

PAWEŁ WOJCIECH FIWEK

ANALIZA PORÓWNAWCZA SPOSOBÓW APLIKACJI MASY WYCISKOWEJ  
STOSOWANYCH PRZY WYKONYWANIU INDYWIDUALNYCH WKŁADÓW  
KORONOWO-KORZENIOWYCH W ZĘBACH JEDNO- I WIELOKORZENIOWYCH.

PRACA NA STOPIEŃ DOKTORA NAUK MEDYCZNYCH

Z KATEDRY I ZAKŁADU PROTETYKI STOMATOLOGICZNEJ

GDAŃSKIEGO UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO

PROMOTOR

PROF. DR HAB. N. MED. IZABELA MACIEJEWSKA

BADANIA WYKONANO W KATEDRZE I ZAKŁADZIE PROTETYKI STOMATOLOGICZNEJ

GDAŃSKIEGO UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO

P.O. KIEROWNIK KATEDRY

DR N. MED. IWONA ORDYNIEC-KWAŚNICA



*GDAŃSK 2017*



## SPIS TREŚCI

1. STRESZCZENIE .....	5
2. SUMMARY .....	8
3. WSTĘP .....	10
3.1. Rys historyczny.....	10
3.2. Zasadność stosowania wkładów koronowo – korzeniowych.....	12
3.3. Rodzaje wkładów koronowo – korzeniowych.....	14
3.3.1. Wkłady koronowo – korzeniowe standardowe, metalowe.....	15
3.3.2. Wkłady koronowo – korzeniowe z dwutlenku cyrkonu.....	15
3.3.3. Wkłady koronowo – korzeniowe wzmacniane włóknem węglowym, kwarcowym i/lub szklanym.....	16
3.4. Opracowanie zęba pod wkład koronowo - korzeniowy.....	17
3.5. Metody uzyskania negatywu wnętrza kanału korzeniowego.....	20
3.5.1. Metoda bezpośrednia.....	20
3.5.2. Metoda pośrednia – wykonanie wycisku, masy wyciskowe.....	21
4. CEL PRACY.....	24
5. MATERIAŁ I METODY.....	25
5.1. Materiał.....	25
5.2. Przygotowanie zębów i modeli gipsowych.....	25
5.3. Metodyka pobierania wycisków.....	28
5.3.1. Przygotowanie modelu.....	28
5.3.2. Wykonanie wycisków.....	28
5.4. Ocena wycisków.....	30
5.4.1. Analiza kliniczna wycisków.....	30
5.4.2. Analiza komputerowa wycisków.....	32

6. WYNIKI .....	35
6.1. Wyniki wykonania wycisków z użyciem metody cyfrowej.....	35
6.1.1. Wyniki uzyskane w grupie zębów jednokanałowych.....	35
6.1.2. Wyniki uzyskane w grupie zębów wielokanałowych.....	40
6.1.3. Łączne wyniki uzyskane metodą cyfrową w grupie zębów jednokanałowych oraz wielokanałowych.....	45
6.2. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen.....	46
6.2.1. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen w grupie zębów jednokanałowych.....	46
6.2.2. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen w grupie zębów wielokanałowych.....	50
6.2.3. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen w grupie zębów jednokanałowych i wielokanałowych.....	53
6.3. Zestawienia tabelaryczne i wykresy danych dla trzypunktowej skali ocen.....	55
6.3.1. Wyniki uzyskane w grupie zębów jednokanałowych.....	55
6.3.2. Wyniki uzyskane w grupie zębów wielokanałowych.....	61
6.3.3 Wyniki uzyskane w grupie zębów jednokanałowych i wielokanałowych.....	71
7. DYSKUSJA .....	73
7.1. Zęby jednokanałowe.....	75
7.2. Zęby wielokanałowe.....	78
7.3. Wyciski zębów jedno- i wielokanałowych.....	79
8. WNIOSKI .....	85
9. PIŚMIENNICTWO.....	86

## 1. STRESZCZENIE

Wkłady koronowo – korzeniowe to stałe uzupełnienia protetyczne zacementowane na zębach własnych pacjenta. Składają się z części korzeniowej będącej głównym elementem retencyjnym wkładu oraz koronowej, odtwarzającej zrąb korony zęba. Wykonanie precyzyjnie dopasowanego indywidualnego wkładu koronowo – korzeniowego zależy od prawidłowo pobranego wycisku. Celem pracy było zdefiniowanie takiej metody wprowadzania masy wyciskowej do wnętrza kanałów korzeniowych, która pozwoliłaby na najbardziej szczegółowe odwzorowanie powierzchni ścian kanału, a w konsekwencji wykonanie dopasowanego wkładu. Materiał badawczy stanowiły 162 wyciski pobierane w kanałach korzeniowych ludzkich zębów stałych. Wyciski wykonano trzema różnymi metodami, po 54 wycisków w każdej z metod. Ogólnie, 78 wycisków wykonano w zębach jednokanałowych, a 84 wyciski w zębach wielokanałowych. Wyciski pobierano jedną z trzech metod: 1) PISTOLET – masę wstrzykiwano do kanału jedynie za pomocą pistoletu do aplikacji masy, 2) LENTULO – masę wstrzykiwano pistoletem do aplikacji i następnie kondensowano w kanale przy pomocy igły Lentulo, 3) IGŁA – do kanału wprowadzono igłę iniekcyjną, następnie wstrzykiwano masę wyciskową wzdłuż igły. Igła pełniła funkcję wentyla odpowietrzającego. Wyciski poddano standardowej analizie klinicznej oraz analizie komputerowej w programie 3D-Tool. W analizie klinicznej wyciski były oceniane przez dwóch lekarzy klinicystów, niezależnie od siebie metodą random/random. Zastosowano dwie skale ocen. W pierwszej, wycisk analizowano pod kątem obecności pęcherzy powietrza i pustych przestrzeni w silikonowym negatywie wnętrza kanału korzeniowego. Brak pęcherzy, pustych przestrzeni oraz śladów przerwania ciągłości masy oznaczał wycisk akceptowalny, obecność pęcherzy dyskwalifikowała wycisk, jako niemożliwy do dalszego wykorzystania. W drugiej skali oceniano każdy wycisk pod kątem przydatności klinicznej według punktacji: 1 pkt – wycisk nieakceptowalny klinicznie, 2 pkt – wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie, 3 pkt – wycisk idealny. Wycisk

nieakceptowalny klinicznie oznaczał taki, którego niedokładności nie gwarantują poprawnego odwzorowania warunków klinicznych, a tym samym dyskwalifikują go do odlania modelu roboczego. Taki wycisk bezwzględnie musi zostać powtórzony. Wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie zawiera pewne minimalne ślady zaciągnięcia w masie, które w subiektywnej ocenie klinicysty, nie wpływają na odzwierciedlenie warunków klinicznych, a tym samym dopuszczają możliwość zakwalifikowania wycisku do odlania modelu roboczego. Wycisk idealny nie zawiera żadnych błędów i stanowi idealny negatyw wnętrza kanału korzeniowego.

W analizie komputerowej wyciski skanowano w skanerze laboratoryjnym ZirkonZahn S600 ARTI, a uzyskany trójwymiarowy model analizowano z użyciem oprogramowania ZirkonZahn.Modellier oraz 3D Tool. W analizie komputerowej precyzyjnie mierzono objętość masy wyciskowej wprowadzonej do kanału. Celem jednoznacznej oceny odwzorowania wnętrza kanału korzeniowego z zastosowaniem trzech metod aplikacji masy wyciskowej, przyjęto wspólny punkt odniesienia poprzez wirtualne nałożenie na siebie skanów wycisków danego kanału uzyskanych każdą metodą (łącznie trzy skany). Następnie odcinano wszystkie trzy nałożone skany w miejscu uszypułowania, uzyskując trzy wirtualne modele o jednakowej podstawie. Uzyskane w ten sposób wirtualne modele zapisywano do plików w formacie .stl i eksportowano do programu 3D-Tool, umożliwiającego matematyczną ocenę objętości danego modelu.

W zębach jednokanałowych największy odsetek wycisków z największą objętością stwierdzono w metodzie LENTULO (analizy: komputerowa 55,2%, kliniczna 80,8%). W analizie komputerowej w grupie zębów siecznych, kłów, zębów przedtrzonowych oraz trzonowych największy odsetek wycisków z największą objętością uzyskano w metodzie LENTULO, odpowiednio: – 62,5%, – 54,5%, – 50,0% oraz 42,9%. W analizie komputerowej w grupie zębów trzonowych górnych największy odsetek wycisków z największą objętością

uzyskano w metodzie LENTULO – 54,5%, natomiast w grupie zębów trzonowych dolnych metodą najlepszą okazała się metoda IGŁA (47,1%). Wspólna analiza zębów jedno- i wielokorzeniowych wykazała największy odsetek powodzenia dla metody LENTULO – 49,1% w analizie komputerowej oraz 64,8% w analizie klinicznej. Analizy komputerowa oraz kliniczna spójnie wykazały, iż najpowszechniej stosowana metoda PISTOLET daje najmniejszy odsetek wycisków wykonanych poprawnie, co wymusza konieczność powtarzania procedury pobrania wycisku. Analiza porównawcza sposobów aplikacji masy wyciskowej stosowanych w celu uzyskania negatywu podłoża protetycznego do wykonania indywidualnego wkładu koronowo - korzeniowego wykazała, iż najlepszą metodą do uzyskania najbardziej precyzyjnego wycisku wnętrza kanału korzeniowego jest metoda LENTULO.

## **2. SUMMARY**

Posts and cores (dowel-core systems) are fixed prosthodontic restorations joined with natural human teeth. They comprise of a post, which is the main retentive part of the construction, and a core, which restores the coronary part of the tooth. Manufacturing of a precisely fitting custom cast post and core depends on a precise impression.

Aim of this study was to define a dowel space impression technique, which allows to obtain the most precise impression, and consequently the most precise custom post and core.

Research material included 162 impressions of the dowel space prepared in the extracted natural human permanent teeth. Three different impression techniques were used and included 54 impressions for each method. Generally, 78 impressions of the single-rooted teeth and 84 impressions of multiple-rooted teeth were taken. Impression techniques used in the study were: 1) GUN method, where an impression material was injected into the canal using a standard hand dispense gun, 2) LENTULO method, where an impression material was injected with a standard hand dispense gun and afterwards condensed using a lentulo spiral, 3) NEEDLE method, where an anesthetic needle was inserted to the base of the dowel space to act as a vent; the impression material was injected along the needle. Impressions were analyzed clinically and digitally. Two clinicians analyzed the impressions independently. Two grading scales were used. The first 0/1 score, where the presence of voids in the radicular portion of the impression disqualified the impression while lack of any failure qualified an impression as a correct one. The second score was giving to each impression 1, 2 or 3 points. 1 point meant that the impression was clinically unacceptable, 2 points meant that the impression was not perfect, but clinically acceptable, 3 points classified the impression as the perfect one. A clinically unacceptable impression could not be used for further laboratory processing due to its major imperfections. Such impression must have been repeated. Not accurate but clinically acceptable impression contained some minor imperfections, which according to the subjective opinion



of both investigators, did not jeopardize the entire curing process. The perfect impression had a smooth and void-free surface. Further, a digital analysis was used to determine the precise volume of an impression material injected into the dowel space. Impressions were scanned with the ZirkonZahn S600 ARTI laboratory scanner. Afterwards, the digital scans were analyzed with the ZirkonZahn.Modellier and 3D-Tool software. In order to accurately assess the precision of the impression all three impressions (each for a different method) were digitally fused and afterwards cut at the base of the dowel space, which gave a common, digital point of reference. These virtual models were exported into the 3D Tool software in order to measure the volume of each impression. In the single-rooted teeth the highest percentage of impressions with the biggest volume was found for the LENTULO method (computer analysis: 55,2%, clinical analysis: 80,8%). Digital analysis resulted with the highest percentage of impressions with the biggest volume for the LENTULO method in the: incisors– 62,5%, canines – 54,5%, premolars – 50,5% and molars 42,9% . Computer analysis of the upper molars resulted with the highest percentage of impressions with the biggest volume for the LENTULO method (49,1%). The same analysis of the lower molars gave the best score for the NEEDLE method with 47,1% of impressions of the biggest volume. The combined analysis of the single- and multiple-rooted teeth resulted with the highest percentage of the best scores for the LENTULO method in both the digital (49,1%) and clinical (64,8%) analyses. Both digital and clinical analyses demonstrated, that the GUN method (which is most commonly used by clinicians) resulted with the lowest percentage of the correct impressions. Comparative analysis of different methods of dowel space impression techniques showed that the best method for obtaining a precise impression is the LENTULO method.

### 3. WSTĘP

#### 3.1. Rys historyczny.

Najstarsza wzmianka o lekarzu zajmującym się leczeniem zębów pochodzi ze starożytnego Egiptu. Na grobowcu Hesi-Ra pochodzącym z ok. 2600 r. p.n.e., umieszczono napis: „*wielki z lekarzy, którzy leczą zęby*”. [1] Ból zęba tłumaczono najczęściej jako efekt działania „robaka zębowego”, bytującego między zębami i dziąslami. Przekonanie o takiej przyczynie chorób jamy ustnej utrzymywało się od czasów starożytnych aż do XVIII wieku n.e. [2]

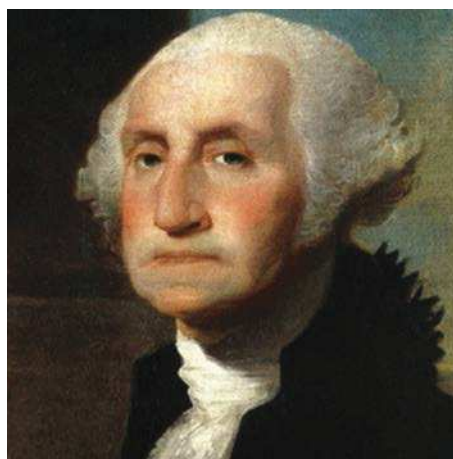
Pierwsze próby leczenia chorób zębów i jamy ustnej opisano w papirusie Ebersa datowanym na ok 1550 r. p.n.e. Zawiera on informacje dotyczące leczenia zapalenia dziąseł, zapalenia miazgi zębów, rozchwianych zębów, a także „*pulsującym bólu pęcherza przy zębie*”. [1, 3] Również ze starożytnej Mezopotamii okresu 3000 r. p.n.e. pochodzą informacje o „medykamentach” zalecanych w przypadku bólu zębów, środkach do czyszczenia zębów, ząbkowaniu u dzieci. [4]

Wiedza medyczna w dziedzinie stomatologii rozwijała się w stosunkowo hermetycznym gronie, a najpowszechniejszym remedium na dolegliwości zębów było ich usuwanie, co z kolei stymulowało do rozwoju protetyki stomatologicznej. [2]

W 1862 r. dr Charles Gaillardot odkrył na terenie antycznego miasta Sydon (dzisiejszy Liban) protezę zębową datowaną na ok. 400 r. p.n.e. Składała się ona z dwóch naturalnych zębów przymocowanych złotym drutem do czterech własnych zębów żuchwy. [5] Sposoby uzupełniania braków zębowych wydawały się nie zmieniać przez następne setki lat. W 1343 r. de Chauliac w swoim dziele „*Chirurgia magna*” zalecał szynowanie rozchwianych zębów złotym drutem. W miejsce brakujących zębów radził wstawiać zastępcze ludzkie zęby lub zęby

wykonane z kości wołu, wzmocnione szynami z drutu. Przykładem użycia ludzkich zębów do uzupełniania braków zębowych są tzw. „zęby z *Waterloo*”. [6, 7]

W 1728 r. francuski chirurg Pierre Fauchard w dziele „*Le Chirurgien Dentiste*”, opisał wykorzystanie tzw. „tenonów” czyli metalowych trzpieni mocowanych na korzeniach zębów celem utrzymania protezy. [8] Z kolei Claude Mouton w 1746 r. przedstawił swój projekt złotej korony ze złotym wkładem mocowanym w kanale korzeniowym. [9] Bardzo dobrze poznana jest również historia leczenia protetycznego pierwszego prezydenta Stanów Zjednoczonych Ameryki, Jerzego Waszyngtona, który w młodym wieku stracił praktycznie wszystkie zęby. W jego protezie wykorzystano kość słoniową oraz naturalne ludzkie zęby, a protezę łuku górnego połączono z dolnym za pomocą sprężyn, co powodowało znaczny dyskomfort podczas mówienia i jedzenia oraz charakterystyczny, „spięty” wyraz twarzy. [10]



**Rycina 1.** Jerzy Waszyngton – widoczny charakterystyczny, spięty wyraz twarzy.

Skrajny przypadek popytu i podaży na naturalne ludzkie zęby niezbędne do wykonywania protez opisano po bitwie pod *Waterloo* w 1815 r. Zęby pozyskiwano wówczas od ok. 50 000 w większości zdrowych, młodych mężczyzn, którzy polegli w bitwie, a proceder nazwano „zębami z *Waterloo*”. [6, 7]

Poza uzupełnianiem brakującego uzębienia, podejmowano również próby odtworzenia rozległych braków tkanek zęba z wykorzystaniem korzenia zęba. W 1878 r. Richmond opublikował pracę opisującą koronę mocowaną na gwintowanym trzpieniu umieszczonym

w kanale korzeniowym. W późniejszych latach zostało ono zmodyfikowane do postaci jednolitej korony i wkładu k-k. [11] Takie rozwiązanie okazało się jednak bardzo niepraktyczne, głównie ze względu na często występujące różne tory wprowadzania dla wkładu k-k i pozostałych zdrowych tkanek zęba. Dodatkowy problem stanowiła trudność w przypadku konieczności usunięcia lub wymiany tej konstrukcji. To spowodowało, iż zaczęto stosować osobne wkłady k-k oraz mocowane na nich korony protetyczne. [12] We wczesnych latach 50 XX wieku ugruntowano naukowe podstawy opisujące powodzenie leczenia kanałowego. Zęby, które dotychczas kwalifikowano do usunięcia mogły być leczone endodontycznie z zachowaniem możliwości ich długoterminowego przetrwania w jamie ustnej. Konieczne stało się zatem odbudowanie znacząco zniszczonych koron zębów. Od tej pory nastąpił przełom w rutynowym stosowaniu wkładów k-k i koron protetycznych. [12, 13]

### **3.2. Zasadność stosowania wkładów koronowo – korzeniowych.**

Zastosowanie wkładu k-k po uprzednim leczeniu endodontycznym daje możliwość przetrwania naturalnego filaru w jamie ustnej, podczas gdy usunięcie zęba wiąże się z nieodwracalnymi konsekwencjami dla otaczającej kości, tkanek miękkich oraz zębów sąsiednich i przeciwstawnych należących do tzw. triady czynnościowej. Proces gojenia rany poekstrakcyjnej polega na wypełnieniu zębodołu nowo powstałą tkanką kostną, jednak proces ten trwa około 6 tygodni i towarzyszy mu zmniejszenie szerokości oraz wysokości wyrostka zębodołowego. Wykazano, iż redukcja objętości tkanki kostnej jest większa w wymiarze poziomym niż pionowym, a ubytek tkanki jest rozleglejszy po stronie policzkowej (wargowej) wyrostka niż po stronie językowej (podniebiennej). [14-21] Wynika to z faktu, iż po usunięciu zęba pierwszym fragmentem, który ulega resorpcji jest policzkowa część kości zębodołu często zbudowana z bardzo cienkiej tkanki kostnej tzw. „bundle bone”. Jest to tzw. „kość splotowata” czyli część kości wyrostka bezpośrednio wyścielająca wnętrze zębodołu, w której zakotwiczone są końce więzadeł ozębnej (włókien Sharpey’a). W wyniku tych mechanizmów

objętość nowo powstałej kości nigdy nie jest równa wcześniejszym wymiarom wyrostka zębodołowego. Ocenia się, że stopień utraty objętości wyrostka zębodołowego jest największy w 1 roku po ekstrakcji i wynosi *in situ* około 40% całkowitej utraty kości. [22-25]

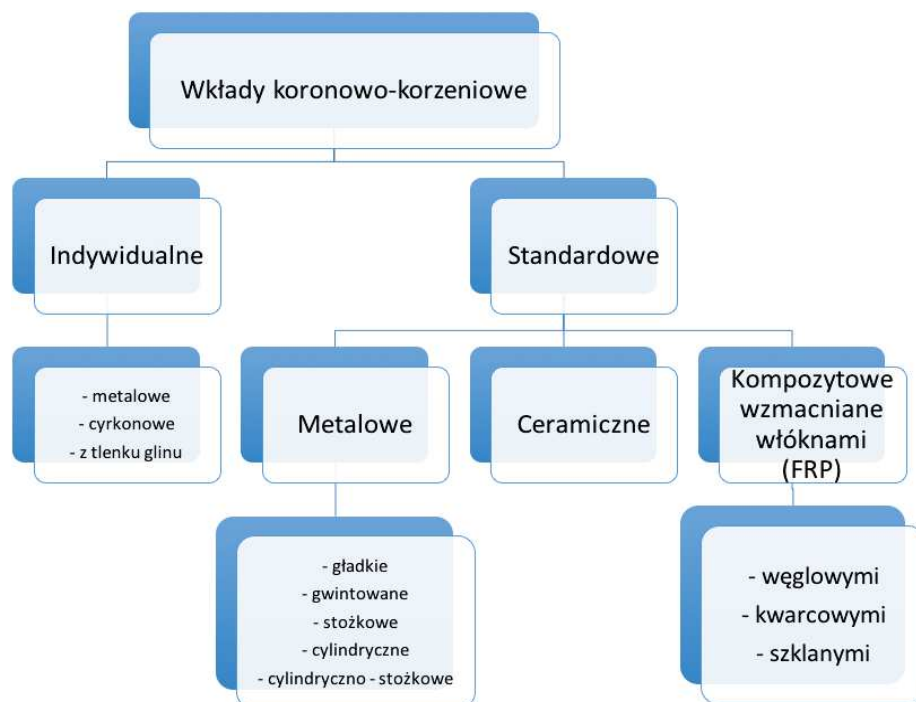
Kolejno, utrata nawet pojedynczych zębów prowadzi do przerwania ciągłości łuku zębowego, co może skutkować zaburzeniem równowagi artykulacyjnej, wywołanej zachwianiem kontaktów artykulacyjnych zębów z przeciwstawnymi łukami zębowymi, a także kontaktów między zębami tego samego łuku. [26] Nawet w przypadku pojedynczych braków dochodzi do przemieszczenia zębów sąsiadujących z luką; antagoniści wysuwają się w kierunku luki (tzw. efekt Godona), a zęby znajdujące się po bokach braków nachylają się i przesuują w kierunku luki po brakującym zębie. [27-29] Generuje to powstanie niekorzystnych warunków okluzyjnych, w tym obciążeń bocznych, czyli niezgodnych z długą osią zęba, zaburzeń przebiegu płaszczyzny okluzyjnej, co z kolei może prowadzić do powstawania węzłów urazowych i zespołu zgryzu urazowego. [26, 30, 31] Przemieszczone zęby często utrudniają lub uniemożliwiają zaprojektowanie uzupełnienia protetycznego, stałego i/lub ruchomego. Konieczne jest wówczas ortodontyczne przygotowanie przedprotetyczne, mające na celu przywrócenie prawidłowego położenia zębów, a w skrajnych przypadkach jedynym rozwiązaniem pozostaje ekstrakcja kolejnych zębów, co pogłębia stan „kalectwa” układu stomatognatycznego.

