. Wnikliwa analiza morfologii systemu kanałów korzeniowych powinna także uwzględniać określenie typu cieśni, które mogą występować w różnych sekwencjach na każdym odcinku korzenia, a

szczególnie w jego części przyszczytowej i środkowej. Szczególnie dotyczy to korzeni zębów trzonowych górnych (korzenie policzkowe) i dolnych (korzenie bliższe), a także w mniejszym stopniu korzeni zębów przedtrzonowych górnych. Z uwagi na znaczne zróżnicowanie morfologiczne występujących cieśni międzykanałowych, oraz trudny (a czasem wręcz ograniczony) dostęp do nich, klinicysta dużą uwagę powinien poświęcić skutecznej irygacji systemu kanałów korzeniowych m.in. za pomocą roztworu podchlorynu sodu. Prawidłowe oczyszczenie kanałów korzeniowych oraz znajdujących się między nimi cieśni, pozwoli na szczelne i dokładne wypełnienie całego systemu kanałowego, co jest podstawą powodzenia w leczeniu endodontycznym.

Poszerzenie wiedzy na temat skomplikowanej anatomii systemu kanałów korzeniowych zębów, w tym szczególnie wiedzy dotyczącej występowania cieśni międzykanałowych, pozwoli zmniejszyć liczbę niepowodzeń w leczeniu endodontycznym, co w konsekwencji spowoduje spadek liczby wykonywanych zabiegów z zakresu chirurgii endodontycznej.

6. WNIOSKI

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków szczegółowych:

1. Ogółem cieśni międzykanałowe stwierdzono w 56,6% zbadanych zębów, w tym w 79,2% trzonowców i w 16,7% przedtrzonowców.
 - Najczęściej cieśń występowała w trzonowcach górnych pierwszych (83,3%) i trzonowcach dolnych pierwszych (82,6%), nieco rzadziej w trzonowcach górnych drugich (72,2%). W przedtrzonowcach górnych cieśń występowała najrzadziej (27,7%), natomiast cieśni nie stwierdzono w przedtrzonowcach dolnych.
2. Ogółem obecność cieśni międzykanałowych stwierdzono w 34,4% zbadanych korzeni.
 - Najczęściej cieśń występowała w korzeniach trzonowców dolnych pierwszych (54,4%). W korzeniach trzonowców górnych drugich, trzonowców górnych pierwszych i przedtrzonowców górnych cieśń występowała rzadziej (32,5%; 27,7% ; 25%).
3. Cieśń występowała najczęściej w korzeniach policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych (83,3%) i w korzeniach bliższych trzonowców dolnych pierwszych (82,6%). Najrzadziej cieśń występowała w korzeniach dalszych trzonowców dolnych pierwszych i korzeniach pojedynczych przedtrzonowców górnych (26,1% i 31,2%).
 - Cieśni nie stwierdzono w korzeniach policzkowych i podniebiennych przedtrzonowców górnych, korzeniach policzkowych dalszych i podniebiennych trzonowców górnych pierwszych oraz korzeniach policzkowych dalszych i podniebiennych trzonowców górnych drugich.
4. Najrzadziej cieśń występowała w odległości 1mm (7,8%) i 2mm od wierzchołka korzenia (14,3%). W odległości 4, 5, 6 i 3mm od wierzchołka, cieśń występowała częściej (od 25,3% do 22,1%).
5. W badanych korzeniach najczęściej występował typ II czyli cieśń kompletna (47,5%) oraz typ I czyli cieśń niekompletna (33,7%), rzadziej stwierdzano typ III czyli bardzo krótką kompletną cieśń (17,1%), natomiast bardzo rzadko występował typ IV czyli kompletna lub niekompletna cieśń pomiędzy trzema kanałami (1,7%).
 - W korzeniach przedtrzonowców górnych występował tylko typ II (56,3%) i typ III (43,7%).
 - W korzeniach trzonowców górnych pierwszych występowały wszystkie 4 typy cieśni, przy czym najczęściej typ II (54,5%) i typ I (30,3%).
 - W korzeniach trzonowców dolnych pierwszych występowały wszystkie 4 typy cieśni, przy czym najczęściej typ II (43,3%) i typ I (41,1%).
 - W korzeniach trzonowców górnych drugich występował typ I, II i III cieśni, przy czym najczęściej typ II (47,6%) i typ I (33,3%).

6. Najniższy był odsetek korzeni, w których stwierdzano tylko jedną lub 6 cieśni (po 9,4%), natomiast najczęściej w korzeniu stwierdzano 3, 4 i 2 cieśnie (22,7%; 22,7%; 20,7%), nieco rzadziej 5 cieśni (15%). Sekwencje cieśni należących do tego samego typu stwierdzono w przypadku 37,8% korzeni, natomiast sekwencje złożone z różnych typów cieśni stwierdzono w przypadku 52,8% korzeni.
7. Skuteczność wykrywania cieśni międzykanałowych w badanych korzeniach zębów na podstawie analizy zdjęć RVG była bardzo niska (11,3%).

Podsumowując, w leczeniu endodontycznym zębów trzonowych i przedtrzonowych górnych należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia na odcinku 6mm od wierzchołka korzenia konfiguracji różnych typów cieśni międzykanałowych zarówno o charakterze częściowym jak i całkowitym. Problem cieśni, ze względu na zwiększoną częstość ich występowania, może być szczególnie nasilony, gdy leczenie kanałowe dotyczy korzeni policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych i korzeni bliższych trzonowców dolnych pierwszych.

7. STRESZCZENIE

Cieśń międzykanałowa jest wąską przestrzenią o wstęgowatym kształcie, znajdującą się pomiędzy dwoma lub więcej kanałami w jednym korzeniu zęba. Zdaniem różnych autorów, w korzeniu każdego zęba posiadającego dwa kanały istnieje wysokie prawdopodobieństwo jej wystąpienia. Cieśń nazywana jest również korytarzem, bocznym połączeniem, czy też poprzeczną anastomozą. W przypadku zębów żywych, cieśń wypełniona jest przez żywą miazgę, natomiast w przypadku zębów martwych znajdują się w niej martwe resztki miazgi, bakterie, oraz ich produkty przemiany materii. W zębach, w których wykonano leczenie endodontyczne, i które mają wypełnione kanały, cieśń międzykanałowa może być wypełniona resztkami martwej miazgi lub też opiłkami zębiny, powstałymi podczas opracowywania kanałów. Cieśń międzykanałowa może zawierać również mikroorganizmy, ich produkty przemiany materii, lub też warstwę mazistą, powstałą podczas chemo-mechanicznego opracowania kanałów. Może być także wypełniona gutaperką lub uszczelniaczem. Mogą w niej również występować zwapnienia. W literaturze niewiele jest informacji na temat tworzenia się cieśni międzykanałowych w procesie odontogenezy. Dostępne dane z piśmiennictwa wskazują, że formowanie cieśni, kanałów dodatkowych i bocznych zachodzi w procesie odontogenezy, podczas powstawania i rozwoju korzenia zęba z nabłonkowej pochewki Hertwiga, która wyznacza kształt nowego korzenia.