Kamieniem milowym w stomatologii stała się możliwość zastąpienia utraconych naturalnych filarów wszczepami śródkostnymi, bez konieczności naruszania ciągłości tkanek zębów sąsiadujących. [32] Możliwe jest odtworzenie brakujących zębów przy pomocy uzupełnień protetycznych stałych bez ingerencji w sąsiadujące zęby. Nie jest to jednak metoda pozbawiona wad, wymaga bowiem korzystnych warunków anatomicznych w obrębie kości wyrostka zębodołowego, co jest możliwe jedynie w krótkim okresie czasu po utracie naturalnego filaru. W przypadku znacznych ubytków objętości kości wyrostka zębodołowego

leczenie implantologiczne wymaga wykonania dodatkowych procedur okołaimplantacyjnych, co znacząco przedłuża czas leczenia, zwiększa ryzyko zabiegu i drastycznie podnosi koszty. [33, 34] Stąd, najwłaściwszym postępowaniem leczniczym w przypadku rozległej utraty tkanek korony zęba, wydaje się zachowanie korzeni zębów własnych jako swoistych „naturalnych” implantów. Dodatkowo korzeń zęba prawidłowo przeleczony endodontycznie, stanowi najlepszy, naturalny implant przez wzgląd na obecność włókien ozębnej, co pozwala całości uzupełnienia wydłużyć okres jego funkcjonowania jako naturalny ząb.

### 3.3. Rodzaje wkładów koronowo – korzeniowych.

Wkłady k-k, są to stałe uzupełnienia protetyczne, trwale umocowane na zębach własnych pacjenta, najczęściej za pomocą cementów. Składają się z części korzeniowej (ćwieka), znajdującej się w kanale korzeniowym, będącej głównym elementem retencyjnym wkładu, oraz części koronowej – odtwarzającej część utraconych tkanek korony zęba. Istnieje wiele rodzajów wkładów koronowo – korzeniowych. (Ryc. 2)



Rycina 2. Podział wkładów koronowo – korzeniowych.

### **3.3.1. Wkłady koronowo – korzeniowe standardowe, metalowe.**

Standardowe wkłady k-k są uzupełnieniami prefabrykowanymi przez producenta, przygotowanymi w różnych kształtach i rozmiarach pozwalającymi na odbudowę zrębu i/lub korony zęba w procedurze jednej wizyty. Jednym z rodzajów wkładów standardowych są wkłady k-k wykonane z różnych stopów metali, w tym stalowe lub tytanowe.

Wkłady standardowe, metalowe można podzielić na aktywne i pasywne. Aktywne posiadają na swojej powierzchni korzeniowej elementy zwiększające retencję w postaci gwintowania lub nacięć, podczas gdy pasywne posiadają gładką powierzchnię części korzeniowej, a ich retencja w kanale korzeniowym zależy głównie od materiału łączącego (cementu) użytego do osadzenia wkładu. [35] Wybór wkładów standardowych pasywnych *versus* aktywnych niesie za sobą pewne implikacje kliniczne. Stosowanie wkładów gwintowanych zwiększa ryzyko wyzwalania nierównomiernych naprężeń w zębnie korzeniowej, a tym samym podnosi ryzyko pęknięcia korzenia. [36] Z uwagi na fakt konieczności usunięcia dużej ilości zębiny w okolicy przywierzchołkowej podczas przygotowania kanału korzeniowego przed osadzeniem wkładu, niebezpieczeństwo pęknięcia korzenia stwarza również użycie wkładu cylindrycznego. [37] Lepsze rokowanie dają wkłady o kształcie stożkowym i cylindryczno-stożkowym, przy których naprężenia rozkładają się równomiernie w korzeniu, ich retencja jest natomiast nieco mniejsza niż wkładów o kształcie cylindrycznym. [38] Wskazaniem do stosowania wkładów k-k gwintowanych powinny być tylko przypadki krótkich lub zakrzywionych korzeni. [35]

### **3.3.2. Wkłady koronowo – korzeniowe z dwutlenku cyrkonu.**

Ceramiczne wkłady k-k mogą być wykonane z dwutlenku cyrkonu lub tlenku glinu oraz mogą być modelowane jako wkłady indywidualne lub prefabrykowane w różnych kształtach. Standardowe wkłady z dwutlenku cyrkonu występują w postaci gładkich sztyftów o kształcie cylindrycznym, cylindryczno–stożkowym oraz stożkowym. Postępowanie kliniczne podczas

wykonywania takich wkładów wymaga procedury dwuetapowej. W pierwszym etapie należy opracować kanał korzeniowy i dopasować do niego rozmiar standardowego wkładu k-k. Następnie pobiera się wycisk transferowy z wkładem, a w laboratorium następuje dotłoczenie do niego części koronowej z ceramiki dwukrzemowolitowej (CosmoPost Ivoclar Vivadent). [39] W przypadku wkładów ER CeraPost, część koronowa zostaje wykonana w laboratorium i odesłana wraz z wkładem do lekarza, a połączenie następuje podczas cementowania wkładu w zębie z wykorzystaniem cementów kompozytowych o podwójnym sposobie wiązania. [40] Zadowolająca estetyka i biogodność wkładów ceramicznych powodują, iż mogą być one dobrą alternatywą w przypadku odbudowy zębów przednich, jednak w przypadku złamania wkładu ceramicznego, co zdarza się znacząco częściej niż w przypadku wkładów metalowych, usunięcie takiego uzupełnienia jest bardzo trudne bądź wręcz niemożliwe. [35, 41-43]

### **3.3.3. Wkłady koronowo – korzeniowe wzmocnione włóknem węglowym, kwarcowym i/lub szklanym**

W poszukiwaniu idealnego wkładu zaproponowano rozwiązanie w postaci wkładów wzmocnianych włóknami węglowymi. [44] W 1990 r. firma RTD wprowadziła na rynek wkłady Compositopost składające się z rozciągniętych i równolegle ułożonych włókien węglowych (stanowiących 64% objętości wkładu) zatopionych w żywicy epoksydowej. Pierwsze wyniki badań oceniających jakość nowego produktu opublikowano w roku 1998. W badaniach oceniono 236 zębów odbudowanych wkładami Compositopost. [45] W badaniach nie odnotowano żadnych przypadków odcementowania wkładów. Nie stwierdzono również przypadków złamań wkładu i/lub odbudowywanych zębów oraz resorpcji kości wokół korzeni lub perforacji korzenia. [45, 46] Dalsze badania opisywały wysokie powodzenie leczenia oraz małą ilość powikłań (w większości nie związanych bezpośrednio z wkładami) takich jak patologie okołowierzchołkowe lub odcementowanie koron protetycznych. [47] Nieliczne powikłania dotyczące wkładów nie były natomiast uznane za „nienaprawialne”



(odcementowania wkładów), w przeciwieństwie do powikłań obserwowanych po leczeniu metalowymi wkładami k-k, które w większości kończyły się ekstrakcją zęba (złamania i pęknięcia korzeni). [48-52]

Wkłady k-k wzmacniane włóknami węglowymi, mimo wielu udowodnionych zalet, nie spełniały wymagań estetycznych ze względu na swój czarny kolor. Stąd, w odpowiedzi na zapotrzebowanie klinicystów, wprowadzono wkłady k-k wzmacniane włóknami kwarcowymi i szklanymi, jako estetyczną alternatywę dla ciemnych wkładów węglowych. [53] Głównym składnikiem, obecnym w obu rodzajach wkładów, jest dwutlenek krzemu, który po stopieniu i ochłodzeniu formuje się do postaci włókien kwarcowych (efekt powolnego ochładzania) lub włókien szklanych (wynik szybkiego schładzania). Włókna są następnie zatapiane w matrycy epoksydowej lub polimerowej. [35] Podobnie jak w przypadku wkładów węglowych, powikłania powstałe po zastosowaniu wkładów na bazie włókien kwarcowych lub szklanych opisywane są w piśmiennictwie jako „nie terminalne”, czyli takie, które rokują możliwością dalszej odbudowy i nie wymuszają konieczności ekstrakcji korzenia zęba (głównie odcementowania, rzadziej złamania wkładu). [46, 54] Badania wskazują na większą wytrzymałość na złamania wkładów wzmocnionych włóknami kwarcowymi w porównaniu z włóknami szklanymi. [55, 56] Zaleca się używanie wkładów FRP o długości stanowiącej od  $\frac{2}{3}$  do  $\frac{3}{4}$  długości korzenia i średnicy nie przekraczającej  $\frac{1}{4}$  średnicy korzenia. [57]

### **3.4. Opracowanie zęba pod wkład koronowo - korzeniowy**

Podczas opracowywania zęba pod wkład k-k należy mieć na uwadze ilość pozostawionych twardych tkanek zęba. Obowiązuje zasada „im więcej, tym lepiej”, gdyż pozostawienie większej ilości tkanek własnych przekłada się bezpośrednio na wytrzymałości przyszłej odbudowy protetycznej. [58] Polecane w przeszłości opracowanie kanału na kształt teleskopu powoduje znaczne koncentracje naprężeń wokół stopni wkładu, co może stać się przyczyną pęknięcia korzenia. [36, 59] W przypadku szlifowania zęba pod koronę

po zacementowaniu wkładu k-k, znaczna ilość tkanek zlokalizowanych ekscentrycznie zostaje utracona, dlatego też istotne jest zachowanie możliwie jak największej ilości zębiny wokół wkładu k-k. Wpływ obecności pasma zębiny otaczającej ujście kanału korzeniowego (objętej następnie koroną protetyczną) na zwiększenie wytrzymałości zęba, a tym samym złamanie, nazywamy efektem obręczy („ferrule effect”). Znaczenie obecności obręczy zostało opisane w literaturze, gdzie potwierdzono, iż znacząco wpływa ona na redukcję naprężeń powstających w zębiny korzeniowej oraz na granicy cementów łączących wkład z zębina. [60] Dodatkowo zaobserwowano, iż obecność obręczy zmniejsza ryzyko złamań i pęknięć zębów odbudowanych zarówno wkładami k-k metalowymi jak i wkładami FRP. [61-63]

Naumann zaproponował klasyfikację ubytków twardych tkanek zęba wraz z zalecanym sposobem odbudowy (Tab. 1):

**Tabela 1.** Klasyfikacja ubytków twardych tkanek zęba wraz z zalecanym sposobem odbudowy wg. Naumann. [64]

Klasa I	Ząb z ubytkiem otoczonym przez wszystkie 4 ściany, które mają więcej niż 1 mm grubości.	Można zastosować klasyczną odbudowę zachowawczą bez konieczności stosowania wkładów k-k, dla zębów przednich jak i bocznych.
Klasa II	Ząb z zachowanymi 3 ścianami	Nie ma wskazań do stosowania wkładów k-k, wystarczające są odbudowy adhezyjne bezpośrednie lub pośrednie. Stosowanie systemów adhezyjnych do zębiny i następującej odbudowy kompozytem ubytków typu MOD sprawia, iż zęby stają się odporne na złamania podobnie do nienaruszonych zębów.
Klasa III	Ząb z zachowanymi 2 ścianami	

<p style="text-align: center;">Klasa IV</p>	<p style="text-align: center;">Ząb z zachowaną 1 ścianą</p>	<p style="text-align: center;">Zalecana odbudowa z wykorzystaniem wkładu k-k. Wkłady wzmacniane włóknami są wskazane dla zębów przednich, w przedtrzonowcach i trzonowcach można zastosować wkłady indywidualne metalowe lub wzmacniane włóknami. Ostateczną odbudową powinna być korona protetyczna dla zębów przednich, dla zębów bocznych – korona, onlay lub overlay.</p>
<p style="text-align: center;">Klasa V</p>	<p style="text-align: center;">Brak zachowanych ścian zęba</p>	<p style="text-align: center;">Konieczna odbudowa z wykorzystaniem wkładów k-k. Kluczowe jest zachowanie obręczy (ferrule) tkanek twardych celem zwiększenia odporności na złamania</p>

Pomimo wielu zalet standardowych wkładów k-k wzmacnianych włóknami, wiele przypadków klinicznych nie nadaje się do odbudowy przy pomocy tych uzupełnień. Brak obręczy zdrowej zębiny dyskwalifikuje zastosowanie FRP bez dodatkowych procedur (wydłużenie korony klinicznej lub ekstruzja ortodontyczna) i wymusza użycie indywidualnych metalowych wkładów k-k. [35, 52, 65]] Ten rodzaj wkładów pozostaje również rozwiązaniem z wyboru w przypadku zastosowania protez typu overdenture z elementami precyzyjnymi np. zatrzaskami kulowymi. Użycie standardowych wkładów k-k wymusza opracowanie kanału korzeniowego i dopasowanie jego geometrii do geometrii standardowego wkładu k-k, podczas gdy indywidualne wkłady k-k pozwalają na zachowanie minimalnej preparacji tkanek, ograniczając się do usunięcia materiału wypełniającego kanał i niezbędnego poszerzenia kanału korzeniowego.

### **3.5. Metody uzyskania negatywu wnętrza kanału korzeniowego.**

Dla precyzyjnego i optymalnego wykonania indywidualnego wkładu k-k kluczowe są 2 etapy postępowania: 1) opracowanie kanału, 2) uzyskanie negatywu, a następnie pozytywu wnętrza kanału, na podstawie którego zostanie wykonany indywidualny wkład k-k. Pierwszy etap polega na opracowaniu części koronowej zęba tj. usunięciu wszystkich tkanek zmienionych próchnicowo, uformowaniu wnętrza komory zbieżnie w kierunku jej dna oraz oszlifowaniu zachowanej części korony klinicznej jak pod koronę protetyczną. Następnie należy usunąć materiał wypełniający z kanału korzeniowego z pozostawieniem ok 5,0 milimetrowego wypełnienia, licząc od wierzchołka radiologicznego. Ewentualne poszerzenie kanału nie powinno przekraczać  $\frac{1}{3}$  średnicy korzenia, gdyż przekroczenie tej wartości zwiększa prawdopodobieństwo pęknięcia korzenia. [35] Drugi etap postępowania klinicznego, czyli modelowanie wkładu może zostać wykonany metodą bezpośrednią lub pośrednią.

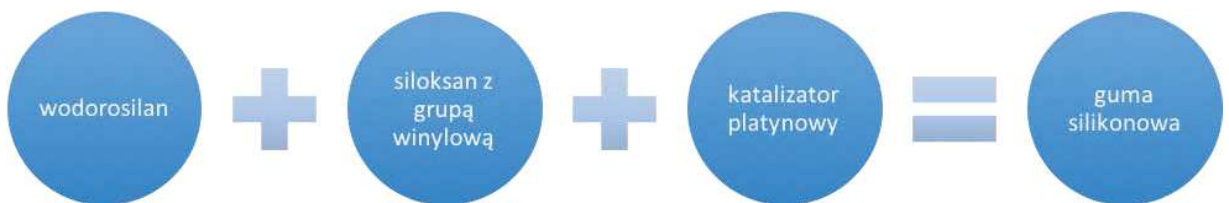
#### **3.5.1. Metoda bezpośrednia.**

W metodzie bezpośredniej lekarz modeluje wkład k-k w ustach pacjenta z wykorzystaniem wosku odlewowego lub samo spalających się tworzyw akrylanowych (np. Pattern-Resin). Następnie, wymodelowany wkład jest wysyłany do laboratorium protetycznego, gdzie w procesie odlewnictwa wosk zostaje zamieniony na metal. Istotnym jest, aby w metodzie bezpośredniej do wymodelowania wkładu użyć produktów ulegających bezresztkowemu spalaniu. [66]

Metoda pośrednia polega na pobraniu wycisku opracowanego kanału zęba, z którego w laboratorium zostanie odlany model roboczy, a następnie dalsze etapy pracy. Obecnie preferuje się wykonanie indywidualnych wkładów metalowych metodą pośrednią z pobraniem wycisku.

### 3.5.2. Metoda pośrednia – wykonanie wycisku, masy wyciskowe.

Wyciski pod indywidualne wkłady k-k powinny być wykonywane masami silikonowymi o addycyjnym sposobie wiązania (A-silikony lub poliwinylsiloksany - PVS). Materiały te dostępne są na rynku od lat 70 XX wieku w konsystencjach: - bardzo rzadkiej, - rzadkiej, - średniej, - gęstej i bardzo gęstej (*putty*) zawsze w postaci pasty bazy i pasty katalizatora. W skład bazy wchodzi wypełniacz oraz polimery o małej masie cząsteczkowej (poliwodorosiloksan metylu), składające się z trzech do dziesięciu bocznych lub końcowych grup wodorosilanowych przypadających na jedną cząsteczkę. Pasta katalityczna zawiera niskocząsteczkowe silikony z wolnymi grupami winylowymi, wypełniacz oraz kwas heksachloroplatynowy. Proces wiązania addycyjnych mas silikonowych przebiega w całości w jamie ustnej bez wytworzenia produktu ubocznego. [67] (Ryc.3) Z tego też względu materiały PVS wykazują dużą stabilność wymiarów, a modele można odlewać wiele dni po pobraniu wycisku. Są one również dobrze tolerowane przez pacjentów, gdyż nie posiadają przykrego smaku lub zapachu i można je dezynfekować różnymi środkami bez obawy o zmianę objętości i kształtu.



**Rycina 3.** Przebieg procesu polimeryzacji addycyjnej masy silikonowej.

Większość producentów mas silikonowych oraz poliwinylsiloksanowych określa swoje masy mianem „hydrofilnych”, co nie jest do końca precyzyjne. Technicznie można tak nazwać jedynie masy hydrokoloidalne. [76] Oryginalne materiały poliwinylsiloksanowe były hydrofobowe, a kąty kontaktu z wodą bardzo duże. Natomiast wszystkie elastomerowe materiały wyciskowe mają postępujące i ustępujące kąty zwilżania większe niż 45°. [76]

Zaczęto więc dodawać do nich niejonowe surfaktanty, żeby zmniejszyć napięcie powierzchniowe, poprawić zwilżalność i zmniejszyć kąty kontaktu, co pozwoliło na uzyskanie kąta o wielkości ok.  $53^{\circ}$  w przypadku mas silikonowych o addycyjnym sposobie wiązania. W efekcie w masie tworzy się mniej pęcherzy powietrza, jednak pogarszają się warunki wykonywania zadowolających wycisków w wilgotnym środowisku. [68, 69]

Zjawiskiem istotnym w pracy materiałami PVS jest tzw. „*shear thinning*” czyli zmniejszenie lepkości wraz ze wzrostem prędkości ścinania (określane inaczej jako *pseudoplastyczność*). [70] Różne gęstości mas cechują się różnymi lepkościami – im masa rzadsza, tym lepkość mniejsza, im masa gęstsza (np. *putty*) tym lepkość większa. Zasada dotycząca materiałów o różnej lepkości mówi, że im mniejsza lepkość masy, tym lepsze odwzorowanie szczegółów. Należy jednak pamiętać, iż mniejsza lepkość skutkuje zwiększeniem stopnia kurczliwości masy. [69]

W związku z powyższym, korzystniej jest, gdy do pobierania wycisku zastosujemy jak najmniejszą ilość masy o małej lepkości (rzadkiej) aby odwzorować przy jej pomocy drobne szczegóły preparacji, a główną masę wycisku stanowić będzie masa o dużej lepkości (np. *putty*). Co więcej, zastosowanie masy gęstszej jako tzw. pierwszej warstwy powoduje wytworzenie tłoczni co przyspiesza prędkość ścinania masy. Efektem jest dalsze, chwilowe zmniejszenie lepkości masy, dzięki czemu lepiej zapływa ona w głąb kieszonek dziąsłowych lub kanałów korzeniowych. Zjawisko „*shear thinning*” zachodzi również bezpośrednio w końcówce mieszającej lub strzykawce wyciskowej. [69, 71]

Wyciski pod indywidualne wkłady k-k wykonuje się obecnie techniką dwuwarstwową jednoczasową. Do opracowanego kanału korzeniowego wprowadza się rzadką masę wyciskową, którą dopycha się do ścianek kanału poprzez wprowadzenie ćwieka retencyjnego usztywniającego wycisk wnętrza kanału. Ważne jest, aby ćwieki retencyjne po wprowadzeniu do kanałów nie przekraczały swoją długością guzków koron zębów sąsiadujących,

gdyż w takiej sytuacji może dojść do odkształcenia się ćwieków w kanale na skutek docisnięcia ich przez twarde dno łyżki wyciskowej, przesunięcia i w konsekwencji uzyskania nieprawidłowego wycisku. Kolejno, wprowadzona zostaje łyżka z gęstą masą wyciskową typu *putty*, która stanowi wycisk dopełniający, obejmujący również pozostałe zęby w łuku zębowym. Po związaniu, usuwa się wycisk z jamy ustnej, ocenia jego dokładność i wysyła do laboratorium celem wykonania dalszych etapów pracy.