Cel pracy

Celem pracy było zbadanie częstości występowania cieśni międzykanałowych w zębach przedtrzonowych i trzonowych stałych, określenie, w jakiej odległości od wierzchołka korzenia cieśni międzykanałowe występowały najczęściej, określenie, który typ cieśni był najbardziej charakterystyczny dla danej grupy zębowej, oraz próba oceny przydatności radiowizjografii w wykrywaniu cieśni międzykanałowych.

Materiał i metodyka badań

Materiał badawczy stanowiły 154 korzenie zębów, pozyskane z 83 zębów przedtrzonowych i trzonowych stałych, usuniętych ze wskazań ortodontycznych lub periodontologicznych. W badaniach wykorzystano 20 korzeni zębów przedtrzonowych górnych (w tym: 2 korzenie policzkowe, 2 korzenie podniebienne, 16 korzeni pojedynczych); 12 korzeni zębów przedtrzonowych dolnych (wszystkie korzenie były korzeniami pojedynczymi); 36 korzeni zębów trzonowych górnych pierwszych (w tym: 12 korzeni policzkowych bliższych, 12 korzeni policzkowych dalszych, 12 korzeni podniebiennych); 40 korzeni zębów trzonowych górnych drugich (w tym: 8 korzeni policzkowych bliższych, 8 korzeni policzkowych dalszych, 6 korzeni policzkowych, 14 korzeni podniebiennych, 4 korzenie pojedyncze); 46 korzeni zębów trzonowych dolnych pierwszych (w tym: 23 korzenie bliższe, 23 korzenie dalsze).

Zęby po ekstrakcji zostały oczyszczone z włókien ozębnej za pomocą metalowej szczoteczki, opłukane 5,25% roztworem podchlorynu sodu i wodą utlenioną, osuszone, a

następnie umieszczone pojedynczo w oznakowanych numerami probówkach Corninga, w których były przechowywane do czasu kolejnych badań. W kolejnym etapie badań, każdy ze 83 zębów został zmierzony przy pomocy suwmiarki. Pierwszy pomiar dotyczył długości całkowitej zęba, a kolejny dotyczył samego korzenia zęba (od granicy szkliwno-cementowej (CEJ), do wierzchołka korzenia zęba). Następnie, każdy ząb został sfotografowany w czterech projekcjach: mesialnej, dystalnej, policzkowej, podniebiennej/językowej. Do tego celu wykorzystano aparat fotograficzny Canon 30D z obiektywem Canon 100mm f/2.8, oraz lampą pierścieniową Canon Macro Ring Lite MR-14. Dla wszystkich 154 korzeni, została wykonana dokumentacja radiologiczna metodą radiowizjografii (RVG), w czterech projekcjach: mesialnej, dystalnej, policzkowej, podniebiennej/językowej. Do badań RVG wykorzystano aparat Planmeca Dixie. Do opracowania zdjęć RVG, czyli wydobywania szczegółów oraz poprawy ich ostrości zastosowano program Planmeca Romexis. Na podstawie analizy zdjęć RVG określano, czy w danym korzeniu znajduje się cieśń międzykanałowa, względnie stwierdzano jej brak. Przed wykonaniem zdjęcia RVG, każdy ząb umieszczono w specjalnie przygotowanym do tego celu pozycjonerze w ten sposób, aby cały korzeń zęba był wyeksponowany na działanie promieniowania RVG. Zdjęcia wykonywano w technice kąta prostego. Czas ekspozycji w przypadku każdego zdjęcia wynosił 0,125s. W kolejnym etapie badań, każdy ząb został zatopiony w masie żywicznej, a następnie tak przygotowany bloczek został pocięty poprzecznie na 6 jednomilimetrowych preparatów rozpoczynając od wierzchołka korzenia zęba. Każdy z 6 przekrojów korzenia był badany wzrokiem i z wykorzystaniem zgłębnika endodontycznego.

W badaniach oceniano brak lub obecność cieśni międzykanałowej. W przypadku stwierdzenia obecności cieśni, określano jej typ posługując się pięciostopniową klasyfikacją opisaną przez Kim i wsp. [27], w której do typu I cieśni zaliczano ledwie zauważalne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, zwane także cieśnią niekompletną. Do typu II cieśni zaliczano wyraźne połączenie pomiędzy dwoma kanałami zęba, zwane także cieśnią kompletną. Do typu III zaliczano bardzo krótką, kompletną cieśń. Do typu IV zaliczano kompletną lub niekompletną cieśń pomiędzy trzema lub więcej kanałami zęba. Natomiast obecność w korzeniu dwóch lub więcej kanałów z jednoczesnym brakiem cieśni międzykanałowej określano jako typ V wg klasyfikacji Kim i wsp. [27].

Na wykonanie badań uzyskano zgodę Niezależnej Komisji Etyki Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym Nr NKEBN/282/2010.

Wyniki i ich omówienie

Uzyskane wyniki wykonanych badań zostały przedstawione w tabelach od 2 do 16, oraz na rycinach od 23 do 36.

Oceniając występowanie cieśni międzykanałowych w korzeniach poszczególnych grup zębowych, stwierdzono, że najczęściej cieśń występowała w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych (83,3% zębów), korzeniach zębów trzonowych dolnych pierwszych (82,6%

zębów), oraz w korzeniach zębów trzonowych górnych drugich (72,2% zębów). W przypadku korzeni zębów przedtrzonowych górnych było to tylko 27,7% zębów. W korzeniach zębów przedtrzonowych dolnych nie stwierdzono obecności cieśni.

Analizując 924 preparaty wykonane z korzeni poszczególnych grup zębów, stwierdzono, że na 120 preparatów wykonanych z korzeni przedtrzonowców górnych, cieśń międzykanałowa była obecna w 16 preparatach (13,3%), przy czym wszystkie pochodziły z korzeni pojedynczych. Badając 216 preparatów wykonanych z korzeni trzonowców górnych pierwszych, występowanie cieśni stwierdzono w 33 przypadkach (15,3%), przy czym wszystkie pochodziły z korzeni policzkowych bliższych. Analizując 276 preparatów wykonanych z korzeni trzonowców dolnych pierwszych, cieśni międzykanałowe zlokalizowano w 90 przypadkach (32,6%), z czego 63 z tych preparatów pochodziło z korzeni bliższych, a 27 preparatów z korzeni dalszych. Natomiast badając 240 preparatów wykonanych z korzeni trzonowców górnych drugich, stwierdzono obecność cieśni w 42 preparatach (17,5%), z czego po 16 preparatów pochodziło z korzeni policzkowych i policzkowych bliższych, a 10 preparatów z korzeni pojedynczych.

Badania wykazały również, że w 154 przekrojach wykonanych w odległości 1mm od wierzchołków 154 korzeni zębów, tylko w 12 preparatach (7,8%) stwierdzono cieśń. W pozostałych 142 korzeniach (93,2%) w odległości 1mm od wierzchołków korzeni nie stwierdzono występowania cieśni. Różnica ta była istotna statystycznie. Na 154 preparaty wykonane w odległości 2mm od apexu, cieśń stwierdzono w 22 przypadkach (14,3%). W pozostałych 132 korzeniach (86,7%) w odległości 2mm od apexu nie stwierdzono występowania cieśni. Stosunkowo najczęściej cieśni międzykanałowe lokalizowano w preparatach wykonanych w odległości odpowiednio 4, 5, 6 i 3mm od wierzchołków badanych korzeni zębów. W odległości 4mm od apexu cieśń międzykanałową stwierdzono w 39 przypadkach (25,3%), natomiast nie występowała ona na tej odległości w 115 korzeniach (74,7%). W odległości 5mm od apexu stwierdzono 38 przypadków cieśni (24,7%), natomiast cieśni nie było na tej odległości od apexu w 116 korzeniach (75,3%). W odległości 6mm od apexu cieśni zlokalizowano w 36 korzeniach (23,3%), natomiast cieśni nie stwierdzono na tej odległości w 118 korzeniach (76,7%). W odległości 3mm od wierzchołków korzeni zębów, cieśń międzykanałowa występowała w 34 korzeniach (22,1%), a w pozostałych 120 korzeniach (78,9%) na tej odległości od apexu, nie stwierdzono jej obecności.

Analizując preparaty, w których stwierdzono obecność cieśni (n=181) pod względem typu cieśni stwierdzono, że najczęściej występował typ II cieśni (n=86; 47,5%), oraz typ I cieśni, który zlokalizowano w 61 przypadkach (33,7%). Rzadziej, bo w 31 preparatach (17,1%) wykryto typ III cieśni międzykanałowych. Jedynie w 3 preparatach (1,7%) stwierdzono typ IV cieśni międzykanałowych.

Analizując natomiast wyniki badań pod względem występowania określonego typu cieśni na poszczególnych odległościach od apexu stwierdzono, że w odległości 4mm od apexu, gdzie znaleziono największą liczbę cieśni (n=39), 22 badane korzenie zawierały cieśni typu II, 10 korzeni zawierało cieśni typu I, w 6 korzeniach zlokalizowano cieśń typu III i tylko w jednym korzeniu stwierdzono cieśń typu IV. Niewiele mniej cieśni międzykanałowych (n=38), znaleziono w korzeniach w odległości 5mm od apexu, przy czym najczęściej występowała tutaj cieśń typu II (n=21), następnie typu I (n=10) i typu III (n=6). Cieśń typu IV wystąpiła tylko w jednym przypadku. W odległości 6mm od badanych wierzchołków korzeni zębów, 36 z nich zawierało cieśni międzykanałowe, z czego 19 cieśni zakwalifikowano do typu II, 13 cieśni do typu I, tylko 4 cieśni do typu III. Stwierdzono także całkowity brak cieśni typu IV. W odległości 3mm od apexu cieśń międzykanałową stwierdzono w 34 korzeniach, w tym 14 cieśni było typu II, 13 cieśni było typu I, a 7 cieśni było typu III. Tutaj również stwierdzono całkowity brak cieśni typu IV. Stosunek częstości występowania cieśni typu I : II : III : IV w 181 preparatach, był jak 1 : 1,4 : 0,5 : 0,05. Wprawdzie zaobserwowano różnice w liczbie cieśni międzykanałowych na każdej z badanych odległości od apexu, to jednak analiza statystyczna testem chi² nie potwierdziła istotności statystycznej tych różnic.

Obecność cieśni w korzeniach zębów przedtrzonowych górnych

Spośród 20 analizowanych korzeni zębów przedtrzonowych górnych (2 policzkowych, 2 podniebiennych oraz 16 pojedynczych) cieśni międzykanałowe zlokalizowano jedynie w 5 korzeniach pojedynczych (16 preparatów). W tej grupie zębowej występował tylko II i III typ cieśni międzykanałowej, natomiast nie stwierdzono cieśni typu I i typu IV. Stwierdzono również, że ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I : II : III : IV w badanych 16 preparatach, był jak 0 : 1 : 0,7 : 0. Najczęściej cieśni występowały w odległości 3mm i 4mm od apexu.

Obecność cieśni w korzeniach zębów trzonowych górnych pierwszych

Spośród 36 analizowanych korzeni (12 policzkowych bliższych, 12 policzkowych dalszych oraz 12 podniebiennych), cieśni międzykanałowe stwierdzono jedynie w korzeniach policzkowych bliższych. Spośród 12 korzeni tego typu, 10 korzeni zawierało w swoim przebiegu cieśni międzykanałowe (33 preparaty). W tej grupie zębowej występowały wszystkie cztery typy cieśni międzykanałowych, przy czym ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I : II : III : IV w 33 preparatach, był jak 1 : 1,8 : 0,3 : 0,2. Stwierdzono ponadto, że najczęściej cieśni występowały w odległości 5mm od apexu, natomiast nie stwierdzono żadnego preparatu zawierającego cieśń międzykanałową w odległości 1mm od wierzchołków korzeni badanych zębów. Cieśni nie występowały w korzeniach policzkowych dalszych i w korzeniach podniebiennych.

Obecność cieśni w korzeniach zębów trzonowych dolnych pierwszych

Występowanie cieśni międzykanałowych stwierdzono w 25 na 46 badanych korzeni, zarówno bliższych, jak i dalszych. Dodatkowo stwierdzono, że w 6 zębach trzonowych dolnych pierwszych cieśń występowała w obydwu korzeniach: zarówno w korzeniu bliższym, jak i w korzeniu dalszym, natomiast w pozostałych 13 zębach trzonowych dolnych pierwszych, cieśń występowała tylko w jednym korzeniu i był to zawsze korzeń bliższy. W korzeniach bliższych zębów trzonowych dolnych pierwszych, w 63 preparatach stwierdzono cieśni międzykanałowe typu I, II i III. Nie zlokalizowano żadnego przypadku typu IV cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I : II : III : IV w 63 preparatach był jak 1 : 1,36 : 0,5 : 0. Stwierdzono ponadto, że najczęściej cieśni występowały w odległości 4mm i 5mm od apexu, natomiast najrzadziej cieśń stwierdzano w odległości 1mm od wierzchołków korzeni. W korzeniach dalszych zębów trzonowych dolnych pierwszych, w 27 preparatach występowały wszystkie typy cieśni międzykanałowych, przy czym ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I : II : III : IV w 27 preparatach był jak 1 : 0,6 : 0,13 : 0,06. Stwierdzono ponadto, że najczęściej cieśni występowały w odległości 4mm od apexu, a najrzadziej w odległości 1mm od apexu.