Dotychczas w literaturze opublikowano wiele prac dotyczących leczenia z wykorzystaniem wkładów k-k oraz metod ich wykonywania, natomiast problem techniki wykonania wycisków pod wkłady k-k, w tym sposobów wprowadzania masy wyciskowej do światła kanałów jest słabo udokumentowany. [69, 72] Istnieje zatem potrzeba precyzyjnego określenia zasady aplikacji masy wyciskowej do światła kanału korzeniowego celem idealnego odzwierciedlenia warunków klinicznych w negatywie (wycisku), a następnie pozytywie (modelu) pola protetycznego, gdyż przekazanie wiernego odzwierciedlenia warunków klinicznych do laboratorium protetycznego jest warunkiem *sine qua non* wykonania precyzyjnego wkładu koronowo – korzeniowego gwarantującego długoczasowe przetrwanie uzupełnienia protetycznego w jamie ustnej, a tym samym wieloletnie przedłużenie użytkowania naturalnego filaru.

## 4. CEL PRACY

1. Określenie metody wprowadzania masy wyciskowej do wnętrza kanału korzeniowego, która pozwoli na uzyskanie najbardziej precyzyjnego wycisku.
2. Określenie potencjalnej zależności pomiędzy anatomią kanału korzeniowego, a precyzją wykonania wycisku pod wkład koronowo – korzeniowy wybraną metodą.
3. Określenie która z wybranych metod aplikacji masy wyciskowej do wnętrza kanału korzeniowego skutkuje pobraniem najmniej precyzyjnego wycisku, a tym samym w domyśle wymusza konieczność powtórzenia procedury.
4. Sprawdzenie czy wybrane metody oceny wycisku kliniczna *versus* komputerowa wykazują zgodność oceny w zębach jedno- oraz wielokorzeniowych.



## **5. MATERIAŁY I METODY**

### **5.1. Materiał.**

Materiał badawczy stanowiły 162 wyciski pobierane na naturalnych, ludzkich zębach stałych usuwanych ze wskazań ogólnomedycznych w Poradni Chirurgii Stomatologicznej Uniwersyteckiego Centrum Stomatologicznego w Gdańsku. Zęby pochodziły od pełnoletnich pacjentów obojga płci, którzy zostali poinformowani o planowanych badaniach i wyrazili na nie pisemną zgodę. Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Niezależnej Komisji Bioetycznej do Spraw Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym (NKBBN/300/ 2013). Wyciski wykonano trzema różnymi metodami, po 54 wyciski w każdej z metod. Ogólnie 78 wycisków wykonano w zębach jednokanałowych, a 84 wyciski w zębach wielokanałowych.

### **5.2. Przygotowanie zębów i modeli gipsowych.**

Usunięte zęby poddano badaniu oraz selekcji celem zakwalifikowania do dalszego postępowania. Pierwotnie, tkanki twarde zniszczone przez proces próchnicowy (jeśli obecne) zostały opracowane wiertłem diamentowym na turbinę w chłodzeniu wodno – powietrznym. Kolejno, opracowany ząb oceniano pod kątem przydatności do wykonania indywidualnego wkładu k-k z uwzględnieniem wszystkich zasad stosowanych w postępowaniu klinicznym. Do kolejnych etapów zakwalifikowano 26 zębów jednokorzeniowych i 28 zębów wielokorzeniowych. Do grupy zębów jednokorzeniowych zakwalifikowano zęby sieczne, kły oraz zęby przedtrzonowe. Z grupy wykluczono zęby przedtrzonowe dwukanałowe. Do grupy zębów wielokanałowych zakwalifikowano jedynie zęby trzonowe, w tym 11 zębów trzonowych górnych oraz 17 zębów trzonowych dolnych.

Wszystkie kanały w zębach zakwalifikowanych do dalszego postępowania przeleczono endodontycznie na pełną długość roboczą przy pomocy narzędzi maszynowych MTwo® firmy

VDW oraz ręcznych narzędzi typu K-file do szerokości ISO 35. Następnie, kanały wypełniono uszczelniaczem na bazie żywic amino - epoksydowych AH-plus™ (Dentsply) oraz dopełniono ćwiekami gutaperkowymi.

Kolejno, zęby umieszczono w odpowiadających im pozycjach w silikonowych formach imitujących pełne łuki zębowe, a następnie zalewano białym gipsem klasy II (gips modelowy). Po związaniu gipsu i uwolnieniu modeli, odcinano korony zębów (jeśli były obecne) do wysokości ścian ok. 2 mm powyżej granicy szklino-cementowej. W komorze zęba likwidowano podcienie i kształtowano wewnętrzne powierzchnie ścian zęba tak, aby ich kąt nachylenia przebiegał zbieżnie w kierunku dna komory. Opracowanie komory zęba przebiegało w sposób jak najbardziej imitujący postępowanie kliniczne. Następnie, przy pomocy wiertła nr 3 i nr 2 typu Largo-Peeso (Dentsply Maillefer) opracowywano kanały korzeniowe. W zębach jednokorzeniowych opracowywano jeden kanał, w zębach wielokorzeniowych trzonowych dolnych – dwa lub trzy kanały, w zębach wielokorzeniowych trzonowych górnych – dwa lub trzy kanały, wybierane na podstawie historii leczenia endodontycznego. Kryterium wyboru stanowił poziom równoległości kanałów. W przypadku dużej rozbieżności korzeni/kanałów oraz bardzo wąskiego światła kanału, w zębach trójkanałowych zdecydowano się na opracowanie pod wkład jedynie dwóch kanałów o najszerszym świetle. Kanały opracowywano na długość odpowiadającą klinicznym wskazaniom dla leczenia z wykorzystaniem wkładów koronowo - korzeniowych, polegającym na tym, że długość przyszłego wkładu k-k powinna pozostawać w stosunku co najmniej 1:1 do długości przyszłej korony protetycznej. Podobnie jak ma to miejsce w postępowaniu klinicznym, kanały nie były opracowywane narzędziami Largo-Pesso na pełną długość roboczą, ponieważ każdorazowo pozostawiano przywierzchołkowy odcinek kanału o długości 3-5 mm wypełniony gutaperką.

Każdy model oznaczano kolejną literą alfabetu, a każdy ząb w danym modelu kolejną liczbą naturalną z wykluczeniem ze zbioru liczby „0”. (Ryc. 4, 5, 6)



Rycina 4. Widoczne zęby osadzone w modelu gipsowym i oznaczenie zębów.



Rycina 5. Widoczne zęby osadzone w modelu gipsowym i oznaczenie modelu.



Rycina 6. Widoczny oznaczony ząb osadzony w modelu gipsowym.

## **5.3. Metodyka pobierania wycisków.**

### **5.3.1. Przygotowanie modelu.**

Przed rozpoczęciem pobierania wycisków każdy model zanurzano w wodzie o temperaturze pokojowej na czas 1/2 godziny celem nasączenia modelu gipsowego i stworzenia „izolacji” dla silikonowej masy wyciskowej. Dodatkowo, założono, iż wcześniejsze „nawodnienie” tkanek zęba najbardziej możliwie zbliży warunki pobrania wycisków do warunków panujących w środowisku jamy ustnej.

Po wyjęciu modelu z wody osuszano go ręcznikiem papierowym, następnie ząb przeznaczony pod wycisk osuszano strumieniem sprężonego powietrza z dmuchawki unitu dentystycznego przez czas 5 sekund, po czym do każdego kanału wprowadzano po kolei sączki papierowe o rozmiarze ISO 35 do momentu, w którym wyjęty sączek pozostawał całkowicie suchy.

Przygotowano również metalowe ćwieki retencyjne. Metalowe zszywki biurowe przecinano wiertłem diamentowym w  $\frac{2}{3}$  ich długości, następnie wiertłem diamentowym typu separator wykonywano nacięcia na powierzchni przygotowanego ćwieka celem zapewnienia retencji dla masy wyciskowej. Każdy ćwiek przymierzano do wybranego dla niego kanału korzeniowego przed pobraniem wycisku, celem dobrania odpowiedniej długości ćwieka tak, aby nie wystawał ponad korony sąsiednich zębów.

### **5.3.2. Wykonanie wycisków.**

Wyciski docelowe wykonywano metodą dwuwarstwową, jednoczasową z użyciem masy poliwinylsiloksanowej typu addycyjnego Honigum firmy DMG (Niemcy) typu putty oraz light. Masę Honigum-Light wybrano ze względu na zjawisko „*shear thinning*”, polegające na osiągnięciu najniższej lepkości spośród tej kategorii materiałów pod wpływem działania dużej

siły. Pożądanym efektem “*shear thinning*” jest łatwiejsze wnikanie masy w trudno dostępne miejsca we wnętrzu kanału korzeniowego.

Masę typu putty mieszano ręcznie i nakładano na standardową metalową łyżkę obrotową, natomiast masę typu light nakładano z pistoletu poprzez końcówkę mieszającą zakończoną aplikatorem bezpośrednio na ząb używając trzech różnych metod:

- I. PISTOLET - masę typu light wstrzykiwano z pistoletu bezpośrednio do światła kanału, przykładając aplikator możliwie głęboko do ujścia kanału, a następnie wolno wycofując w miarę wypełniania kanału
- II. LENTULO - masę typu light wstrzykiwano z pistoletu bezpośrednio do światła kanału, a następnie kondensowano w kanale przy pomocy igły Lentulo założonej na kątnicę z prędkością 4000 obrotów na minutę przez czas 5 sekund,
- III. IGŁA - do kanału korzeniowego wprowadzano igłę iniekcyjną o rozmiarze 25G (osobną do każdego kanału), następnie wstrzykiwano masę wyciskową typu light z pistoletu do kanału korzeniowego wzdłuż igły iniekcyjnej, która miała pełnić funkcję wentyla odpowietrzającego. W założeniu tej metody powietrze uwięzione w kanale pod wpływem prężności masy uchodziło przez światło wprowadzonej igły. Kolejno igła była wolno wyciągana z kanału korzeniowego, podczas gdy masa była nadal wstrzykiwana.

Bezpośrednio po aplikacji w każdej z trzech metod wprowadzano do wszystkich kanałów wcześniej przygotowany metalowy ćwiek retencyjny, po czym nakładano łyżkę wyciskową z masą typu putty. Po związaniu masy wyjmowano łyżkę, wycisk uwalniano z łyżki i na odwrocie opisywano wiertłem rodzaj zastosowanej metody i numer wycisku odczytany z oznaczeń na modelu.

## **5.4. Ocena wycisków.**

### **5.4.1. Analiza kliniczna wycisków.**

Wyciski były oceniane przez dwóch lekarzy klinicystów, niezależnie od siebie metodą random/random. Zastosowano dwie skale ocen.

W pierwszej, wycisk analizowano pod kątem obecności pęcherzy powietrza i pustych przestrzeni w silikonowym negatywie wnętrza kanału korzeniowego. Brak pęcherzy, pustych przestrzeni oraz śladów przerwania ciągłości masy oznaczał wycisk akceptowalny, obecność pęcherzy dyskwalifikowała wycisk, jako niemożliwy do dalszego wykorzystania.

W drugiej skali oceniano każdy wycisk pod kątem przydatności klinicznej według punktacji:

1 pkt – wycisk nieakceptowalny klinicznie

2 pkt – wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie

3 pkt – wycisk idealny

Wycisk nieakceptowalny klinicznie oznaczał taki, którego niedokładności nie gwarantują poprawnego odwzorowania warunków klinicznych, a tym samym dyskwalifikują go do odlania modelu roboczego (Ryc. 7). Wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie zawiera pewne minimalne ślady drobnych pęcherzyków powietrza lub zadziorów w masie, które, w subiektywnej ocenie klinicysty, nie wpływają na odzwierciedlenie warunków klinicznych, a tym samym dopuszczają możliwość zakwalifikowania wycisku do odlania modelu roboczego. Wycisk idealny nie zawiera żadnych błędów i stanowi idealny negatyw wnętrza kanału korzeniowego (Ryc. 8).

Wyniki punktacji sporządzonej przez każdego z lekarzy dla danego wycisku sumowano i uśredniono. W przypadku zębów wielokorzeniowych oceniano osobno każdy z kanałów, a następnie liczone średnią dla całego zęba. Dodatkowo oceniano wyciski poszczególnych grup zębów, w tym zęby trzonowe górne i dolne, siekacze centralne górne, kły, zęby przedtrzonowe

oraz siekacze dolne, a także wyciski kanałów podniebiennych zębów trzonowych górnych, dystalne kanały zębów trzonowych dolnych, kanały siekaczy centralnych górnych, kłów i zębów przedtrzonowych jako kanały najszersze, a tym samym najbardziej przydatne do leczenia przez lekarza z wykorzystaniem wkładów koronowo – korzeniowych. Wyniki poddano analizie statystycznej testem U Manna – Whitneya, testem chi – kwadrat, „dokładnym testem Fischera”, testem Kruskalla – Wallisa oraz wykonano analizę post-hoc testem Dunna. We wszystkich obliczeniach za poziom istotności statystycznej przyjęto  $p \leq 0,05$ .



**Rycina 7.** Przykład wycisku zęba wielokanałowego, w którym dwa z trzech kanałów zostały ocenione jako nieakceptowalne klinicznie (widoczne zamknięte pęcherze powietrza).



**Rycina 8.** Przykład wycisku zęba jednokanałowego, który został oceniony jako wycisk idealny.

#### 5.4.2. Analiza komputerowa wycisków.

Celem potwierdzenia oceny wycisków w sposób obiektywny opracowano i zastosowano nowatorską, cyfrową metodę ewaluacji.

Wyciski montowano w skanerze laboratoryjnym CAD/CAM ZirkonZahn S600 ARTI, gdzie następnie skanowano ich powierzchnię (Ryc. 9). Tak uzyskany trójwymiarowy model analizowano z użyciem dedykowanego do tego celu oprogramowania ZirkonZahn.Modellier.

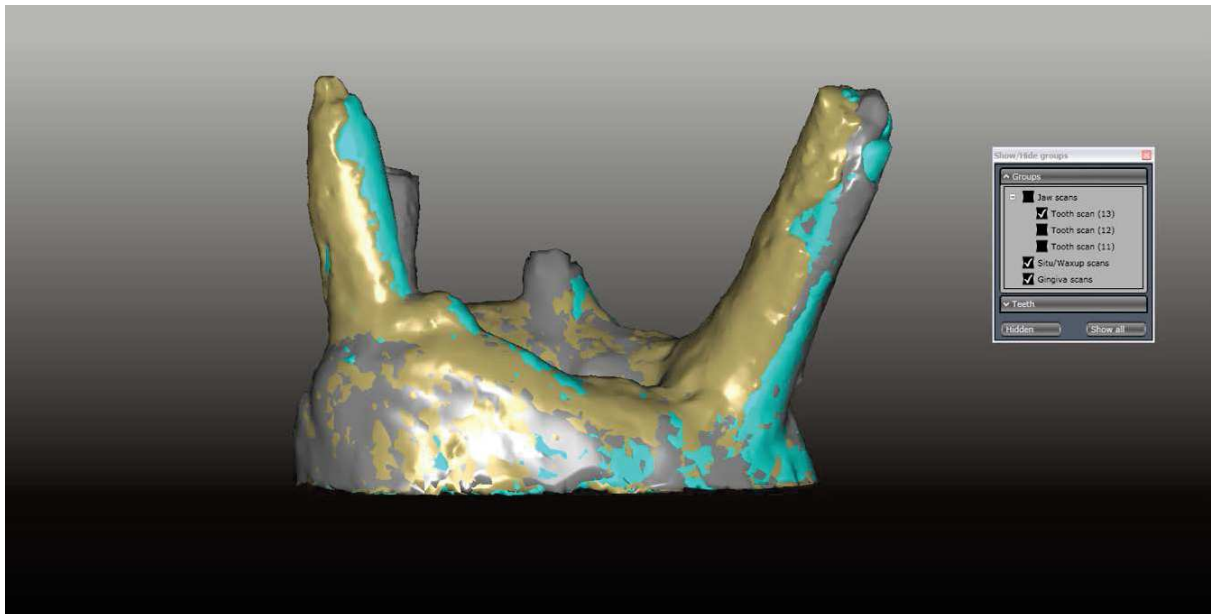


**Rycina 9.** Skaner ZirkonZahn S600

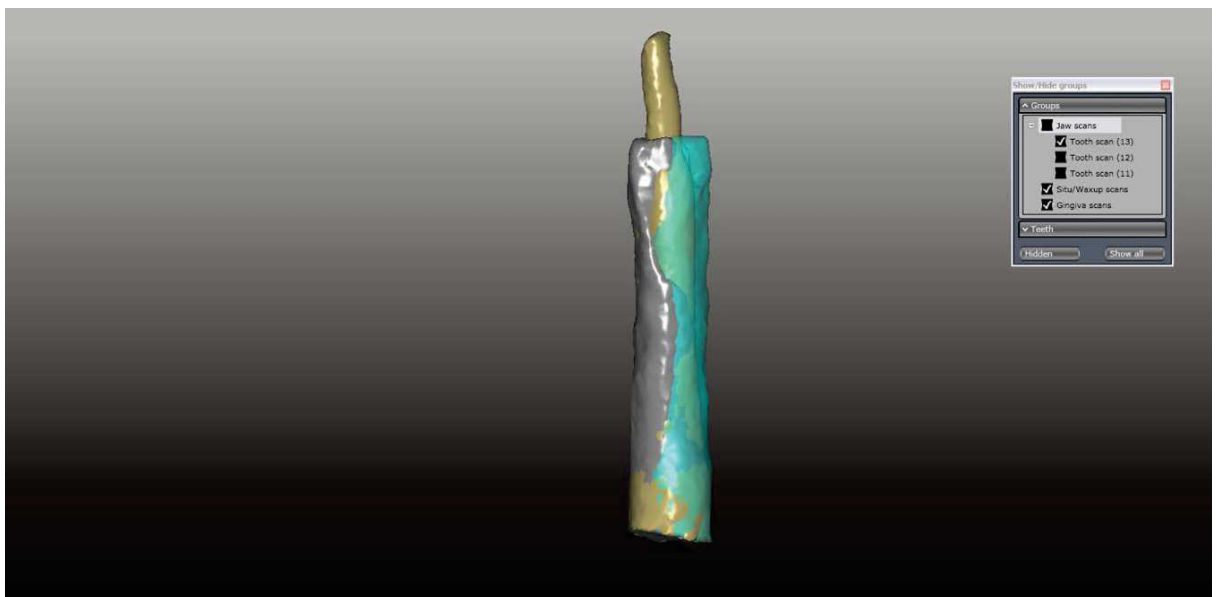
Dla porównania jakości uzyskanych wycisków, mierzono objętość masy wyciskowej wtłoczonej do wnętrza kanału korzeniowego, uznając, że większa ilość wprowadzonej masy wyciskowej wywierając większą prężność podczas wtłaczania, wypełnia szczelniej wnętrze kanału, a tym samym pozwala na dokładniejsze odwzorowanie obrazu wnętrza kanału korzeniowego. Celem jednoznacznej oceny odwzorowania wnętrza kanału korzeniowego



z zastosowaniem trzech metod aplikacji masy wyciskowej, przyjęto wspólny punkt odniesienia poprzez wirtualne nałożenie na siebie skanów wycisków danego kanału uzyskanych każdą metodą (łącznie trzy skany) (Ryc. 10, 11). Następnie odcinano wszystkie trzy nałożone skany w miejscu uszypułowania, uzyskując trzy wirtualne modele o jednakowej podstawie.