Obecność cieśni w korzeniach zębów trzonowych górnych drugich

Spośród 40 zbadanych korzeni (6 policzkowych, 8 policzkowych bliższych, 8 policzkowych dalszych, 14 podniebiennych, oraz 4 pojedynczych), cieśni występowały tylko w 4 korzeniach policzkowych, 6 korzeniach policzkowych bliższych oraz w 3 korzeniach pojedynczych. Cieśni nie stwierdzono w korzeniach policzkowych dalszych i w korzeniach podniebiennych. W korzeniach policzkowych tej grupy zębowej, w 16 preparatach stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych typu zarówno I, II jak i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku IV typu cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I : II : III : IV w 16 preparatach był jak 1 : 1,5 : 1,5 : 0. Stwierdzono także, że najczęściej cieśni występowały w odległości 3mm od apexu, natomiast najrzadziej w odległości 1mm. W korzeniach policzkowych bliższych, również w 16 preparatach stwierdzono występowanie cieśni międzykanałowych typu I, II i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku typu IV cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I:II:III:IV w 16 preparatach był jak 1 : 0,66 : 1,11 : 0. Stwierdzono, że cieśń najczęściej występowała w odległości 3 i 6mm, natomiast w odległości 1mm od apexu nie wystąpił żaden przypadek cieśni międzykanałowej. W korzeniach pojedynczych natomiast, w 10 preparatach występowały cieśni międzykanałowe typu I, II i III. Nie stwierdzono żadnego przypadku IV typu cieśni. Ogółem stosunek częstości występowania cieśni typu I:II:III:IV w 10 preparatach wynosił jak 1 : 8 : 1 : 0. Stwierdzono również, że najczęściej cieśni występowały w odległości 5mm i 6mm od apexu. W odległości 1mm nie zlokalizowano żadnego korzenia z cieśnią międzykanałową.

Obecność cieśni pojedynczych i mnogich w każdym z 53 korzeni zawierających cieśń

Analizując wyniki badań stwierdzono również, że na 53 korzenie zawierające w swoim przebiegu na odcinku 6mm co najmniej jedną cieśń międzykanałową, 5 korzeni (9,4%) zawierało po 1 preparacie z cieśnią (cieśń pojedyncza), 11 korzeni (20,7%) po 2 preparaty, 12 korzeni (22,7%) po 3 preparaty, 12 korzeni (22,7%) po 4 preparaty, a 8 korzeni (15,1%) posiadało po 5 preparatów z cieśnią. Tylko 5 korzeni (9,4%) zawierało w swoim przebiegu po 6 preparatów z cieśnią, co oznaczało, że cieśń występowała na każdej z 6 analizowanych jednomilimetrowych odległości od wierzchołka korzenia. Wśród konfiguracji cieśni mnogich (więcej niż jeden preparat z cieśnią w tym samym korzeniu zęba), z tym samym typem cieśni, zlokalizowano 15,1% korzeni zawierających wyłącznie sekwencje z typem I cieśni, 17% korzeni zawierających konfiguracje wyłącznie z typem II cieśni, i tylko 5,7% korzeni posiadających w badanym przebiegu sekwencje wyłącznie z typem III cieśni międzykanałowej. Pozostałe 52,8% korzeni zawierało mieszane konfiguracje typów cieśni.

Wykrywalność cieśni na podstawie analizy zdjęć RVG

Na podstawie analizy zdjęć RVG 154 korzeni pochodzących z 83 zębów obecność cieśni międzykanałowych stwierdzono tylko w sześciu korzeniach (3,9%). Były to trzy korzenie policzkowe bliższe należące do zębów trzonowych górnych pierwszych, dwa korzenie bliższe, oraz jeden korzeń dalszy, należące do zębów trzonowych dolnych pierwszych. W pozostałych 148 korzeniach (96,1%), badanie radiologiczne nie wykazało występowania cieśni międzykanałowych. Należy zaznaczyć, że na podstawie analizy wyłącznie zdjęć RVG, nie było możliwe ustalenie typu cieśni, a jedynie stwierdzenie jej obecności, lub braku. Natomiast jak wynika z wcześniej omówionej analizy preparatów wykonanych ze 154 korzeni, obecność cieśni międzykanałowej stwierdzono w 53 korzeniach co stanowiło 33,7% wszystkich badanych korzeni. Porównując powyższe dane stwierdzono, że wykrywalność cieśni w korzeniach metodą RVG, w porównaniu do ich rzeczywistego występowania na badanej odległości 6mm od apexu, była jak 1 : 8,6.

Wnioski

Uzyskane wyniki badań pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków szczegółowych:

4. Ogółem cieśni międzykanałowe stwierdzono w 56,6% zbadanych zębów, w tym w 79,2% trzonowców i w 16,7% przedtrzonowców.
 - Najczęściej cieśń występowała w trzonowcach górnych pierwszych (83,3%) i trzonowcach dolnych pierwszych (82,6%), nieco rzadziej w trzonowcach górnych drugich (72,2%). W przedtrzonowcach górnych cieśń występowała najrzadziej (27,7%), natomiast cieśni nie stwierdzono w przedtrzonowcach dolnych.
5. Ogółem obecność cieśni międzykanałowych stwierdzono w 34,4% zbadanych korzeni.
 - Najczęściej cieśń występowała w korzeniach trzonowców dolnych pierwszych (54,4%). W korzeniach trzonowców górnych drugich, trzonowców górnych pierwszych i przedtrzonowców górnych cieśń występowała rzadziej (32,5%; 27,7% ; 25%).