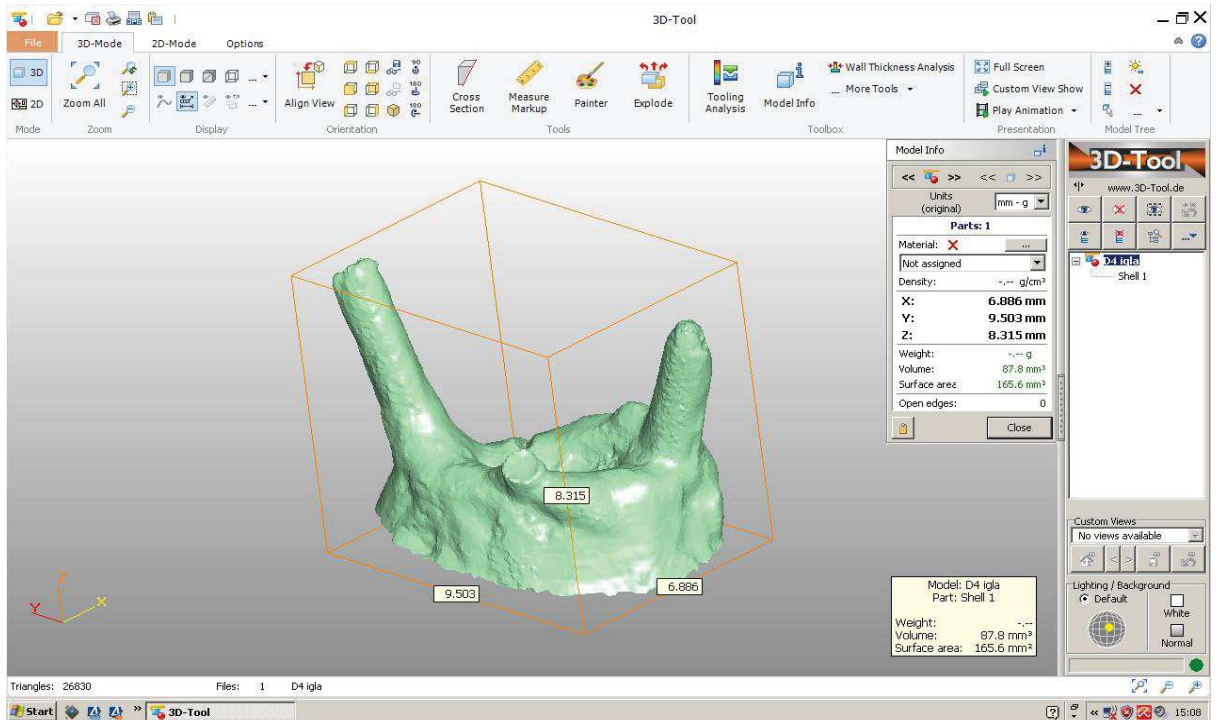


**Rycina 10.** Program ZikonZahn.Modellier. Widoczne trzy nałożone na siebie skany wycisków zęba wielokorzeniowego oznaczone różnymi kolorami. Wspólna podstawa skanów pozwala na ich wzajemne porównanie.



**Rycina 11.** Program ZikonZahn.Modellier. Widoczne trzy nałożone na siebie skany wycisków zęba jednokorzeniowego oznaczone różnymi kolorami.

Uzyskane w ten sposób wirtualne modele zapisywano do plików w formacie .stl i eksportowano do programu 3D-Tool, umożliwiającego matematyczną ocenę objętości danego modelu (Ryc. 12).



Rycina 12. Widok modelu zapisanego w formacie .stl w programie 3D-Tool.

Pozyskane wyniki poddano analizie statystycznej stosując test chi – kwadrat oraz „dokładny test Fishera”<sup>\*</sup> przyjmując poziom istotności statystycznej  $p \leq 0,05$ .

<sup>\*</sup>nazwa własna testu

## 6. WYNIKI

### 6.1. Wyniki wykonania wycisków z użyciem metody cyfrowej.

#### 6.1.1. Wyniki uzyskane w grupie zębów jednokanałowych.

W grupie zębów jednokanałowych łącznie analizowano 78 wycisków.

**Tabela 2.** Indywidualne wyniki cyfrowego pomiaru objętości wycisków w zębach jednokanałowych uzyskanych z użyciem trzech metod pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem **zielonym** zaznaczono najlepszy wynik dla danego zęba (mm<sup>3</sup>).

Oznaczenie zęba	LENTULO	IGŁA	PISTOLET	Rodzaj zęba	Metoda dająca najlepszy wynik
E1	29,0	28,2	28,3	KIEŁ	LENTULO
Z3	11,9	11,5	11,6	ZĄB SIECZNY CENTRALNY GÓRNY	LENTULO
H4	8,4	8,3	8,6	ZĄB SIECZNY DOLNY	PISTOLET
N2	19,9	18,1	12,9	KIEŁ	LENTULO
A5	18,9	18,6	18,0	ZĄB SIECZNY CENTRALNY GÓRNY	LENTULO
P3	15,5	15,0	15,3	KIEŁ	LENTULO
M5	11,1	9,5	11,2	ZĄB PRZEDTRZONOWY	PISTOLET
A7	10,0	9,1	9,2	ZĄB PRZEDTRZONOWY	LENTULO
A6	10,5	10,3	10,2	ZĄB PRZEDTRZONOWY	LENTULO
P4	7,2	6,5	3,4	ZĄB SIECZNY DOLNY	LENTULO

I3	16,6	17,1	15,8	ZĄB PRZEDTRZONOWY	IGŁA
A4	7,8	7,6	7,0	ZĄB SIECZNY DOLNY	LENTULO
E5	12,2	12,6	11,6	ZĄB SIECZNY CENTRALNY GÓRNY	IGŁA
I2	11,6	10,9	12,3	ZĄB PRZEDTRZONOWY	PISTOLET
P5	8,9	9,5	9,4	KIEŁ	IGŁA
F6	34,3	33,9	32,2	ZĄB PRZEDTRZONOWY	LENTULO
M3	7,7	7,3	7,5	ZĄB PRZEDTRZONOWY	LENTULO
E4	7,9	9,4	9,7	ZĄB PRZEDTRZONOWY	PISTOLET
A2	30,5	30,8	31	KIEŁ	PISTOLET
D2	4,0	4,0	3,8	ZĄB SIECZNY DOLNY	LENTULO/IGŁA
H3	11,3	11,1	11,3	ZĄB PRZEDTRZONOWY	LENTULO/PISTOLET
A3	28,2	28,2	25,1	KIEŁ	LENTULO/IGŁA
T1	29,3	26,2	29,7	KIEŁ	PISTOLET
X1	11,1	6,9	9,8	KIEŁ	LENTULO
X2	15,9	13,8	14,4	KIEŁ	LENTULO
T2	15,9	16,1	15,7	KIEŁ	IGŁA

**Tabela 3.** Odsetek wycisków w zębach jednokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ZĘBY JEDNOKANAŁOWE	
	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
LENTULO	55,2%
IGŁA	20,7%
PISTOLET	24,1%
Suma	100%

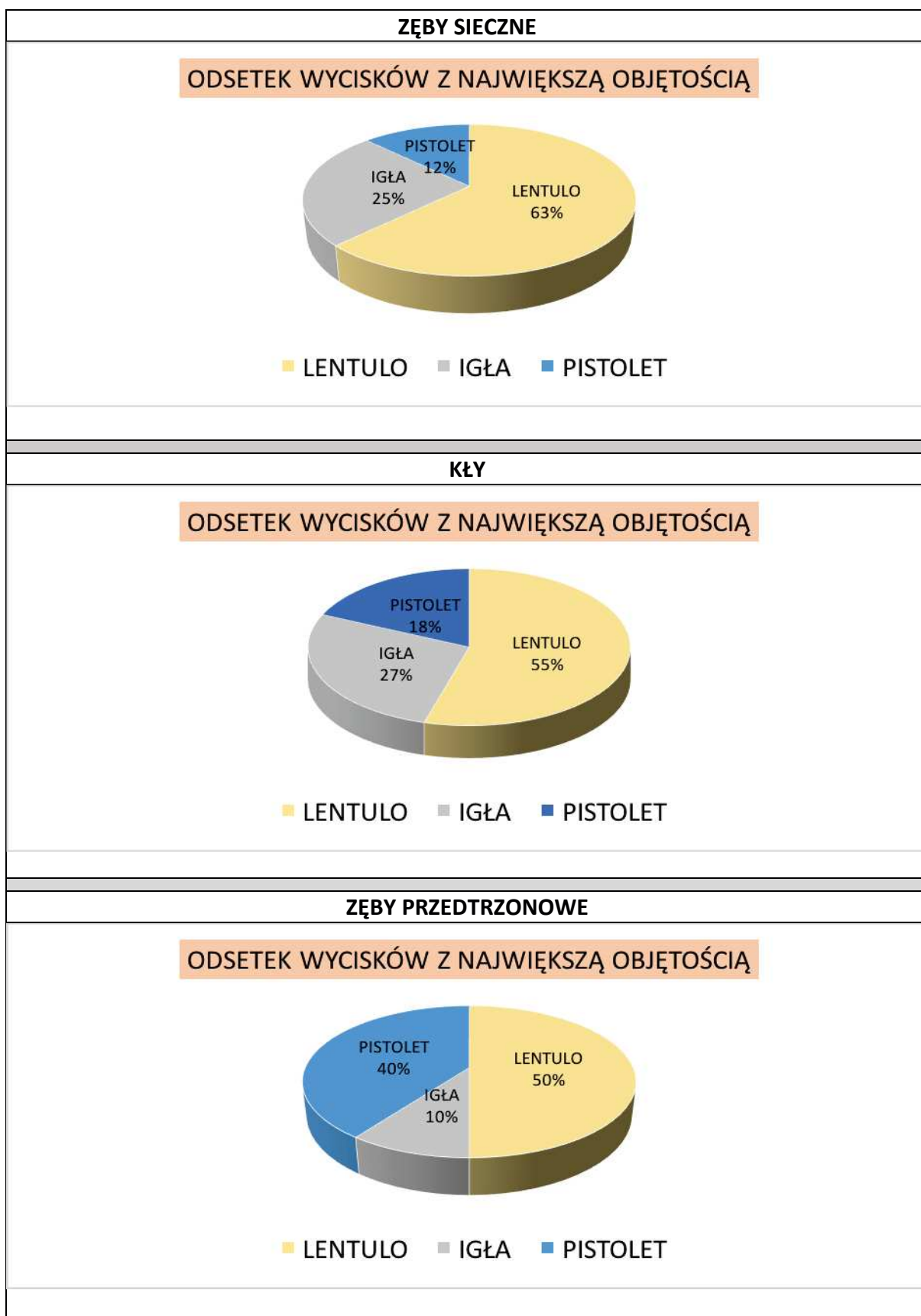


**Rycina 13.** Odsetek wycisków w zębach jednokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET).

Metoda cyfrowa oceny wycisków wykazała, że najczęściej, 55,2% wycisków z największą zmierzoną objętością, pobierano metodą LENTULO. W tej samej grupie zębów jednokanałowych wycisków pobieranych metodą IGŁA było 20,7%, a metodą PISTOLET było 24,1%. W grupie wycisków z największą zmierzoną objętością wycisków pobieranych metodą LENTULO było istotnie statystycznie więcej w porównaniu do metody PISTOLET ( $p=0,0307$ ) i metody IGŁA ( $p=0,0140$ ) (Tab. 3) (Ryc. 13).

**Tabela 4.** Ilość i odsetek wycisków wykonanych w zębach jednokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Podział na grupy zębowe. Kolorem **zielonym** zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

<b>ZĘBY SIECZNE</b>			
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW	METODA WYCISKOWA	LICZBA WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
7	LENTULO	5	62,5%
7	IGŁA	2	25,0%
7	PISTOLET	1	12,5%
<b>21</b>	<b>Suma</b>	8	100%
<b>KŁY</b>			
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW	METODA WYCISKOWA	LICZBA WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
10	LENTULO	6	54,5%
10	IGŁA	3	27,3%
10	PISTOLET	2	18,2%
<b>30</b>	<b>Suma</b>	11	100%
<b>ZĘBY PRZEDTRZONOWE</b>			
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW	METODA WYCISKOWA	LICZBA WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
9	LENTULO	5	50,0%
9	IGŁA	1	10,0%
9	PISTOLET	4	40,0%
<b>27</b>	<b>Suma</b>	10	100%



**Rycina 14.** Odsetek wycisków wykonanych w zębach jednokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Podział na grupy zębowe.

Analiza statystyczna wycisków wykonana „dokładnym testem Fishera” w grupie zębów jednokanałowych z podziałem na poszczególne grupy zębowe nie wykazała różnic istotnych statystycznie pomiędzy poszczególnymi grupami, lecz można zaobserwować potencjał dla metody LENTULO (Tab. 4) (Ryc. 14).

### 6.1.2. Wyniki uzyskane w grupie zębów wielokanałowych.

W grupie zębów wielokanałowych łącznie analizowano 84 wyciski.

**Tabela 5.** Indywidualne wyniki cyfrowego pomiaru objętości wycisków w zębach wielokanałowych uzyskanych z użyciem trzech metod pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem **zielonym** zaznaczono najlepszy wynik dla danego zęba (mm<sup>3</sup>).

Oznaczenie zęba	LENTULO	IGŁA	PISTOLET	Rodzaj zęba	Metoda dająca najlepszy wynik
F7	70,0	70,4	70,8	ZĄB TRZONOWY DOLNY	PISTOLET
N1	81,7	82,2	83,6	ZĄB TRZONOWY DOLNY	PISTOLET
A8	85,0	84,0	84,2	ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO
Z2	76,8	79,6	78,6	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
H5	75,1	81,0	74,9	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
D4	87,3	87,8	87,5	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	IGŁA
B4	91,7	95,4	93,8	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
B1	76,1	73,9	73,2	ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO
E7	103,4	99,0	101,5	ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO
C5	26,9	28,6	25,7	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA



F8	67,8	69,5	68,6	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
C1	37,9	37,8	33,3	ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO
P1	89,5	86,8	80,9	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO
P6	98,4	96,9	94,5	ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO
A1	80,7	79,3	81,9	ZĄB TRZONOWY DOLNY	PISTOLET
M1	32,9	36,5	37,6	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	PISTOLET
I4	89,9	87,7	87,1	ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO
N7	63,3	61,5	66,3	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	PISTOLET
E2	83,9	85,5	84,4	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
P2	119,0	121,7	118,2	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
Z1	58,7	61,2	61,1	ZĄB TRZONOWY DOLNY	IGŁA
F1	81,5	77,8	76,0	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO
Y1	50,4	50,1	49,1	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO
Y2	56,5	54,9	55,6	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO
W2	51,9	53,8	52,8	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	IGŁA
V1	58,0	53,8	47,9	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO
T3	30,2	25,0	24,6	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO
I1	90,4	90,9	90,4	ZĄB TRZONOWY GÓRNY	IGŁA

**Tabela 6.** Odsetek wycisków w zębach wielokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ZĘBY WIELOKANAŁOWE	
	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
LENTULO	42,9%
IGŁA	39,3%
PISTOLET	17,8%
<b>Suma</b>	100%



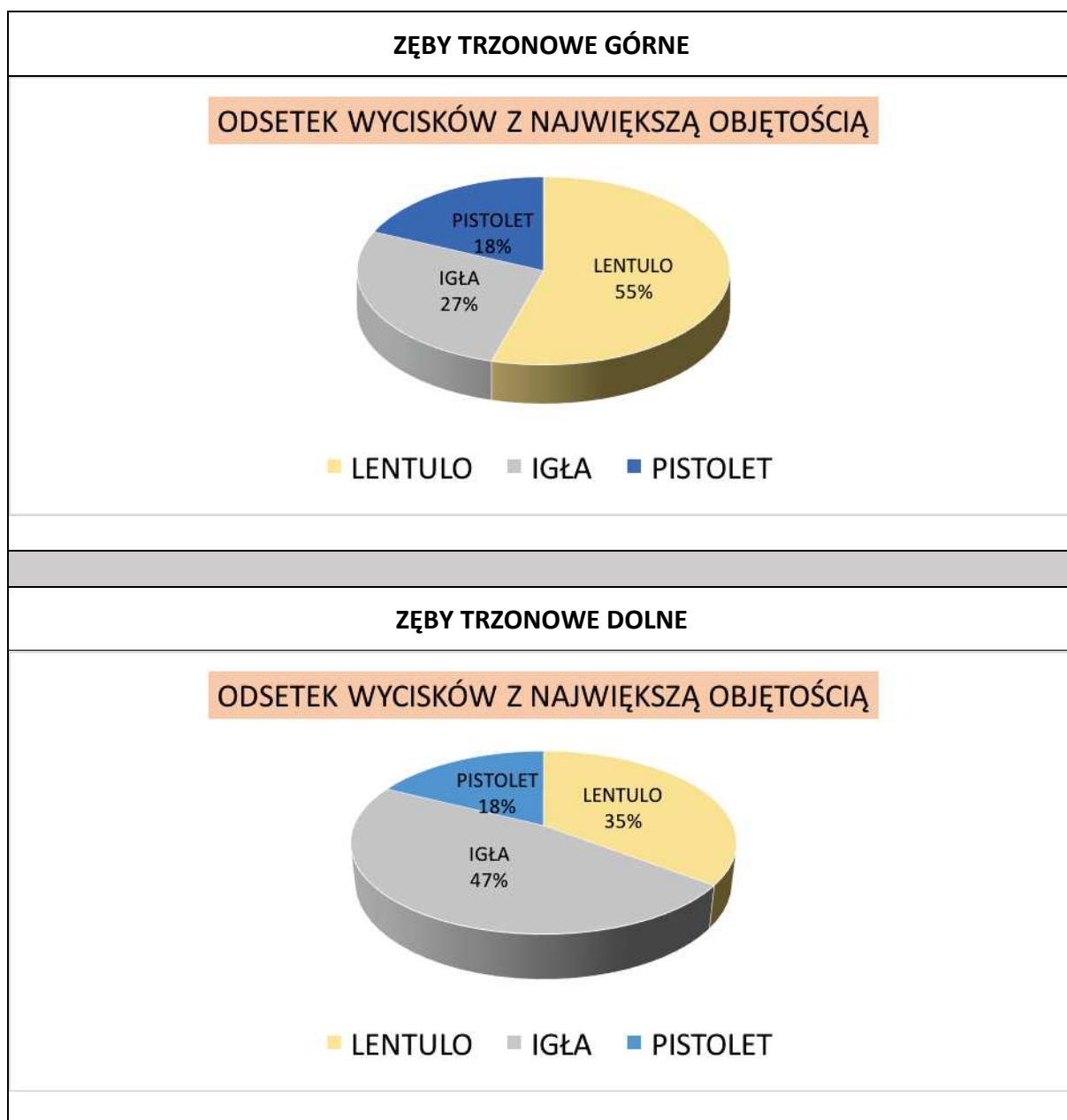
**Rycina 15.** Odsetek wycisków w zębach wielokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET).

Metoda cyfrowa oceny wycisków wykonanych w grupie zębów wielokanałowych wykazała, że najwięcej wycisków z największą objętością tj. najbardziej poprawnych klinicznie, pobierano metodą LENTULO (42,9%). Natomiast, metody IGŁA oraz PISTOLET pozwoliły na pobranie najlepszych wycisków odpowiednio w 39,3% oraz 17,8% przypadków (Tab. 6) (Ryc. 15).

Jednocześnie, w grupie zębów wielokanałowych nie wykazano istotności statystycznej pomiędzy różnymi metodami pobierania wycisków w dokładnym teście Fishera pomimo widocznego potencjału dla metody LENTULO.

**Tabela 7.** Ilość i odsetek wycisków wykonanych w zębach wielokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Podział na grupy zębowe. Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

<b>ZĘBY TRZONOWE GÓRNE</b>			
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW	METODA WYCISKOWA	LICZBA WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
11	LENTULO	6	54,5%
11	IGŁA	3	27,3%
11	PISTOLET	2	18,2%
<b>33</b>	<b>Suma</b>	11	100%
<b>ZĘBY TRZONOWE DOLNE</b>			
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW	METODA WYCISKOWA	LICZBA WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
17	LENTULO	6	35,3%
17	IGŁA	8	47,1%
17	PISTOLET	3	17,6%
<b>51</b>	<b>Suma</b>	17	100%



**Rycina 16.** Odsetek wycisków wykonanych w zębach wielokanałowych pozwalających uzyskać największą objętość ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Podział na grupy zębowe.

Analiza statystyczna wyników pozyskanych w zębach wielokanałowych nie wykazała istotności statystycznej pomiędzy metodami wykonania wycisków (Tab. 7) (Ryc. 16).

### 6.1.3. Łączne wyniki uzyskane metodą cyfrową w grupie zębów jednokanałowych oraz wielokanałowych.

**Tabela 8.** Łączny odsetek wycisków z największą objętością w grupie zębów jednokanałowych i wielokanałowych ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ZĘBY JEDNOKANAŁOWE I WIELOKANAŁOWE	
	ODSETEK WYCISKÓW Z NAJWIĘKSZĄ OBJĘTOŚCIĄ
LENTULO	49,1%
IGŁA	29,8%
PISTOLET	21,1%
Suma	100%



**Rycina 17.** Odsetek wycisków w łącznej grupie zębów jednokanałowych i wielokanałowych z największą objętością ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET).

Metoda cyfrowa oceny wszystkich wycisków wykazała, że najwięcej, 49,1% wycisków z największą objętością, pobierano metodą LENTULO. Natomiast, metody IGŁA oraz

PISTOLET pozwoliły na pobranie najlepszych wycisków odpowiednio w 29,8% oraz 21,1% przypadków (Tab. 8) (Ryc. 17).

Wycisków z największą objętością było istotnie statystycznie więcej w grupie LENTULO, w porównaniu z grupą PISTOLET ( $p=0,0017$ ) i grupą IGŁA ( $p=0,0351$ ).

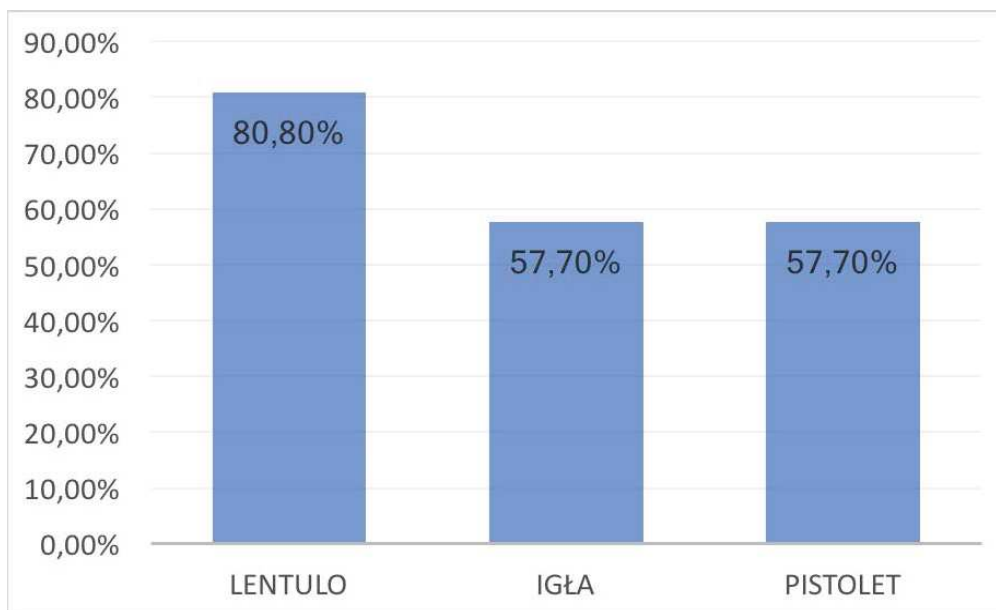
## 6.2. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen.

### 6.2.1. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen w grupie zębów jednokanałowych.

**Tabela 9.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach jednokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW <b>78</b>	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK UDANY pozbawiony pęcherzy	21	80,8%	15	57,7%	15	57,7%
WYCISK NIEUDANY obecne pęcherze	5	19,2%	11	42,3%	11	42,3%

W grupie wycisków pobieranych metodą PISTOLET było 57,7% wycisków udanych i 42,3% wycisków nieudanych. W grupie wycisków pobieranych metodą LENTULO było 80,8% wycisków udanych i 19,2% wycisków nieudanych. W grupie wycisków pobieranych metodą IGŁA było 57,7% wycisków udanych i 42,3% wycisków nieudanych. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic ze względu na metodę pobierania wycisku w grupie zębów jednokanałowych (Tab. 9) (Ryc. 18).

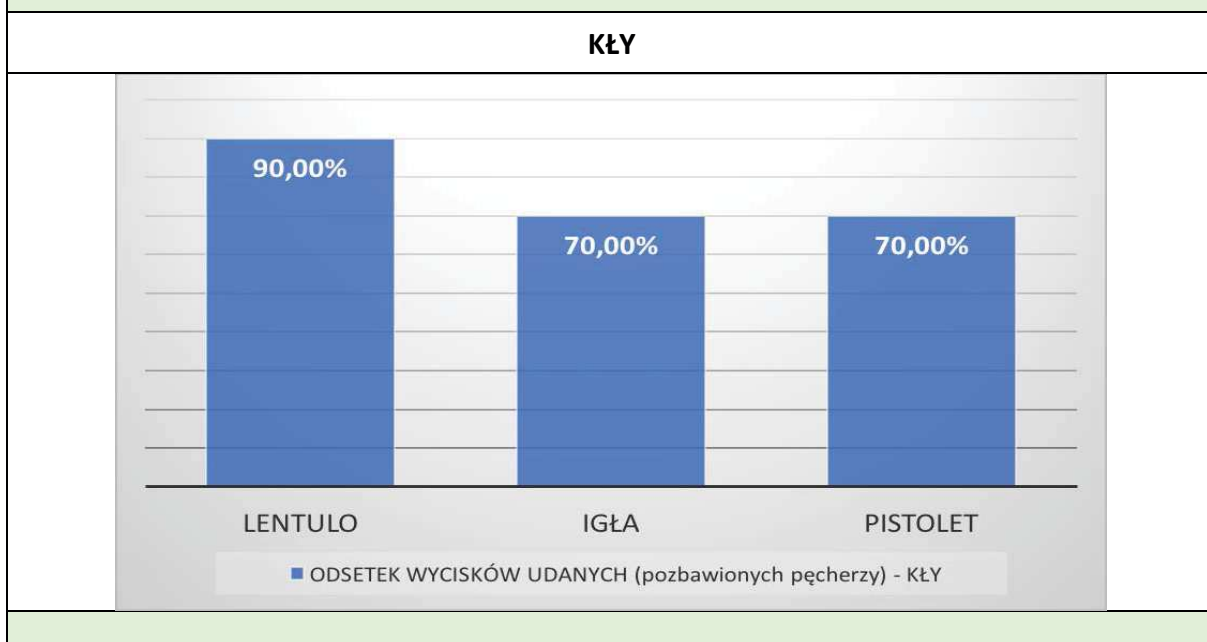
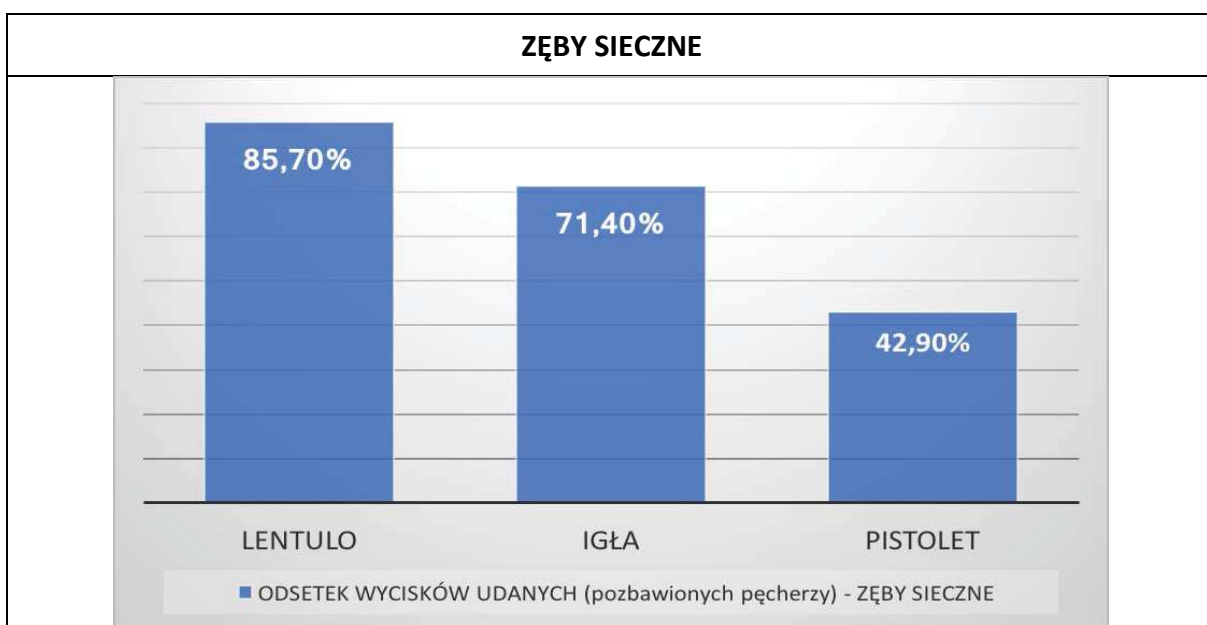


**Rycina 18.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach jednokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET).

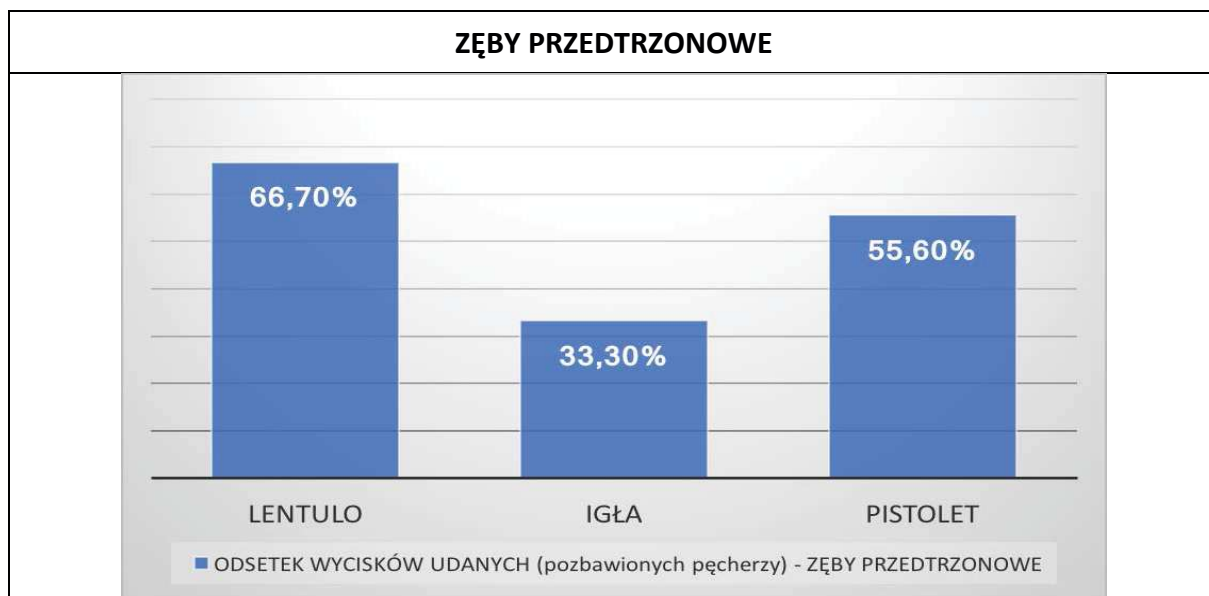
**Tabela 10.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach jednokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Podział na grupy zębowe. Kolorem **zielonym** zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 21	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ZĘBY SIECZNE</b>						
WYCISK UDANY	6	85,7%	5	71,4%	3	42,9%
WYCISK NIEUDANY	1	14,3%	2	28,6%	4	57,1%
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 30	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>KŁY</b>						
WYCISK UDANY	9	90,0%	7	70,0%	7	70,0%
WYCISK NIEUDANY	1	10,0%	3	30,0%	3	30,0%

ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 27	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ZĘBY PRZEDTRZONOWE</b>						
WYCISK UDANY	6	66,7%	3	33,3%	5	55,6%
WYCISK NIEUDANY	3	33,3%	6	66,7%	4	44,4%







**Rycina 19.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach jednokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Podział na grupy zębowe.

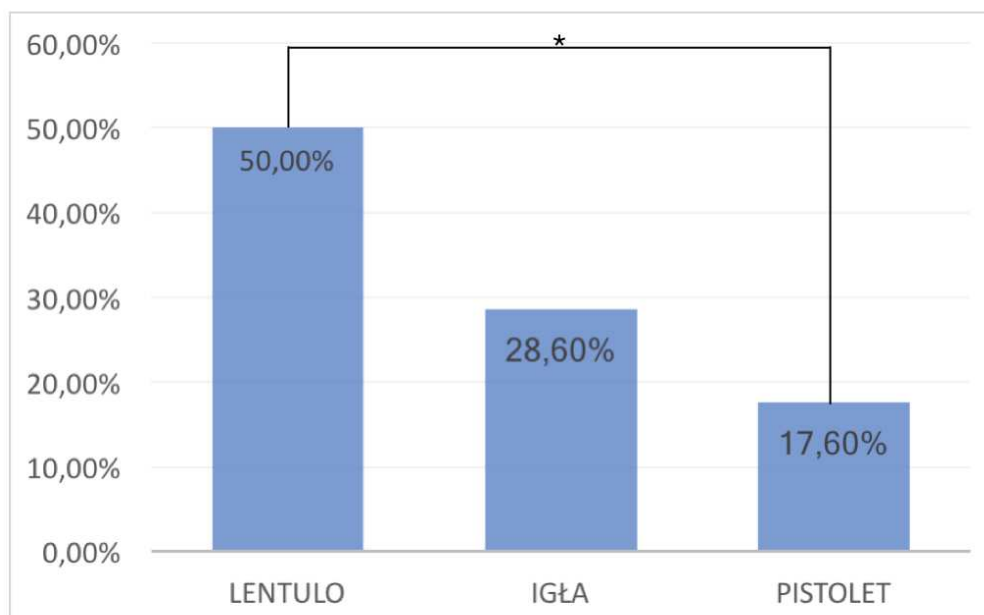
W grupie wycisków pobieranych w kłach, wycisków udanych wykonanych metodą LENTULO było 90,0%, natomiast w grupie PISTOLET i IGŁA uzyskano po 70,0% wycisków udanych. W grupie wycisków pobieranych w zębach siecznych, wycisków udanych metodą PISTOLET było 42,9%, a metodą IGŁA było 71,4%. W grupie LENTULO uzyskano 85,7% udanych wycisków pobieranych w zębach siecznych. W grupie wycisków pobieranych w zębach przedtrzonowych wycisków udanych metodą PISTOLET było 55,6%, w grupie LENTULO 66,7%, a w grupie IGŁA 33,3%. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic ze względu na metodę pobierania wycisku w grupie zębów jednokanałowych, pomimo obserwowanej tendencji dla istotnej odmienności metody LENTULO (Tab. 10) (Ryc. 19).

## 6.2.2. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen w grupie zębów wielokanałowych.

**Tabela 11.** Ilość i odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK UDANY	14	50,0%	8	28,6%	5	17,6%
WYCISK NIEUDANY	14	50,0%	20	71,4%	23	82,4%

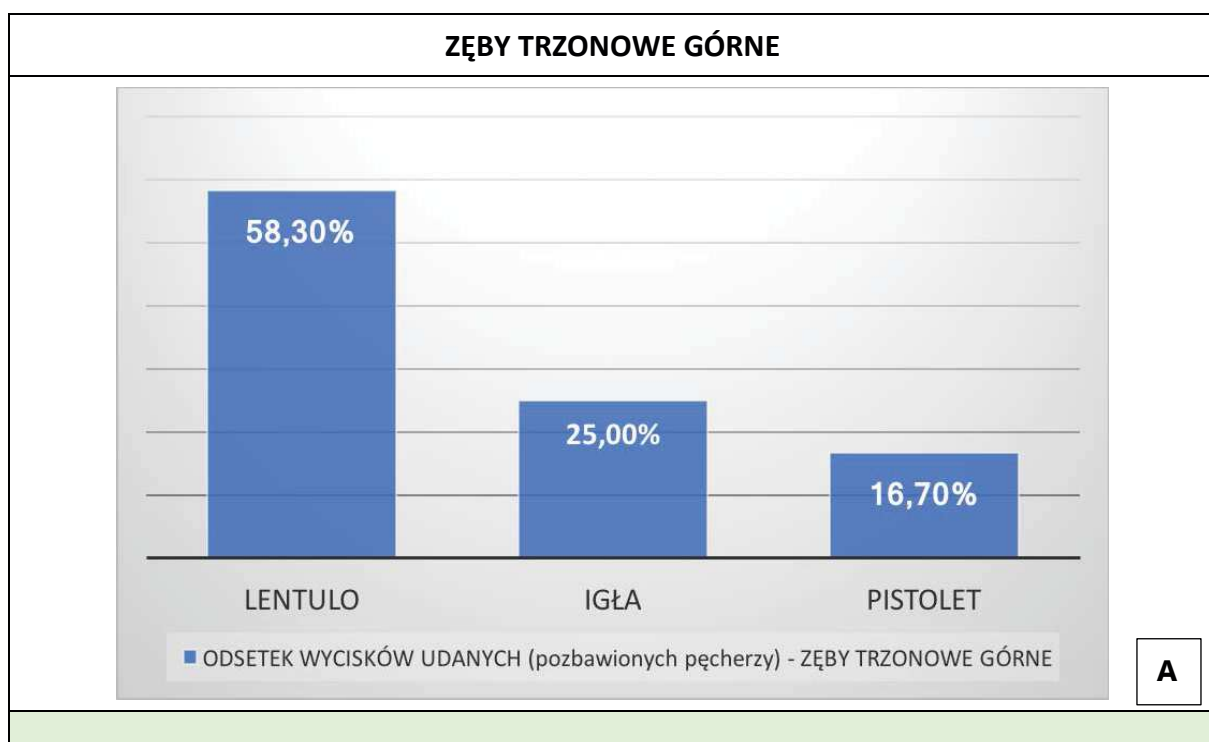
W grupie wycisków pobieranych w zębach wielokanałowych metodą PISTOLET było 17,6% wycisków udanych i 82,4% wycisków nieudanych. W grupie wycisków pobieranych metodą LENTULO było 50,0% wycisków udanych i 50,0% wycisków nieudanych, podczas gdy w grupie wycisków pobieranych metodą IGŁA było 28,6% wycisków udanych i 71,4% wycisków nieudanych. W grupie LENTULO było istotnie więcej wycisków udanych w porównaniu do grupy PISTOLET ( $p=0,0227$ ) (Tab. 11) (Ryc. 20).



**Rycina 20.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). \* - w grupie LENTULO było istotnie więcej wycisków udanych w porównaniu do grupy PISTOLET ( $p=0,0227$ ).

**Tabela 12.** Ilość i odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET) w zębach trzonowych górnych oraz zębach trzonowych dolnych. Kolorem **zielonym** zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 36	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ZĘBY TRZONOWE GÓRNE</b>						
WYCISK UDANY	7	58,3%	3	25,0%	2	16,7%
WYCISK NIEUDANY	5	41,7%	9	75,0%	10	83,3%
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 48	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ZĘBY TRZONOWE DOLNE</b>						
WYCISK UDANY	7	43,7%	5	31,3%	3	18,7%
WYCISK NIEUDANY	9	56,3%	11	68,7%	13	81,3%





**Rycina 21.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w zębach wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET) w zębach trzonowych górnych A oraz zębach trzonowych dolnych B.

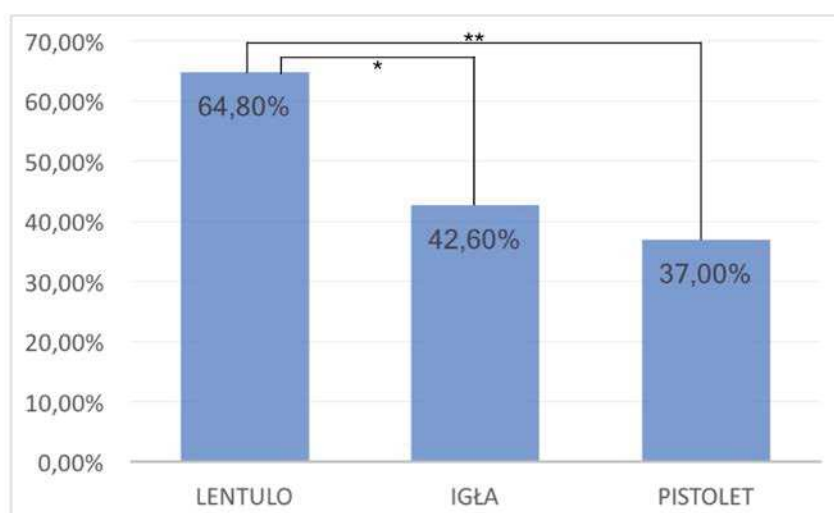
W grupie wycisków pobieranych w zębach trzonowych górnych, wycisków udanych wykonanych metodą PISTOLET było 16,7%, w grupie LENTULO 58,3%, natomiast w grupie IGŁA było 25,0% udanych wycisków. W grupie wycisków pobieranych w zębach trzonowych dolnych, wycisków udanych metodą PISTOLET uzyskano 18,7%, w grupie LENTULO 43,7%, a w grupie IGŁA 31,3%. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy liczbą wycisków udanych dla zębów trzonowych górnych *versus* dolnych ze względu na metodę pobierania wycisku, pomimo widocznego potencjału dla metody LENTULO (Tab. 12) (Ryc. 21).

### 6.2.3. Wyniki uzyskane w 0/1 skali ocen w grupie zębów jednokanałowych i wielokanałowych.

**Tabela 13.** Ilość i odsetek wycisków udanych oraz nieudanych liczony łącznie w zębach jednokanałowych i wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK UDANY	35	64,8%	23	42,6%	20	37,0%
WYCISK NIEUDANY	19	35,2%	31	57,4%	34	63,0%

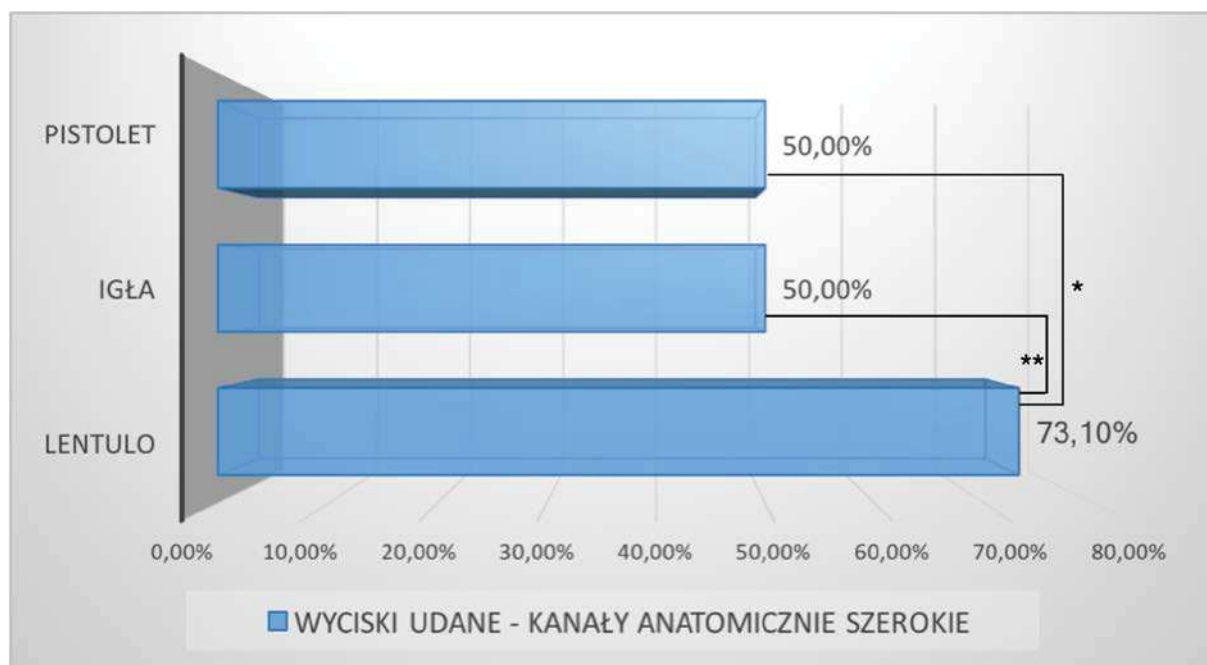
W grupie wycisków pobieranych metodą PISTOLET bez względu na rodzaj zęba było 37,0% wycisków udanych i 63,0% wycisków nieudanych. W grupie wycisków pobieranych metodą LENTULO było 64,8% wycisków udanych i 35,2% wycisków nieudanych. Natomiast, w grupie wycisków pobieranych metodą IGŁA było 42,6% wycisków udanych i 57,4% wycisków nieudanych. Ogólnie, w grupie „LENTULO” odsetek wycisków udanych był statystycznie istotnie wyższy w porównaniu do metody PISTOLET ( $p=0,0068$ ) oraz do metody IGŁA ( $p=0,0333$ ) (Tab. 13) (Ryc. 22).