6. Cieśń występowała najczęściej w korzeniach policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych (83,3%) i w korzeniach bliższych trzonowców dolnych pierwszych (82,6%). Najrzadziej cieśń występowała w korzeniach dalszych trzonowców dolnych pierwszych i korzeniach pojedynczych przedtrzonowców górnych (26,1% i 31,2%).
 - Cieśni nie stwierdzono w korzeniach policzkowych i podniebiennych przedtrzonowców górnych, korzeniach policzkowych dalszych i podniebiennych trzonowców górnych pierwszych oraz korzeniach policzkowych dalszych i podniebiennych trzonowców górnych drugich.
4. Najrzadziej cieśń występowała w odległości 1mm (7,8%) i 2mm od wierzchołka korzenia (14,3%). W odległości 4, 5, 6 i 3mm od wierzchołka, cieśń występowała częściej (od 25,3% do 22,1%).
8. W badanych korzeniach najczęściej występował typ II czyli cieśń kompletna (47,5%) oraz typ I czyli cieśń niekompletna (33,7%), rzadziej stwierdzano typ III czyli bardzo krótką kompletną cieśń (17,1%), natomiast bardzo rzadko występował typ IV czyli kompletna lub niekompletna cieśń pomiędzy trzema kanałami (1,7%).
 - W korzeniach przedtrzonowców górnych występował tylko typ II (56,3%) i typ III (43,7%).
 - W korzeniach trzonowców górnych pierwszych występowały wszystkie 4 typy cieśni, przy czym najczęściej typ II (54,5%) i typ I (30,3%).
 - W korzeniach trzonowców dolnych pierwszych występowały wszystkie 4 typy cieśni, przy czym najczęściej typ II (43,3%) i typ I (41,1%).
 - W korzeniach trzonowców górnych drugich występował typ I, II i III cieśni, przy czym najczęściej typ II (47,6%) i typ I (33,3%).
9. Najniższy był odsetek korzeni, w których stwierdzano tylko jedną lub 6 cieśni (po 9,4%), natomiast najczęściej w korzeniu stwierdzano 3, 4 i 2 cieśnie (22,7%; 22,7%; 20,7%), nieco rzadziej 5 cieśni (15%). Sekwencje cieśni należących do tego samego typu stwierdzono w przypadku 37,8% korzeni, natomiast sekwencje złożone z różnych typów cieśni stwierdzono w przypadku 52,8% korzeni.
10. Skuteczność wykrywania cieśni międzykanałowych w badanych korzeniach zębów na podstawie analizy zdjęć RVG była bardzo niska (11,3%).

Podsumowując, w leczeniu endodontycznym zębów trzonowych i przedtrzonowych górnych należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia na odcinku 6mm od wierzchołka korzenia konfiguracji różnych typów cieśni międzykanałowych zarówno o charakterze częściowym jak i całkowitym.

Problem cieśni, ze względu na zwiększoną częstość ich występowania, może być szczególnie nasilony, gdy leczenie kanałowe dotyczy korzeni policzkowych bliższych trzonowców górnych pierwszych i korzeni bliższych trzonowców dolnych pierwszych.

8. SUMMARY

Isthmus is a narrow ribbon-shape space between two or more canals in one tooth root. According to the authors in every tooth root with two canals, there is high probability of its incidence. The isthmus is called also a corridor, transverse anastomosis or lateral connection. In vital teeth, isthmus is filled by vital pulp tissue. In non-vital teeth, isthmus is filled by organic debris or bacteria and their waste products. In teeth which a root canal treatment is done and their canals are filled by e.g. gutta-percha, isthmus may be filled by debris, dental filings, or non-vital pulp tissue. Isthmus may also contains microorganisms, its waste products, or smear layer, which is produced during the mechanical and chemical procedures while root canal treatment. Isthmus can also be filled with a gutta-percha or a sealer. Moreover, isthmus can have calcification. There is not enough evidence in literature about the process of isthmus formation in the process of odontogenesis. The current literature states that the formation of isthmus and the formation on the lateral and additional root canals take place during the odontogenesis, when the teeth root is formed from the Hertwig epithelial root sheath, which gives a shape for a new teeth root.

Aim

The study aimed first to investigate the frequency of the isthmus occurrence in premolars and molars, secondly to determine the isthmus occurrence in the most frequent distance from the apex of the root canal, thirdly, to look which type of isthmus was the most characteristic for a specific group of teeth, and lastly, to assess the usefulness of radiovisiography (RVG) in the detection of isthmus.

Material and methods

Eighty three extracted human maxillary and mandibular premolars and molars (154 tooth roots) were randomly selected. In the study 20 roots of upper premolars (two buccal roots, two palatal roots, 16 single roots), 12 roots of lower premolars (12 single roots), 36 roots of upper first molars (12 mesiobuccal roots, 12 distobuccal roots, 12 palatal roots), 40 roots of upper second molars (8 mesiobuccal roots, 8 distobuccal roots, 6 buccal roots, 14 palatal roots, 4 single roots), 46 roots of lower first molars (23 mesial roots, 23 distal roots) were analysed. Teeth were cleaned, rinsed by 5,25% sodium hypochlorite solution and hydrogen peroxide solution, dried, and stored in Corning's test-tube. Next, every tooth was measured using caliper. First, whole tooth was measured (from crown to apex), next measurement concerned only root of the tooth (from cemento-enamel junction to the apex). In the next step, all teeth were photographed in four projections: mesial, distal, buccal, palatal/lingual. The camera Canon 30D with lens Canon 100mm f/2.8, and ring lite Canon Macro Ring MR-14 were used for this purpose. All x-rays were made using Intraoral X-Ray System Planmeca Dixie, and optimized using Planmeca Romexis Software. On the grounds of the x-rays analysis, the appearance or absence of the isthmi was evaluated. X-rays were made using the paralleling technique.

Exposure time was 0,125s. Each tooth was separately embedded in clear resin and six transverse 1-millimeter sections were made starting from the apex. All sections were evaluated using eyesight and endodontics probe.

In this study the incidence or absence of the canal isthmus was analyzed. When isthmus was detected, its type was determined using Kim et al. [27] classification, where type I was defined as a thin, hardly noticeable connection between two canals in one root (incomplete isthmus). Type II was defined as a definite connection between two canals in one root (complete isthmus). Type III was defined as a short and wide opening between two canals in one root (complete isthmus). Type IV was defined as a complete or incomplete connection between three or more canals in one root. Type V was defined as a two canals without notable communication.

Results

The results were listed in Tables 2 to 16 and Figures 23 to 36.

This study states, isthmus were occurred in maxillary first molar roots (83.3% teeth), mandibular first molar roots (82.6% teeth) and maxillary second molar roots (72.2% teeth). In maxillary premolars incidence of canal isthmus was 27.7%. In mandibular premolars there were no signs of canal isthmi.

When 924 sections (made from all teeth groups) were analyzed, it was occurred that in upper premolars group (120 sections) isthmi were found in 13 sections (13.3%) and all isthmi were located in single roots. In upper first molars group (216 sections) isthmi were found in 33 sections (15.3%) and all isthmi were located in mesiobuccal roots. In lower first molar group (276 sections) isthmi were found in 90 sections (32.6%). Sixty three sections containing isthmi were found in mesial roots and 27 sections containing isthmi were found in distal roots. In upper second molar group (240 sections) isthmi were found in 42 sections (17.5%). Sixteen sections containing isthmii were found in buccal roots, 16 sections with isthmi were found in mesiobuccal roots and 10 sections with isthmi were found in single roots.