**Rycina 22.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych liczony łącznie w zębach jednokanałowych i wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Odsetek wycisków udanych w grupie LENTULO był statystycznie istotnie wyższy w porównaniu do metody PISTOLET \*\* ( $p=0,0068$ ), oraz do metody IGŁA ( $p=0,0333$ )\*.

**Tabela 14.** Ilość i odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET) dla anatomicznie szerokich kanałów. Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

KANALEY ANATOMICZNIE SZEROKIE	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK UDANY	38	73,1%	26	50,0%	26	50,0%
WYCISK NIEUDANY	14	26,9%	26	50,0%	26	50,0%



**Rycina 23.** Odsetek wycisków udanych oraz nieudanych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET) dla anatomicznie szerokich kanałów. \* i \*\* - odsetek wycisków udanych w grupie LENTULO był istotnie statystycznie wyższy w porównaniu do metody PISTOLET i IGŁA ( $p=0,0156$ ).

W grupach wycisków pobieranych metodami PISTOLET i IGŁA było po 50,0% wycisków udanych i wycisków nieudanych. W grupie wycisków pobieranych metodą LENTULO było 73,1% wycisków udanych i 26,9% wycisków nieudanych. W grupie LENTULO odsetek wycisków udanych był statystycznie istotnie wyższy w porównaniu do metod PISTOLET i IGŁA ( $p=0,0156$ ) (Tab. 14) (Ryc. 23).

### 6.3. Zestawienia tabelaryczne i wykresy danych dla trzypunktowej skali ocen.

#### 6.3.1. Wyniki uzyskane w grupie zębów jednokanałowych.

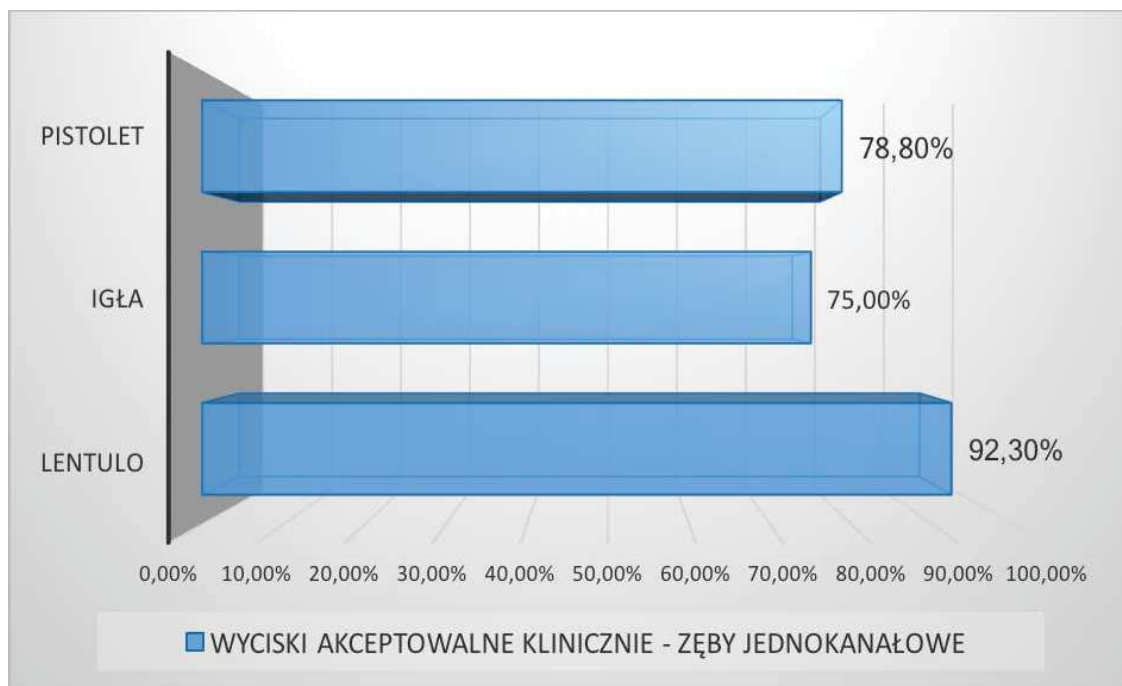
**Tabela 15.** Rozkład punktacji (średniej) w skali trzypunktowej (1-wycisk nieakceptowalny klinicznie, 2-wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie, 3-wycisk idealny) dla wycisków pobieranych w zębach jednokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET)

	LENTULO	IGŁA	PISTOLET	P-value
ZAKRES (MIN-MAX)	1-3	1-3	1-3	0,0559
MEDIANA	3,0	3,0	3,0	

Mediana punktacji wycisków we wszystkich trzech grupach wyniosła 3,0. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w punktacjach wycisków pomiędzy grupami ( $p=0,0559$ ) (Tab. 15).

**Tabela 16.** Ilość i odsetek wycisków ocenianych w skali trzypunktowej w zębach jednokanałowych w trzech grupach (ze względu na metodę pobierania wycisku), LENTULO, IGŁA, PISTOLET. Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 78	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	4	7,7%	13	25,0%	11	21,2%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	8	15,4%	9	17,3%	9	17,3%
WYCISK IDEALNY	40	76,9%	30	57,7%	32	61,5%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	48	92,3%	39	75,0%	41	78,8%



**Rycina 24.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej w zębach jednokanałowych w trzech grupach (ze względu na metodę pobierania wycisku), LENTULO, IGŁA, PISTOLET.

W grupie wycisków pobieranych metodą PISTOLET 21,2% oceniono jako wyciski nieakceptowalne klinicznie, co oznaczało konieczność powtórzenia wycisku. Odsetek 17,3% uzyskano dla wycisków możliwych do zaakceptowania pomimo drobnych niedokładności. 61,5% wycisków zakwalifikowano jako idealne. W grupie wycisków pobieranych metodą LENTULO było 7,7% wycisków nieakceptowalnych klinicznie, 15,4% stanowiły wyciski z drobnymi uchybieniami, a 76,9% wycisków było idealnych. W grupie wycisków pobieranych metodą IGŁA było 25,0% wycisków nieakceptowalnych klinicznie, 17,3% wycisków nieprecyzyjnych, lecz akceptowalnych klinicznie oraz 57,7% wycisków idealnych. Ocena metod pobrania wycisku w zębach jednokanałowych nie wykazała statystycznie istotnych różnic ( $p=0,1642$ ) (Tab. 16).

Przy łącznej ocenie wycisków idealnych oraz możliwych do wykorzystania w warunkach klinicznych wyniki wykazały, że w grupie wycisków pobieranych metodą PISTOLET było 78,8% wycisków zakwalifikowano jako akceptowalne i możliwe do klinicznego wykorzystania, podczas gdy w grupie LENTULO takich wycisków było 92,3%.

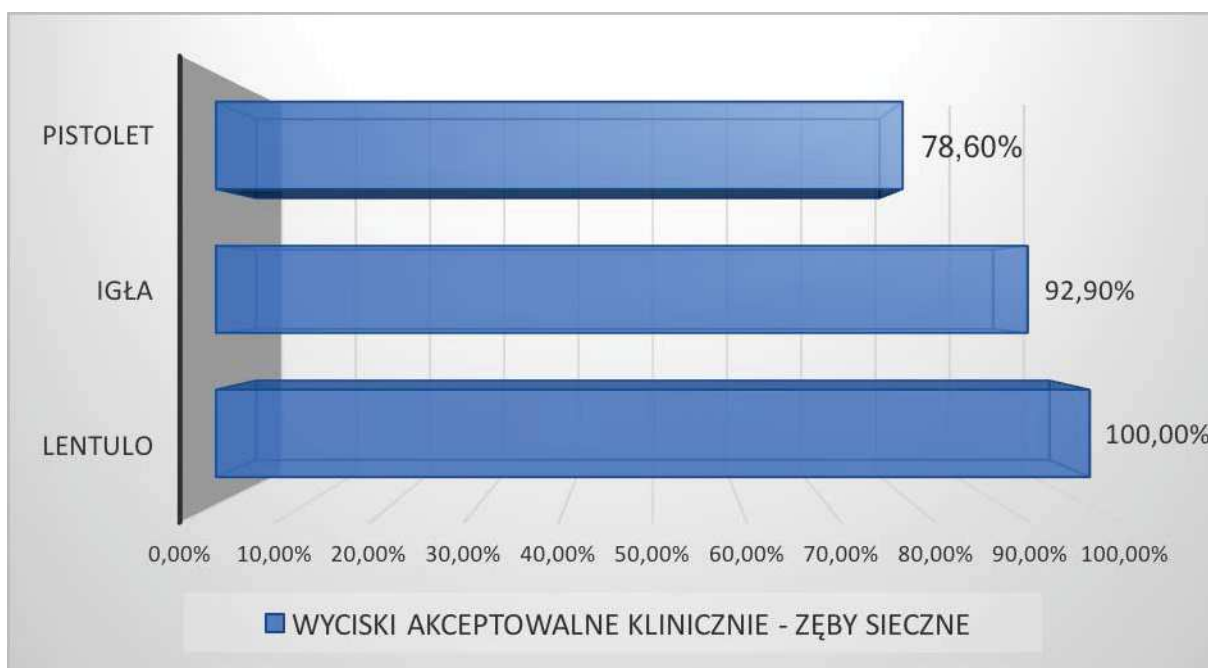


Najniższy odsetek nie różniący się istotnie statystycznie odnotowano w grupie wycisków pobieranych metodą IGŁA (75,0%) (Tab. 16) (Ryc. 24).

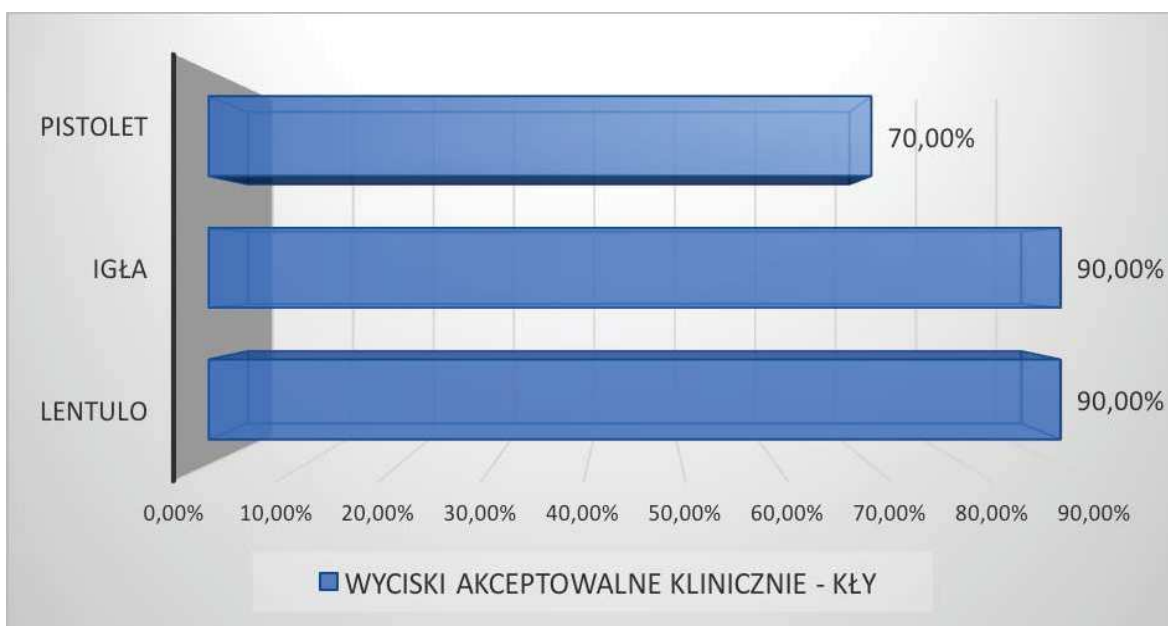
**Tabela 17.** Ilość i odsetek wycisków ocenianych w skali trzypunktowej w zębach jednokanałowych w trzech grupach (ze względu na metodę pobierania wycisku) LENTULO, IGŁA, PISTOLET oraz rodzaj zęba. Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 21	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ZĘBY SIECZNE</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	0	0,0%	1	7,1%	3	21,4%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	1	7,1%	5	35,8%	5	35,7%
WYCISK IDEALNY	13	92,9%	8	57,1%	6	42,9%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	14	100%	13	92,9%	11	78,6%
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 30	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>KŁY</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	2	10,0%	2	10,0%	6	30,0%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	3	15,0%	3	15,0%	0	0,0%
WYCISK IDEALNY	15	75,0%	15	75,0%	14	70,0%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	18	90,0%	18	90,0%	14	70,0%

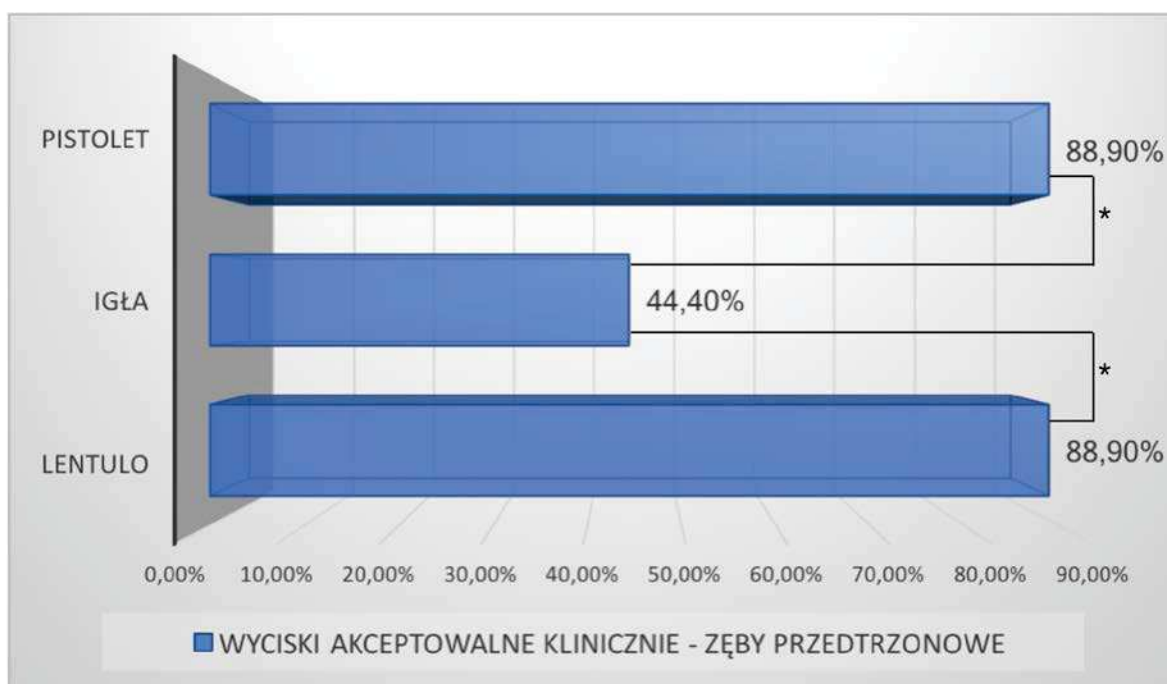
ILOŚĆ BADANYCH WYCISKÓW 27	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ZĘBY PRZEDTRZONOWE</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	2	11,1%	10	55,6%	2	11,1%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	4	22,2%	1	5,6%	4	22,2%
WYCISK IDEALNY	12	66,7%	7	38,8%	12	66,7%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	16	88,9%	8	44,4%	16	88,9%



**Rycina 25.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla zębów siecznych.



**Rycina 26.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kłów.



**Rycina 27.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla zębów przedtrzonowych. \* - odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie w grupie IGŁA był istotnie statystycznie niższy w porównaniu do metody PISTOLET i LENTULO ( $p=0,0116$ ).

W grupie zębów siecznych, wycisków idealnych pobieranych metodą PISTOLET było 42,9%, wycisków z niewielkimi uchybieniami uzyskano 35,7%, natomiast wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 21,4%. Z kolei, w grupie LENTULO odnotowano 92,9%

wycisków idealnych, wycisków z niewielkimi uchybieniami było 7,1%, nie odnotowano wycisków nieakceptowalnych klinicznie. W grupie IGŁA wycisków idealnych było jedynie 57,1%, wycisków nieprecyzyjnych, ale akceptowalnych klinicznie 35,8%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie 7,1%. Analiza statystyczna wycisków wykonanych w grupach zębów siecznych wykazała istotnie statystycznie więcej wycisków idealnych wykonywanych metodą LENTULO w porównaniu do metody PISTOLET ( $p=0,0128$ ) (Tab. 17).

W kolejnej grupie wycisków zębów jednokanałowych wykonywanych w kłach, wycisków idealnych pobieranych metodą PISTOLET było 70,0% natomiast 30,0%, wycisków odrzuconych jako niepoprawne. Nie stwierdzono natomiast wycisków z niewielkimi uchybieniami. W grupie dla tych samych zębów (kłów) pobieranych metodą LENTULO uzyskano 75,0% wycisków idealnych, 15,0% wycisków z niewielkimi uchybieniami oraz 10,0% wycisków złych. W grupie wycisków pobieranych metodą IGŁA uzyskano 75,0% wycisków idealnych, 15,0% wycisków z niewielkimi uchybieniami oraz 10,0% wycisków złych. W ocenie wycisków wykonanych dla kłów nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie ( $p=0,1816$ ) (Tab. 17).

W grupie zębów przedtrzonowych, wycisków idealnych pobranych metodą PISTOLET było 66,7%, wycisków z niewielkimi uchybieniami 22,2%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie 11,1%. W grupie wycisków pobieranych w zębach przedtrzonowych metodą „LENTULO”, 66,7% wycisków zakwalifikowano jako idealne, 22,2% jako wyciski z niewielkimi uchybieniami, a 11,1% wycisków zostało zdyskwalifikowanych. W metodzie IGŁA za wyciski idealne uznano 38,8% wycisków, natomiast 55,6% wycisków zostało zdyskwalifikowanych. Jedynie 5,6% wycisków uznano jako wyciski z niewielkimi uchybieniami. Analiza statystyczna wycisków wykonanych w zębach przedtrzonowych wykazała istotnie statystycznie mniej wycisków idealnych wykonywanych metodą IGŁA w porównaniu do pozostałych metod ( $p=0,0125$ ) (Tab. 17).

W łącznej ocenie wycisków z niewielkimi uchybieniami (jako akceptowalnych klinicznie) oraz idealnych wyniki przedstawiały się następująco: w grupie wycisków pobieranych w kłach metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie było 70,0%, metodą LENTULO – 90,0%, metodą IGŁA – 90,0%. W grupie wycisków pobieranych w zębach siecznych metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie było 78,6%, metodą LENTULO 100,0%, metodą IGŁA 92,9%. W grupie wycisków pobieranych w zębach przedtrzonowych metodą PISTOLET oraz LENTULO wycisków akceptowalnych klinicznie było po 88,9%, natomiast w metodzie IGŁA odnotowano jedynie 44,4% wycisków możliwych do wykorzystania. W grupach zębów przedtrzonowych wykazano istotnie statystycznie mniej wycisków akceptowalnych klinicznie dla metody IGŁA w porównaniu do pozostałych metod ( $p=0,0116$ ) (Tab. 17) (Ryc. 25, 26, 27).

### 6.3.2. Wyniki uzyskane w grupie zębów wielokanałowych.

W tej grupie wycisków oceniano skalą trzypunktową osobno każdy z kanałów, a wynik uśredniano dla całego wycisku. Jeśli którykolwiek z kanałów danego wycisku otrzymał 1 punkt (czyli był nieakceptowalny klinicznie) automatycznie cały wycisk uznawany był jako nieakceptowalny klinicznie i jako taki otrzymywał ocenę 1,0.

**Tabela 18.** Rozkład punktacji (średniej) w skali trzypunktowej (1-wycisk nieakceptowalny klinicznie, 2-wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie, 3-wycisk idealny) dla zębów wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

	LENTULO	IGŁA	PISTOLET	P-value
ZAKRES (MIN-MAX)	1-3	1-3	1-3	0,0025
MEDIANA	3,0	2,17	2,0	

Mediana punktacji wycisków w grupie PISTOLET wyniosła 2,0, w grupie LENTULO wyniosła 3,0 oraz w grupie IGŁA wyniosła 2,17. Statystycznie istotnie wyżej oceniono wyciski w grupie LENTULO, w porównaniu z grupą PISTOLET (post-hoc:  $p=0,003$ ) (Tab. 18).

**Tabela 19.** Rozkład punktacji (średniej) w skali trzypunktowej (1-wycisk nieakceptowalny klinicznie, 2-wycisk nieprecyzyjny, lecz akceptowalny klinicznie, 3-wycisk idealny) dla wycisków pobieranych w zębach wielokanałowych w trzech grupach ze względu na metodę pobierania wycisku i lokalizację zęba (LENTULO, IGŁA, PISTOLET). Kolorem **zielonym** zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

ZĄB TRZONOWY DOLNY	LENTULO	IGŁA	PISTOLET	P-value
ZAKRES (MIN-MAX)	1-3	1-3	1-3	0,0375
MEDIANA	2,42	2,17	2,0	

ZĄB TRZONOWY GÓRNY	LENTULO	IGŁA	PISTOLET	P-value
ZAKRES (MIN-MAX)	1-3	1-3	1-3	0,0470
MEDIANA	2,5	2,17	2,0	

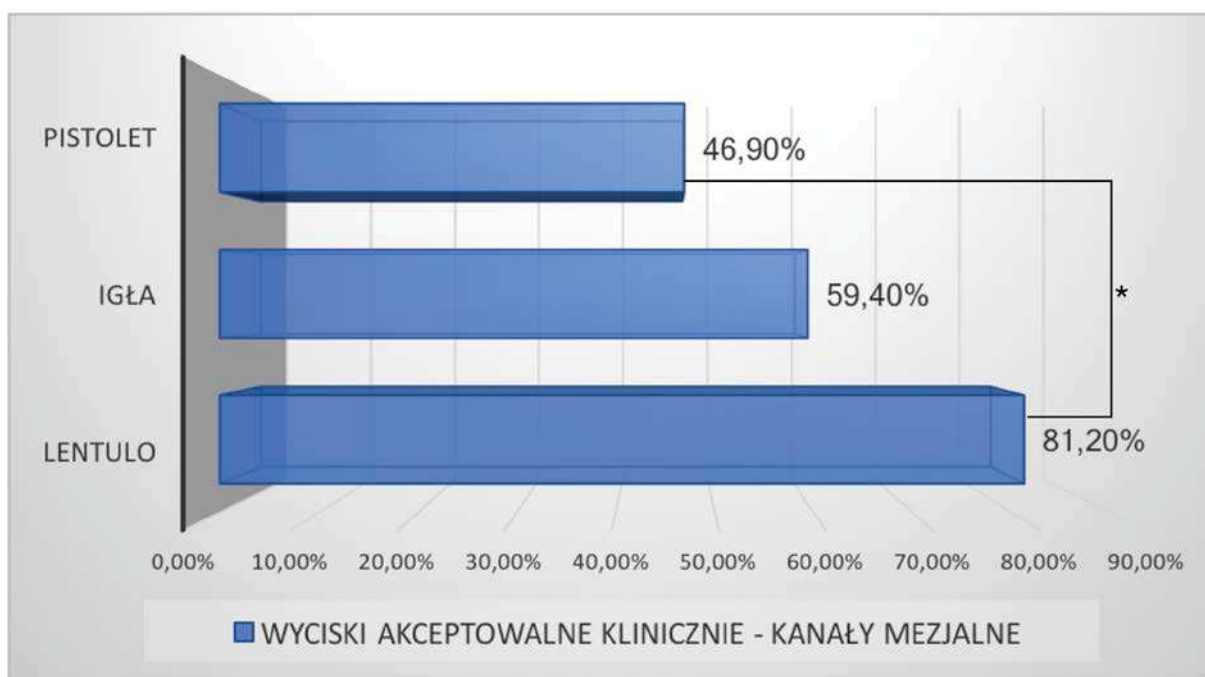
Mediana punktacji wycisków pobieranych w zębach trzonowych dolnych w grupie PISTOLET wyniosła 2,0, w grupie LENTULO wyniosła 2,42, a w grupie IGŁA wyniosła 2,17. Stwierdzono różnice istotne statystycznie w punktacjach wycisków pomiędzy grupami ( $p=0,0375$ ). Analiza post-hoc nie wykazała istotnych różnic. Mediana punktacji wycisków pobieranych w zębach trzonowych górnych w grupie PISTOLET wyniosła 2,0, w grupie LENTULO wyniosła 2,5, a w grupie IGŁA wyniosła 2,17. Istotnie wyżej oceniono wyciski w grupie LENTULO, w porównaniu z grupą PISTOLET (post-hoc:  $p=0,0472$ ) (Tab. 19).

**Tabela 20.** Ilość i odsetek wycisków ocenianych w skali trzypunktowej w zębach wielokanałowych w trzech grupach (ze względu na metodę pobierania wycisku) LENTULO, IGŁA, PISTOLET oraz rodzaj kanału. Kolorem zielonym zaznaczono metodę, w której uzyskano wynik najbardziej korzystny klinicznie.

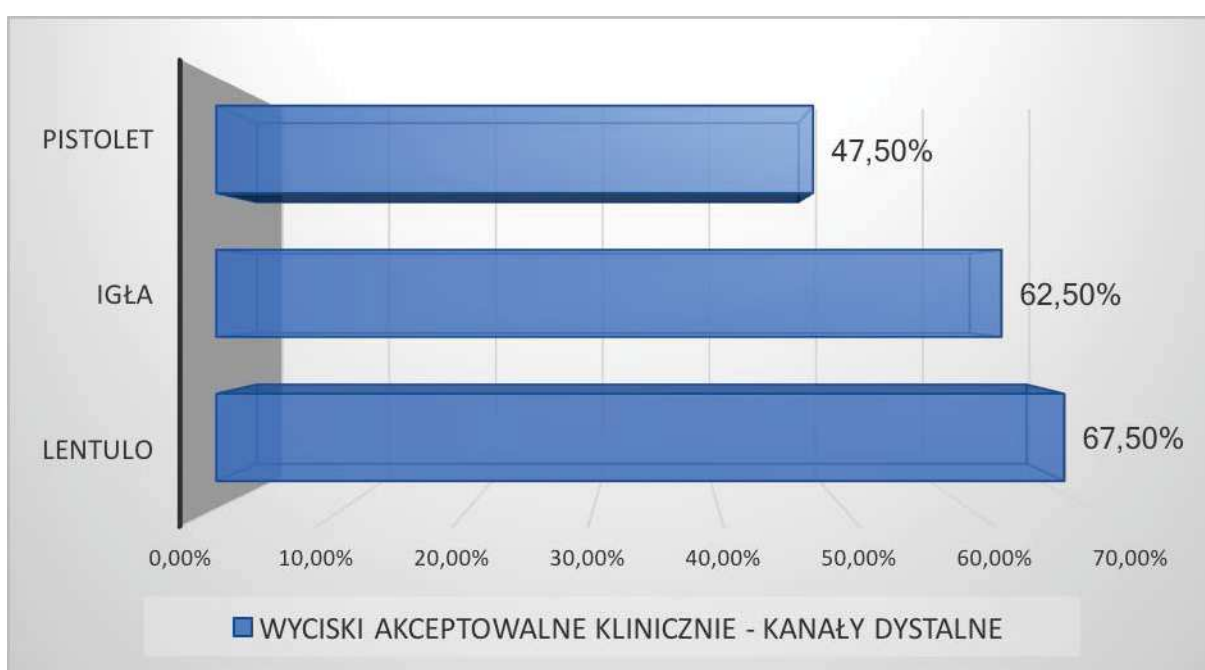
	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>M – KANAŁY MEZJALNE</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	6	18,8%	13	40,6%	17	53,1%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	2	6,2%	5	15,6%	6	18,8%
WYCISK IDEALNY	24	75,0%	14	43,8%	9	28,1%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	26	81,2%	19	59,4%	15	46,9%
	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
<b>D – KANAŁY DYSTALNE</b>	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	13	32,5%	14	35,0%	21	52,5%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	11	27,5%	9	22,5%	7	17,5%
WYCISK IDEALNY	16	40,0%	17	42,5%	12	30,0%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	27	67,5%	25	62,5%	19	47,5%
	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
<b>MB – KANAŁY MEZJALNE POLICZKOWE</b>	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	4	33,3%	1	8,3%	5	41,7%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	3	25,0%	2	16,7%	1	8,3%
WYCISK IDEALNY	5	41,7%	9	75,0%	6	50,0%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	8	66,7%	11	91,7%	7	58,3%

	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>ML – KANAŁY MEZJALNE JĘZYKOWE</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	3	30,0%	2	20,0%	4	40,0%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	2	20,0%	3	30,0%	2	20,0%
WYCISK IDEALNY	5	50,0%	5	50,0%	4	40,0%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	7	70,0%	8	80,0%	6	60,0%
	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>P – KANAŁY PODNIEBIENNE</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	2	10,0%	5	25,0%	9	45,0%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	4	20,0%	7	35,0%	2	10,0%
WYCISK IDEALNY	14	70,0%	8	40,0%	9	45,0%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	18	90,0%	15	75,0%	11	55,0%
	LENTULO		IGŁA		PISTOLET	
	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW	ILOŚĆ WYCISKÓW	ODSETEK WYCISKÓW
<b>MB1 – KANAŁ MEZJALNY POLICZKOWY PIERWSZY</b>						
WYCISK NIEAKCEPTOWALNY KLINICZNIE	3	37,5%	0	0,0%	2	25,0%
WYCISK NIEPRECYZYJNY	1	12,5%	1	12,5%	0	0,0%
WYCISK IDEALNY	4	50,0%	7	87,5%	6	75,0%
WYCISK AKCEPTOWALNY KLINICZNIE	5	62,5%	8	100,0%	6	75,0%

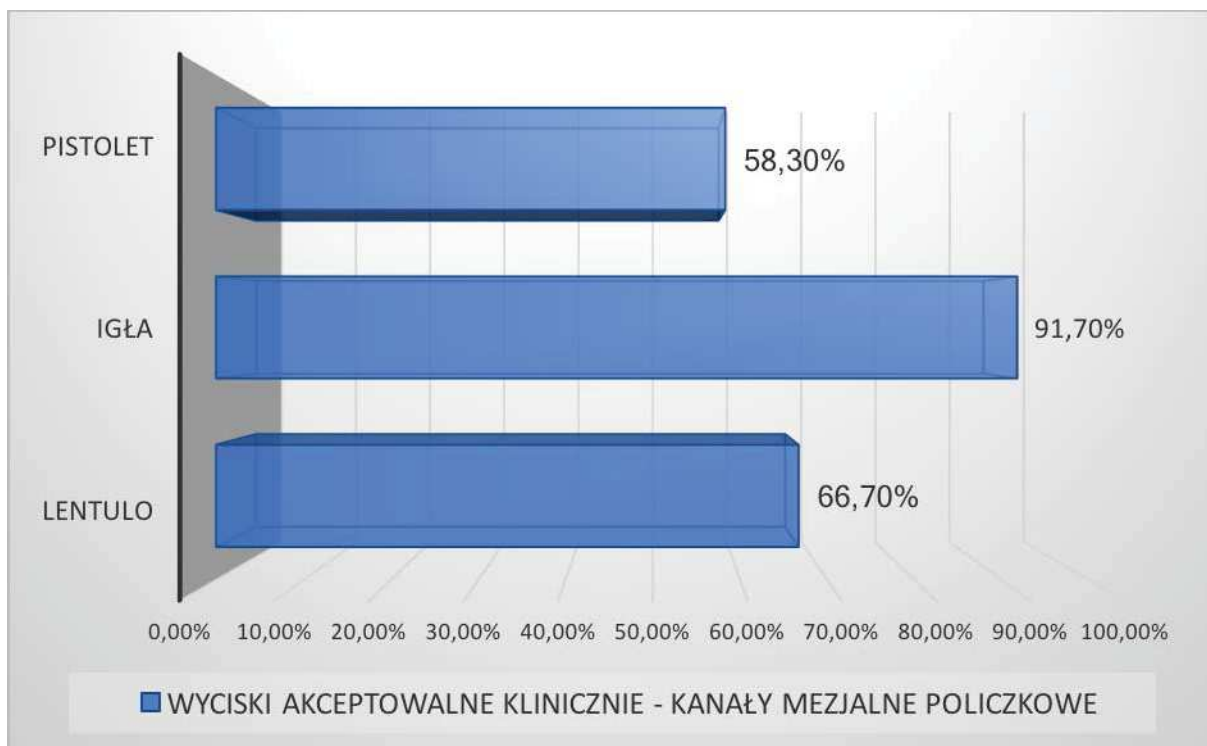




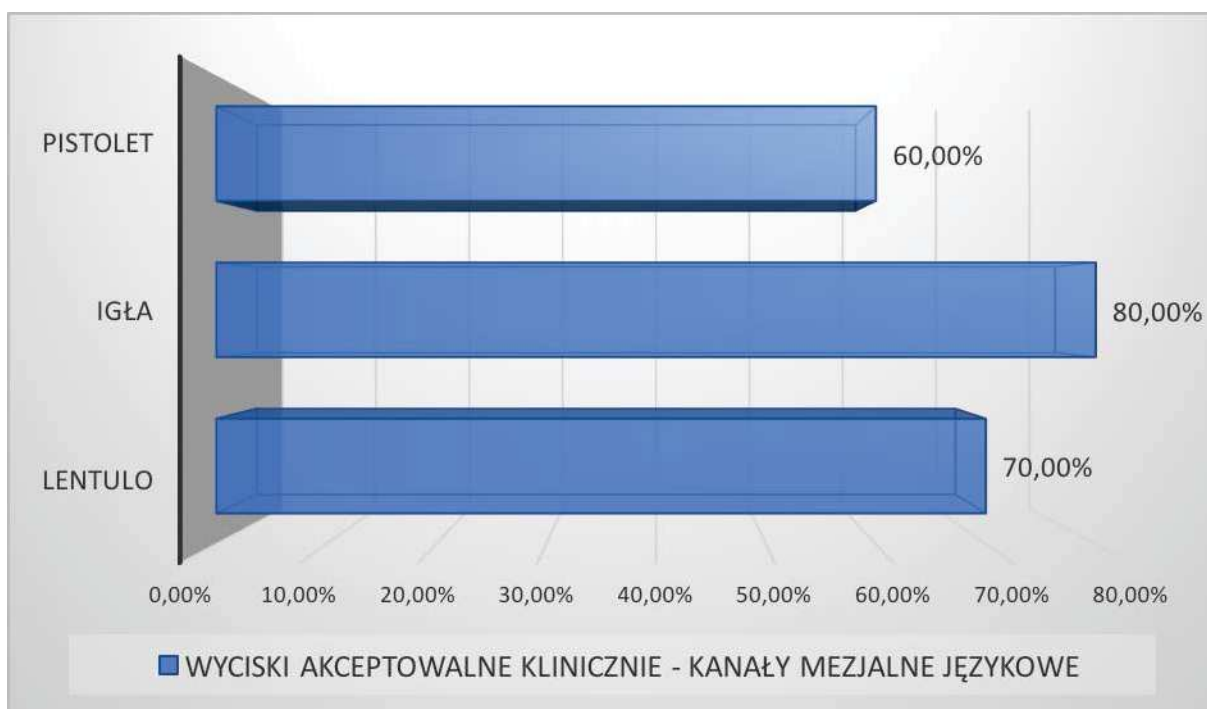
**Rycina 28.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kanałów mezjalnych. \* - odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie w grupie LENTULO był istotnie statystycznie wyższy w porównaniu do metody PISTOLET ( $p=0,0018$ ).



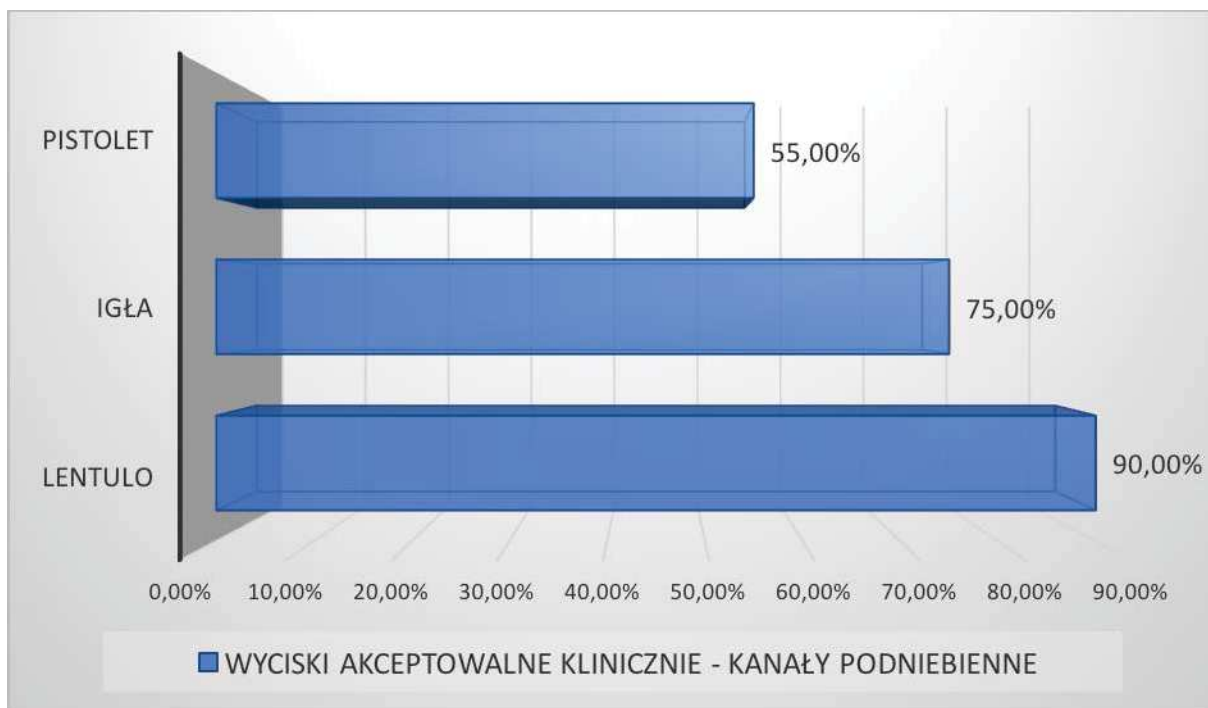
**Rycina 29.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kanałów dystalnych.



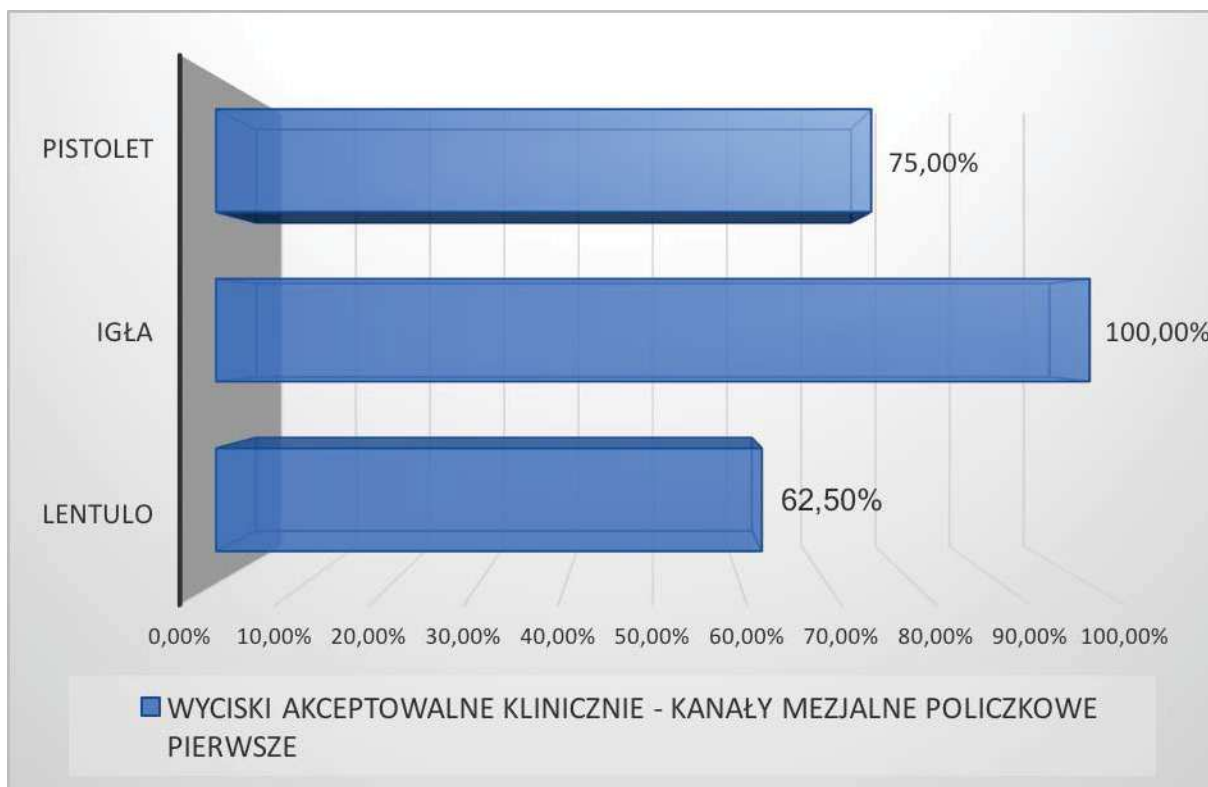
**Rycina 30.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kanałów mezjalnych policzkowych.



**Rycina 31.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kanałów mezjalnych językowych.



**Rycina 32.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kanałów podniebiennych.



**Rycina 33.** Odsetek wycisków akceptowalnych klinicznie ocenianych w skali trzypunktowej dla kanałów mezjalnych policzkowych pierwszych.