The study showed in 154 specimens made 1 millimeter from the apex of 154 teeth, isthmus was ascertained in 12 specimens (7.8%). The remaining 142 of the root teeth (93.2%) on this level were not have an isthmus. This difference was not statistical significance. In 154 specimens made 2 millimeters from the apex of 154 teeth, isthmus was ascertained in 22 cases (14.3%). Isthmi were located most frequently in specimens made on the level 4, 5, 6, 3 millimeters from the apex. In the distance 4 millimeters from the apex isthmus was found in 39 specimens (39 roots), in the distance 5mm form the apex isthmus was found in 38 specimens (38 roots). In the distance 6mm form the apex isthmus was located in 36 specimens (36 roots). In the distance 3mm from the apex isthmus was located in 34 specimens (34 roots).

When the types of isthmi (n=181) were analyzed, it occurred that most often was type II (n=86; 47.5%) and type I (n=61; 33.7%). Type III was found in 31 sections (17.1%) and type IV only in 3 sections (1.7%).

When the types of isthmi depending on the level from the apex, it ascertained that in the distance 4mm from the apex, where most isthmi were located (n=39), 22 roots contained type II of isthmus, 10 roots contained type I of the isthmus, 6 roots contained type III of the isthmus, and only one root contained type IV of the isthmus. In the distance 5mm from the apex, where 38 isthmi were located, 21 roots contained type II, 10 roots contained type I, 6 roots contained type III of the isthmus, and only one root contained type IV of the isthmus. In the distance 6mm from the apex, where 36 isthmi were found, 19 roots contained type II, 13 roots contained type I, 4 roots contained type III of the isthmus. There were no roots contained type IV of the isthmus. In the distance 3mm from the apex, where 34 isthmi were located, 14 roots contained type II, 13 roots contained type I, and 7 roots contained type III of the isthmus. There were no roots contained type IV of the isthmus. The relation of frequency types I : II : III : IV in specimens were 1 : 1.4 : 0.5 : 0.05. These differences were not statistically relevant.

Presence isthmi in upper premolar roots

When 20 roots of upper premolars were analyzed (2 buccal roots, 2 palatal roots, 16 single roots), isthmi were located only in 5 single roots (16 sections). In this teeth group, only type II and type III were occurred. There were no isthmus contained type I and type IV. The relation of frequency types I : II : III : IV in sections were 0 : 1 : 0.7 : 0. Most often isthmi were found in the distance 3mm and 4mm from the apex.

Presence isthmi in upper first molar roots

When 36 roots of upper first molars were analyzed (12 mesiobuccal roots, 12 distobuccal roots, 12 palatal roots), isthmi were located only in 10 mesiobuccal roots (33 sections). In this teeth group, all four types of isthmi were occurred. The relation of frequency types I : II : III : IV in sections were 1 : 1.8 : 0.3 : 0.2. Most often isthmi were found in the distance 5mm from the apex. There were any isthmus in the distance 1mm from the apex. In distobuccal roots and palatal roots there were any section with isthmus.

Presence isthmi in lower first molar roots

When 46 roots of lower first molars were analyzed, isthmi were located in 25 mesial and distal roots. Moreover, in 6 teeth, isthmi were found in both roots: mesial and distal. In the remaining 13 teeth, isthmi were localized only in mesial roots. In mesial roots, in 63 specimens, type I, II and III of isthmi were found. There were no isthmus contained type IV. The relation of frequency types I : II : III : IV in specimens were 1 : 1.36 : 0.5 : 0. Most often isthmi were found in the distance 4mm and 5mm from the apex, very rarely in the distance 1mm from the apex. In distal roots, in 27 specimens all four types of isthmi were found. The relation of frequency types I : II : III : IV in specimens were 1 : 0.6 : 0.13 : 0.06. Most often isthmi were found in the distance 4mm, very rarely in the distance 1mm from the apex.

Presence isthmi in upper second molar roots

When 40 roots of upper second molars were analyzed (6 buccal roots, 8 mesiobuccal roots, 8 distobuccal roots, 14 palatal roots, 4 single roots), isthmi were found only in 4 buccal roots, 6 mesiobuccal roots and 3 single roots. There were no isthmi in any distobuccal root and palatal root. In the buccal roots, in 16 sections, type I, II and III of isthmi were found. There were no isthmus contained type IV. The relation of frequency types I : II : III : IV in sections were 1 : 1.5 : 1.5 : 0. Most often isthmi were found in distance 3mm form the apex, very rarely in the distance 1mm from the apex. In the mesiobuccal roots, in 16 sections, type I, II and III of isthmi were located. There were no isthmus contained type IV. The relation of frequency types I : II : III : IV in sections were 1 : 0.66 : 1.11 : 0. Most often isthmi were found in distance 3mm and 6mm form the apex. There were any isthmus in the distance 1mm form the apex. In the single roots, in 10 sections, type I, II and III of isthmi were located. There were no isthmus contained type IV. The relation of frequency types I : II : III : IV in sections were 1 : 8 : 1 : 0. Most often isthmi were found in distance 5mm and 6mm form the apex. There were any isthmus in the distance 1mm form the apex.

Presence single and multiple isthmus in every 53 root which contained them

When 53 roots contained minimum one isthmus on the level 1 to 6mm from the apex ascertained that each of 5 roots (9.4%) contained one specimen with the isthmus (single isthmus), each of 11 roots (20.7%) contained two specimens with the isthmus (multiple isthmus), each of 12 roots (22.7%) contained three specimens with the isthmus, each of 12 roots (22.7%) contained four specimens with the isthmus, each of 8 roots (15.1%) contained five specimens with the isthmus and each of 5 roots (9.4%) contained six specimens with the isthmus.

When only roots with multiple isthmi with only one, the same type of the isthmus were analyzed, 15.1% roots contained only sequences with type I of the isthmus, 17% roots contained only sequences with type II of the isthmus and 5.7% roots contained only sequences with type III of the isthmus. The remaining 52.8% roots contained mixed sequences with all four types of the isthmus.

Detection rate of the isthmus based on RVG analysis

Analysis RVG pictures of 154 roots (83 teeth) showed incidence of isthmus only in six roots (3.9%). There were three mesiobuccal roots of upper first molars, two mesial roots and one distal root of lower first molars. It should be pointed, that only incidence or absence of the isthmus was ascertained. There was any possibility to determine type of the isthmus. If compare previous analysis of the specimens made from 154 roots, where 53 roots (33.7%) contained isthmi, to this method based on RVG analysis, it occurred that detection isthmus using RVG analysis in comparison with its real incidence was like 1 : 8.6.

Conclusions

1. The isthmus was ascertained in 56.6% of examined teeth (79.2% molars and 16.7% premolars).
 - Most often isthmus was located in upper first molars and lower first molars, less in upper premolars. There was any isthmus located in lower premolars.
2. In total, isthmi were located in 34,4% of examined teeth.
 - Most often isthmus was found in lower first molar roots (54.4%). In upper second molar roots, upper first molar roots and upper premolar roots isthmus was found less often (32.5%; 27.7%; 25%).
3. The isthmus was located most often in mesiobuccal roots of upper first molars (83.3%) and in mesial roots of lower first molars (82.6%). Less often the isthmus was found in distal roots of lower first molars and in single roots of upper premolars (26.1%; 31.2%).
 - There was any isthmus in buccal and palatal roots of upper premolars, mesiobuccal and palatal roots of upper first molars, mesiobuccal and palatal roots of upper second molars.
4. The isthmus was located less often in the distance of 1mm from the apex (7.8%) and 2mm from the apex (14.3%). In the distance 4, 5, 6 and 3mm from the apex the isthmus was found more often (25.3% to 22.1%).
5. Type II (complete isthmus) and type I (incomplete isthmus) were found the most frequent (47.5%; 33.7%). Less, type III (short, wide opening between two canals in one root, complete isthmus) was ascertained (17.1%). Rarely type IV (complete or incomplete connection between three or more canals in one root) was found (1.7%).
 - In upper premolar roots type II (56.3%) and type III (43.7%) of the isthmus were found.
 - In upper first molar roots all four types of the isthmus were found (most often type II 54.5% and type I – 30.3%).
 - In lower first molar roots all four types of the isthmus were found (most often type II – 43.3% and type I – 41.1%).
 - In upper second molar roots type I, II and III of the isthmus were found (most often type II – 47.6% and type I – 33.3%).
6. The percentage of the roots with only one or only six specimens with isthmus was the lowest (9.4% each). Most often 3, 4 and 2 specimens with the isthmus (22.7%; 22.7%; 20.7%) occurred. Sequences of the isthmi, which contained the same type of isthmus was located in 37.8% roots. Sequences of the isthmi which contained different types of isthmus was found in 52.8% roots.
7. Efficiency of isthmi detection of examined roots, based on RVG analysis was very low (11.3%).

In conclusion, during a root canal treatment of upper premolars, upper and lower molars should be considered possibility of incidence different types of canal isthmi (complete or partial), in the distance 6mm from the apex. This aspect may be especially intensified when concern mesiobuccal roots of upper first molars or mesial roots of lower first molars.

9. PIŚMIENNICTWO

1. Avery J.K., Chiego D.J.: Essentials of oral histology and embryology. A clinical approach. Third edition., Mosby, St. Louis, Missouri 2006.
2. Barańska-Gachowska M.: Endodoncja wieku rozwojowego i dojrzałego. Wydawnictwo Czelej, Lublin 2011.
3. Bartel H.: Embriologia medyczna: ilustrowany podręcznik. Wydawnictwo lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
4. Bath-Balog M, Fehrenbach M.J.: Illustrated dental embryology, histology, and anatomy., Elsevier, St Louis, Missouri, 2011.
5. Bielańska-Osuchowska Z.: Zarys organogenezy - różnicowanie się komórek w narządach. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2004.
6. Blaskovic-Subat V., Smojver I., Maricic B., Sutalo J.: A computerized method for the evaluation of root canal morphology. *Int. Endod. J.*, 1995, 28, 290-296.
7. Buhrley L.J. Barrows M.J., BeGole A.E.: Effect of Magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *J. Endod.*, 2002, 28(4), 324-327.
8. Carlson Bruce: Human embryology and developmental biology. 2009, Mosby, Philadelphia.
9. Carrotte P: Endodontics: part 1. The modern concept of root canal treatment. *British Dent. J.*, 2004, 197, 181-183.
10. Chourasia H.R., Meshram G.K., Warhadpande M., Dakshindas D.: Root canal morphology of mandibular first permanent molars in an Indian population. *Int. J. Dent.* 2012, Article ID 745152.
11. Cohen S., Burns R.C.: Pathways of the pulp. 2006; IX, Mosby, St. Louis, Missouri.
12. Degerness R., Bowles W.: Anatomic determination of the mesiobuccal root resection level in maxillary molars. *J. Endod.*, 2008, 34(10), 1182-6.
13. Degerness R.A., Bowles W.R.: Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. *J. Endod.*, 2010, 36(6), 985-9.
14. Endal U., Shen Y., Knut A., Gao Y., Haapasalo M.: A High-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. *J. Endod.*, 2011, 37(2), 223-227.
15. Evans G.E., Speight P.M., Gulabivala K.: The influence of preparation technique and sodium hypochlorite on removal of pulp and predentine from root canals of posterior teeth. *Int. Endod. J.*, 2001, 34, 322-330.
16. Fan B., Pan Y., Gao Y., Fang F., Wu Q., Gutmann J.L.: Three-dimensional morphologic analysis of isthmuses in the mesial roots of mandibular molars. *J. Endod.*, 2010, 36(11), 1866-69.

17. Filbo F.B., Zaitter S., Haragushiku G.A., de Campos E.A., Abuabara A., Correr G.M.: Analysis of the internal anatomy of maxillary first molars by using different methods. *J. Endod.*, 2009, 35(3), 337-42.
18. Ford T.P., Ricucci D., Saunders E.M., Stabholz A., Suter B.: Raport Europejskiego Towarzystwa Endodontycznego. Standardy dla leczenia endodontycznego. www.endodoncja.pl/members/pte02.html
19. Gu L., Wei X., Ling J., Huang X.: A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in a Chinese population. *J. Endod.*, 2009, 35(3), 353-356.
20. Gulabivala K., Aung T.H., Alavi A., Ng Y.L.: Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. *Int. Endod. J.* 2001, 34(5), 359-70.
21. Gundam S., Maddu R., Gurram S.R.: Endodontic management of a maxillary molar with three mesiobuccal canals. *Case Reports in Dentistry*, 2014, Article ID 320196, 4 pages, 2014. doi:10.1155/2014/320196.
22. Gutarts R., Nusstein J., Reader A., Beck M.: In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J. Endod.* 2005, 31(3), 166-170.
23. Hsu Y.Y., Kim S.: The resected root surface. The issue of canal isthmuses. *Dent. Clin. North. Am.*, 1997, 41(3), 529-40. 17
24. Jung I.Y., Seo M.A., Fouad A.F., Spangberg L., Lee S-J., Kim H-J., Kum K-Y.: Apical anatomy in mesial and mesiobuccal roots of permanent first molar. *J. Endod.*, 2005, 31(5), 364-368.
25. Kaushik A., Talwar S., Yadav S., Chaudhary S., Nawal R.R.: The role of cone beam computed tomography in the endodontic management of a mandibular first molar with three distal canals. *Dent. Res. J.*, 2014, 11(6), 700-704.
26. Kim S., Kratchman S.: Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J. Endod.*, 2006, 32(7), 601-623.
27. Kim S., Pecora G., Rubinstein R.A.: Color atlas of microsurgery in endodontics. W.B. Saunders, Philadelphia, 2001.
28. Klyn S.L., Timothy C., Kirkpatrick T.C., Rutledge R.E.: In vitro comparisons of debris removal of the Endo Activator system, the F File, ultrasonic irrigation, and NaOCl irrigation alone after hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J. Endod.* 36(8), 1367-1371.
29. Kmiec Z.: Histofizjologia i cytofizjologia zęba i jamy ustnej. Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2007.
30. Kontakiotis E.G., Palamidakis F.D., Farmakis E.T., Tzanetakis G.N.: Comparison of isthmus detection methods in the apical third of mesial roots of maxillary and mandibular

- first molars: macroscopic observation versus operating microscope. *Braz. Dent. J.* 2010, 21(5), 428-31.
31. Łasiński W.: *Anatomia głowy*. Wydawnictwo lekarskie PZWL, Warszawa 1978.
 32. Lu T-Y., Yang S-F., Pai S-F.: Complicated root canal morphology of mandibular first premolar in a Chinese population using the cross-section method. *J. Endod.* 2006, 32(10), 932-936.
 33. Mannocci F., Peru M., Sherriff M., Cook R., Pitt Ford T.R.: The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomography study. *Int. Endod. J.*, 2005 38(8), 558-63.
 34. Mehrvarzfar P., Akhlagi N.M., Khodaei F., Shojae G., Shirazi S.: Evaluation of isthmus prevalence, location, and types in mesial root of mandibular molars in the Iranian population. *Dent.Res.J.* 2014, 11(2), 251-256.
 35. Merriam – Webster Dictionary [online], dostępny w internecie: www.merriam-webster.com
 36. Olender E., Kamiński A., Uhrynowska-Tyszkiewicz I., Wanyura H.: Aspekty histologiczne i molekularne mechanizmy kontroli naturalnego rozwoju zęba. *Czas. Stomatol.*, 2010, 63(9), 543-550.
 37. Pablo O.V, Estevez R, Sanchez M.P., Heilborn C., Cohenca N.: Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review. *J. Endod.*, 2010, 36(12), 1919-31.
 38. Paqué F., Laib A., Gautschi H., Zehnder M.: Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *J. Endod.*, 2009, 35(7), 1044-7.
 39. Pattanshetty N., Gaidhane M., Kandari M.: Root and canal morphology of the mesiobuccal and distal roots of permanent first molars in a Kuwait population – a clinical study. *Int. Endod. J.* 2008, 41, 755-762.
 40. Pecora J.D, Estrela C., Bueno M.R., Porto O.C., Goncalves Alencar A.H., Sousa-Neto M.D., Araujo Estrela C.R.: Detection of root canal isthmuses in molars by map-reading dynamic using CBCT images. *Brazilian Dent. J.*, 2013, 24(6), 569-574.
 41. Perrin P. Neuhaus K.W., Lussi A.: The impact of loupes and microscopes on vision in endodontics. *Int. Endod. J.*, 2014, 47, 425-429.
 42. Pineda F.: Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1973, 36(2), 253-260.
 43. Ramamurthy R1, Scheetz JP, Clark SJ, Farman AG.: Effects of imaging system and exposure on accurate detection of the second mesio-buccal canal in maxillary molar teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 2006, 102(6), 796-802.

44. Robinson S., Czerny C., Gahleitner A., Bernhart T., Kainberger F.M.: Dental CT evaluation of mandibular first premolar root configurations and canal variations. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, 93(3), 328-332.
45. Sadler T.W.: *Embriologia lekarska*. Wydawnictwo Med Tour Press International, Warszawa 1993.
46. Sarno M.U., Sidow S.J., Looney S.W., Lindsey K.W., Niu L., Tay F.R.: Canal and isthmus debridement efficiency of the VPro EndoSafe negative-pressure irrigation technique. *J. Endod.*, 2012, 38(12), 1631-34.
47. Sartaj R., Sharpe P.: Biological tooth replacement. *J. Anat.*, 2006, 209, 503-509.
48. Shalabi R.M., Omer O.E., Glennon J., Jennings M., Claffey N.M.: Root canal anatomy of maxillary first and second permanent molars. *Int. Endod. J.*, 2000, 33(5), 405-14.
49. Skidmore A.E., Bjorndal A.M.: Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1971, 32(5), 778-784.
50. Somma F., Leoni D., Plotino G., Grande N.M., Plasschaert A.: Root canal morphology of the mesiobuccal root of maxillary first molars: a micro-computed tomographic analysis. *Int. Endod. J.*, 2009, 42(2), 165-74.
51. Susin L., Yoon C., Parente M., Loushine R.J., Ricucci D., Bryan T., Weller R.N., Pashley D.H., Tay F.R.: Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int. Endod. J.*, 2010, 43(12), 1077-90.
52. Szpranger Nodzak M.: *Stomatologia wieku rozwojowego*. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2005.
53. Tam A., Yu D.C.: Location of canal isthmus and accessory canals in the mesiobuccal root of maxillary first permanent molars. *J. Can. Dent. Assoc.* 2002, 68(1), 28-33.
54. Teixeira F.B., Sano C.L., Gomes B.P., Zaia A.A., Ferraz C.C., Souza-Filho F.J.: A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. *Int. Endod. J.*, 2003, 36(4), 276-80.
55. Thomas A.R., Velmurugan N., Smita S., Jothilatha S.: Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified EndoVac technique with different irrigation systems. *J. Endod.* 2014, 40(10), 1076-80.
56. Tronstad L.: *Endodoncja kliniczna*. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2004.
57. Varella C.H., Pileggi R.: Obturation of root canal system treated by Cr, Er: YSGG laser irradiation. *J. Endod.*, 2007, 33(9), 1091-93.
58. Vertucci F.J.: Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1984, 58(5), 589-99.
59. Villas-Boas M.H., Bernardineli N., Cavenago B.C., Marciano M., Carpio-Perochena A., de Moraes I.G., Duarte M.H., Bramante C.M., Ordinola-Zapata R.: Micro-computed

- tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. J. Endod., 2011, 37(12), 1682-86.
60. Villegas J.C., Yoshioka T., Kobayashi C., Suda H.: Frequency of transverse anastomoses with and without apical communication in Japanese population teeth. Aust. Endod. J., 2004, 30(2), 50-2.
 61. von Arx T.: Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. Int. Endod. J. 2005, 38(3), 160-8.
 62. Weller R.N., Niemczyk S.P., Kim S.: Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. J. Endod., 1995, 21(7), 380-3.
 63. Zarzecka J., Szczeklik K., Gończowski K., Kustra P.: Częstość występowania i rodzaje cieśni w korzeniu policzkowym bliższym pierwszych zębów trzonowych szczęki. Poradnik Stom., 2011, 10, 414-418.
 64. Zheng Q.H., Wang Y., Zhou X.D., Wang Q., Zheng G.N., Huang D.M.: A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. J. Endod., 2010, 36(9), 1480-4.