W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezjalnych zębów trzonowych dolnych (M) metodą PISTOLET wycisków idealnych było 28,1%, wycisków nieprecyzyjnych było 18,8% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 53,1%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą LENTULO wycisków idealnych było 75,0%, wycisków nieprecyzyjnych było 6,2% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 18,8%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą IGŁA wycisków idealnych było 43,8%, wycisków nieprecyzyjnych było 15,6% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 40,6%. Wycisków nieakceptowanych klinicznie było istotnie więcej w grupie PISTOLET, w porównaniu z grupą LENTULO ( $p=0,0085$ ). Wycisków idealnych było istotnie więcej w grupie LENTULO, w porównaniu z grupą PISTOLET ( $p=0,0004$ ) oraz grupą IGŁA ( $p=0,0211$ ) (Tab. 20).

W grupie wycisków pobieranych w kanałach dystalnych zębów trzonowych dolnych i górnych (D) metodą PISTOLET wycisków idealnych było 30,0%, wycisków nieprecyzyjnych było 17,5% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie 52,5%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą LENTULO wycisków idealnych było 40,0%, wycisków nieprecyzyjnych 27,5%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 32,5%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą IGŁA wycisków idealnych było 42,5%, wycisków nieprecyzyjnych 22,5% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 35,0%. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,3800$ ) (Tab. 20).

W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezjalnych policzkowych zębów trzonowych dolnych (MB) metodą PISTOLET wycisków idealnych było 50,0%, wycisków nieprecyzyjnych było 8,3% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 41,7%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą LENTULO wycisków idealnych było 41,7%, wycisków nieprecyzyjnych było 25,0% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 33,3%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą IGŁA

wycisków idealnych było 75,0%, wycisków nieprecyzyjnych 16,7%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie było 8,3%. Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami ( $p=0,2977$ ) (Tab. 20).

W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezialnych językowych zębów trzonowych dolnych (ML) metodą PISTOLET wycisków idealnych było 40,0%, wycisków nieprecyzyjnych 20,0%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie 40,0%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą LENTULO wycisków idealnych było 50,0%, wycisków nieprecyzyjnych 20,0% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie 30,0%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą IGŁA wycisków idealnych było 50,0%, wycisków nieprecyzyjnych 30,0% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie 20,0%. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy grupami ( $p=0,8950$ ) (Tab. 20).

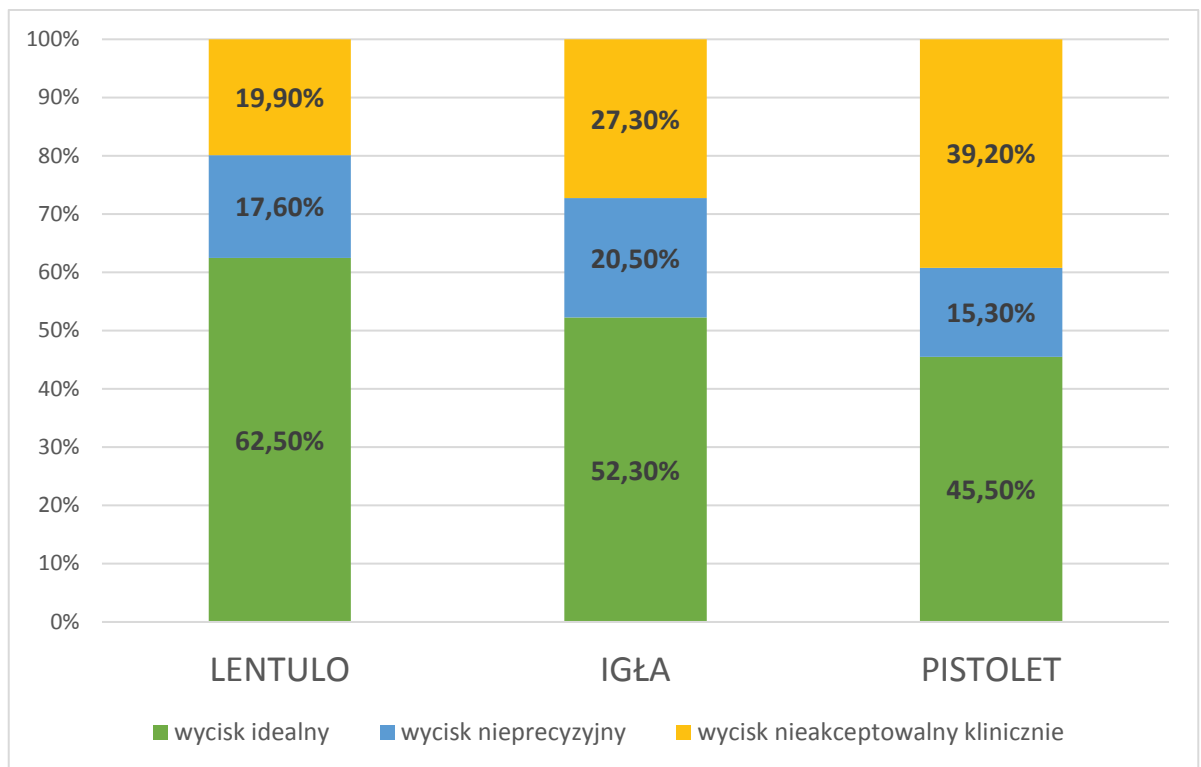
W grupie wycisków pobieranych w kanałach podniebiennych zębów trzonowych górnych (P) metodą PISTOLET wycisków idealnych oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie było po 45,0%, a wycisków nieprecyzyjnych 10,0%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą LENTULO wycisków idealnych było 70,0%, wycisków nieprecyzyjnych 20,0%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie 10,0%. W grupie wycisków pobieranych w tych kanałach metodą IGŁA wycisków idealnych było 40,0%, wycisków nieprecyzyjnych 35,0% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie 25,0%. Wycisków nieakceptowanych klinicznie było istotnie statystycznie więcej w grupie PISTOLET, w porównaniu z grupą LENTULO ( $p=0,0310$ ) (Tab. 20).

W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezialnych policzkowych pierwszych zębów trzonowych górnych (MB1) metodą PISTOLET wycisków idealnych było 75,0%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie 25,0%. Nie stwierdzono wycisków akceptowalnych klinicznie z powodu niewielkich uchybień. W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezialnych policzkowych pierwszych zębów trzonowych górnych metodą LENTULO

wycisków idealnych było 50,0%, wycisków nieprecyzyjnych 12,5% oraz wycisków nieakceptowalnych klinicznie 37,5%. W grupie wycisków pobieranych w tych samych kanałach metodą IGŁA wycisków idealnych było 87,5%, wycisków nieprecyzyjnych 12,5%, a wycisków nieakceptowalnych klinicznie nie stwierdzono. Nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie pomiędzy ocenianymi grupami ( $p=0,3282$ ) (Tab. 20).

W łącznej ocenie wycisków akceptowalnych klinicznie i idealnych (jako akceptowalnych klinicznie) w grupie wycisków pobieranych w kanałach mezialnych zębów trzonowych dolnych (M) metodą PISTOLET uzyskano wycisków akceptowalnych klinicznie 41,9%, metodą LENTULO – 81,2%, metodą IGŁA – 59,4%. Wycisków akceptowalnych klinicznie było istotnie więcej w grupie LENTULO, w porównaniu z grupą PISTOLET ( $p=0,0018$ ). W grupie wycisków pobieranych w kanałach dystalnych zębów trzonowych dolnych i górnych (D) metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie było 47,5%, metodą LENTULO – 67,5%, metodą IGŁA – 62,5%. W grupie wycisków pobieranych dla kanałów mezialnych policzkowych zębów trzonowych dolnych (MB) metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie było 58,3%, metodą LENTULO – 66,7%, a metodą IGŁA – 91,7%. W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezialnych językowych zębów trzonowych dolnych (ML) metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie uzyskano 60,0%, metodą LENTULO – 70,0%, a metodą IGŁA – 80,0%. W grupie wycisków pobieranych w kanałach podniebiennych zębów trzonowych górnych (P) metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie pozyskano 55,0%, metodą LENTULO – 90,0%, a metodą IGŁA – 75,0%. W grupie wycisków pobieranych w kanałach mezialnych policzkowych pierwszych zębów trzonowych górnych (MB1) metodą PISTOLET wycisków akceptowalnych klinicznie było 75,0%, metodą LENTULO 62,5%, metodą IGŁA 100,0%. Wycisków akceptowalnych klinicznie było istotnie więcej w grupie LENTULO, w porównaniu z grupą PISTOLET ( $p=0,0310$ ) (Tab. 20) (Ryc. 28, 29, 30, 31, 32, 33).

### 6.3.3. Wyniki uzyskane w grupie zębów jednokanałowych i wielokanałowych.



**Rycina 34.** Rozkład wycisków dla zębów jednokanałowych i wielokanałowych łącznie ze względu na metodę pobierania wycisku.

Oceniający w grupie wycisków pobieranych metodą LENTULO ocenili 62,5% wycisków jako idealne, natomiast w grupie wycisków pobieranych metodą PISTOLET i IGŁA jako idealne ocenili odpowiednio 45,5% i 52,3% wycisków (Ryc. 34).

## 7. DYSKUSJA

Wykonanie wkładu koronowo - korzeniowego, a następnie korony protetycznej daje możliwość przedłużenia funkcjonowania zęba, w którym na skutek próchnicy bądź urazu mechanicznego, doszło do znaczącego zniszczenia korony klinicznej. Leczenie z wykorzystaniem wkładu koronowo - korzeniowego, będącego swoistym łącznikiem naturalnego korzenia zęba z nadbudową protetyczną, stanowi jedyną alternatywę wobec konieczności ekstrakcji korzenia z następczą odbudową wszczepem śródkostnym bądź mostem protetycznym. Stąd, wykorzystanie poprawnie przeleczonego endodontycznie korzenia zęba jako filaru pod wkład i koronę protetyczną pozostaje złotym standardem protetyki stomatologicznej. Jednak warunkiem długoczasowego funkcjonowania w jamie ustnej wkładu koronowo - korzeniowego wraz z koroną protetyczną jest jak najbardziej precyzyjne wykonanie wkładu, co wiąże się z koniecznością wykonania precyzyjnego modelu roboczego odlanego z wycisku wiernie odwzorowującego wnętrze opracowanego kanału korzeniowego. Dla uzyskania prawidłowego wycisku wnętrza kanału korzeniowego powinno się stosować metodę wyciskową, która w sposób możliwie jak najbardziej przewidywalny, powtarzalny i nieskomplikowany pozwoli na szczegółowe odwzorowanie podłoża protetycznego, przy jednoczesnym braku konieczności wielokrotnego powtarzania całej procedury.

Pomimo, iż wkłady koronowo - korzeniowe są powszechnie stosowane w protetyce stomatologicznej od lat 50-tych XX wieku, to doniesienia na temat różnorodności stosowanych technik wyciskowych w dostępnej literaturze są bardzo skąpe. [69, 72] Analiza dostępnego piśmiennictwa sugeruje, że badania naukowe dotyczące wkładów koronowo - korzeniowych skupiano wyłącznie na modyfikowaniu stosowanych materiałów, z których wykonywane są wkłady oraz na sposobie opracowania kanałów korzeniowych pod wkłady koronowo - korzeniowe. [73-76] Ciekawym pozostaje fakt, że pomimo powszechnej świadomości, iż nawet najlepiej opracowany kanał korzeniowy nie gwarantuje powodzenia w leczeniu, jeśli model



roboczy nie zostanie odlany z precyzyjnie wykonanego wycisku, w dostępnym piśmiennictwie brakuje doniesień na temat alternatywnych sposobów wykonania wycisków pod wkłady koronowo - korzeniowe. Nieliczne publikacje opisujące sposoby wykonania wycisków pod wkłady koronowo - korzeniowe nie uwzględniają potencjalnej modyfikacji metod wyciskowych w kontekście zróżnicowanej anatomii zębów jednokorzeniowych *versus* wielokorzeniowych. Sporadyczne doniesienia na temat badań dotyczących analizy technik wyciskowych stosowanych do wykonania indywidualnych wkładów koronowo - korzeniowych nie spełniają norm fizjologicznych, gdyż prowadzone były z wykorzystaniem zębów wykonanych z tworzyw sztucznych, co nie pozwala na oddanie w pełni klinicznych warunków panujących w kanale korzeniowym naturalnego zęba. [72] Jednocześnie, wspomniane badania miały charakter fragmentaryczny, gdyż nie uwzględniały wycisków pobieranych na zębach wielokorzeniowych. Wątpliwości pozostawia również fakt zawężenia oceny jakości wycisku do jednego kryterium polegającego na obecności pęcherzy powietrza w korzeniowej części wycisku. [72] W badaniu będącym przedmiotem tej dysertacji rozszerzono i rozbudowano metodologię. Użyto naturalnych ludzkich zębów, aby jak najbardziej zbliżyć się do warunków klinicznych oraz zastosowano rozwinięty system oceny uzyskanych wycisków uwzględniający obiektywną, mierzalną metodę komputerową.

Wydaje się, że uzyskane wyniki w sposób możliwie najwierniejszy odzwierciedlają warunki panujące w jamie ustnej przez wzgląd na zastosowanie do eksperymentu naturalnych zębów oraz przygotowania wykonania wycisku w sposób imitujący wilgotne środowisko jamy ustnej. Ponadto, fakt porównania oceny klinicznej oraz wyników uzyskanych w pomiarach cyfrowych pozwala odpowiedzieć nie tylko na pytanie jaka metoda aplikacji masy wyciskowej do wnętrza kanału korzeniowego zapewnia uzyskanie najbardziej precyzyjnego wycisku, ale również czy standardowa ocena kliniczna wycisku jest metodą wystarczającą do właściwej kwalifikacji wycisku jako poprawny lub niezadowolający.

Bardziej obszerne piśmiennictwo skupiające się na ocenie stosowanych metod wyciskowych dotyczy wycisków stosowanych podczas wykonywania koron i mostów protetycznych. [77-84] Niektórzy autorzy wskazują metodę wykonania wycisku jednoczasowego dwuwarstwowego jako dającą bardziej precyzyjny wycisk niż ten wykonany metodą dwuczasową, jednocześnie sugerując, że główną zaletą tej metody jest oszczędność czasu, a istotnym ograniczeniem brak kontroli nad grubością warstwy masy rzadkiej *versus* putty w bezpośrednim sąsiedztwie oszlifowanego kikuta. [85] Efektem jest utrwalenie części brzegów preparacji w materiale typu *putty*, a tym samym ryzyko braku odwzorowywania szczegółów w obrębie okolicy schodka i rąbka dziąsłowego. [71, 85-87] Z tego powodu część autorów uznaje technikę dwuczasową jako bardziej korzystną, jednak przez wzgląd na mnogość opisanych modyfikacji metody dwuczasowej, autorzy zgodnie sugerują, iż kluczowe dla wykonania precyzyjnego wycisku metodą dwuczasową jest użycie odpowiedniej ilości masy rzadkiej oraz umożliwienie odpływu jej nadmiarom. [69] Dodatkowo, badacze precyzyjnie określili ilość masy rzadkiej na 1-2 mm. [85] Taka ilość masy powinna wypełnić przestrzeń pomiędzy powierzchnią pola protetycznego (kikuta), a warstwą masy typu *putty*, natomiast nadmiar masy rzadkiej powinien zostać odprowadzony ze względu na ryzyko powstania tzw. problem hydraulicznego, a co za tym idzie zniekształcenia materiału *putty* podczas umieszczania wycisku w jamie ustnej. [86] Problem wydaje się jeszcze bardziej istotny z uwagi na niemożność wykrycia go na poziomie klinicznym, a tym samym powoduje to przeniesienie skutków wykonania nieprecyzyjnego wycisku na dalsze etapy postępowania klinicznego i laboratoryjnego. [69, 71] Pomimo tych rozbieżności w ocenie sposobów wykonywania wycisków pod korony protetyczne należy podkreślić, że sam sposób aplikacji masy wyciskowej w obszarze krytycznym tj. bezpośrednio kontaktującym z zębem filarowym, pozostaje taki sam i polega na rozprowadzeniu końcówką pistoletu elastycznej masy wyciskowej o rzadkiej konsystencji na powierzchni oszlifowanych zębów. Szukając

dla potrzeb opisywanego doświadczenia pewnych analogii w metodyce wykonania wycisków pod korony protetyczne oraz wkłady koronowo – korzeniowe należy pamiętać, iż wycisk filaru protetycznego pod koronę protetyczną pozwala na wykorzystanie większej gamy mas wyciskowych, podczas gdy wykonanie wycisku w wąskim świetle kanału korzeniowego pozwala na wykorzystanie jedynie mas o wysokim stopniu elastyczności. [35, 69]

Wykonanie wycisku pod indywidualny wkład koronowo - korzeniowy pozwala jedynie na zastosowanie metody wycisku dwuwarstwowego jednoczasowego przy wykorzystaniu elastycznej masy silikonowej o addycyjnym sposobie wiązania. Taki protokół postępowania został opracowany przez licznych autorów i dotychczas pozostaje złotym standardem. [35] Obserwacje poczynione w trakcie wykonywania bieżącego doświadczenia jednoznacznie wskazują, iż sposób aplikacji masy do wnętrza kanału jest elementem krytycznym dla otrzymania prawidłowego negatywu podłoża protetycznego, którym w tym wypadku jest wnętrze kanału korzeniowego, a co za tym idzie decyduje bezpośrednio o ostatecznej jakości wykonania pracy protetycznej i w konsekwencji długości przetrwania w jamie ustnej pacjenta nie tylko pracy protetycznej, ale też naturalnego filaru – korzenia zęba.

## **7.1. Zęby jednokanałowe.**

Analizując wykonane w bieżącym doświadczeniu wyciski zębów jednokanałowych stwierdzono, iż metoda LENTULO pozwoliła na uzyskanie wycisków cechujących się najwyższymi parametrami przyjętymi w tym badaniu. Zarówno cyfrowa analiza wycisków, jak i zastosowanie klinicznej 0/1 skali ocen oraz klinicznej trzypunktowej skali ocen wskazywało metodę LENTULO jako najkorzystniejszą, co wiązało się z uzyskaniem poprawnego wycisku i brakiem konieczności powtarzania procedury klinicznej.

Analizując wyciski zębów jednokanałowych metodą cyfrową stwierdzono, iż spośród wycisków, w których wprowadzono największą objętość masy wyciskowej do kanałów, największy odsetek stanowiły wyciski wykonane przy pomocy igły Lentulo. Podobnie,

w ocenie klinicznej aż ponad 80% wycisków wiernie odwzorowywało podłoże protetyczne, na co wskazywała zachowana gładko konturowa ciągłość masy wyciskowej bez cech poszarpania i/lub zerwania fragmentu masy. Skala trzypunktowa pozwoliła na zakwalifikowanie metody LENTULO jako najbardziej optymalnej z uwagi na fakt, że blisko 77% wycisków uznano za idealne, a ponad 92% za wyciski akceptowalne klinicznie. Pomimo zgodności wyników uzyskanych różnymi metodami można wnioskować, że metoda LENTULO jest metodą najbardziej korzystną do wykonywania wycisków pod indywidualne wkłady koronowo - korzeniowe, zauważalna procentowa rozbieżność między wynikami z analizy cyfrowej i klinicznej może sugerować, iż standardowa ocena kliniczna nie zawsze jest precyzyjna, gdyż komputer szereguje wyciski precyzyjnie na podstawie objętości masy wprowadzonej do kanału. Jednocześnie należy uwzględnić fakt, iż selekcja ściśle matematyczna nie uwzględnia aspektów klinicznych, takich jak np. rozmiar, kształt i rozmieszczenie pęcherzy powietrza, co oznacza, że analiza komputera nie uwzględnia wycisków akceptowalnych klinicznie.

Metoda, w której zastosowano igłę iniekcyjną jako wentyl odpowietrzający oraz wprowadzanie masy wyciskowej do kanału jedynie przy pomocy pistoletu (metody IGŁA i PISTOLET) w analizie cyfrowej uzyskały porównywalny odsetek wycisków z największą objętością, odpowiednio 20,7% i 24,1%. W analizie 0/1 metodami IGŁA i PISTOLET uzyskano najwięcej wycisków nieudanych, wynik był identyczny dla obu metod – 42,3%, natomiast wyniki uzyskane w skali trzypunktowej pokazały, iż najwięcej wycisków nieudanych uzyskano metodą IGŁA.

Wyniki własne pozostają w sprzeczności z opisanymi przez Chee i współautorów. [72] Autorzy wskazali, iż wykorzystując igłę Lentulo uzyskali największy, blisko 80% odsetek niepowodzeń, podczas gdy zastosowanie igły iniekcyjnej jako wentyla odpowietrzającego pozwoliło uzyskać 100% wycisków udanych. W tych samych doświadczeniach aplikacja masy samym pistoletem dała 40% wycisków udanych.

Porównanie wyników badań Chee i wsp. z wynikami pozyskanymi w doświadczeniu własnym pozostawia trudności wynikające z odmienności metodologii obydwu badań. W opisanych badaniach autorzy nie wyjaśnili metodologii użycia igły Lentulo do aplikacji masy. W badaniach własnych masę wyciskową aplikowano z pistoletu bezpośrednio do kanału korzeniowego, a następnie kondensowano ją przy pomocy igły Lentulo. Opis Chee i wsp. sugeruje raczej nałożenie porcji masy na samą igłę Lentulo i następnie wprowadzenie jej do kanału korzeniowego, co może potencjalnie być czynnikiem decydującym o niepowodzeniu w wykonaniu wycisku. Dodatkowo, czynnikiem krytycznym może być fakt, iż Chee i wsp. aplikowali masę wyciskową do kanałów korzeniowych zębów wykonanych z tworzywa sztucznego (zęby akrylowe) bez czynności imitujących środowisko jamy ustnej, podczas gdy w bieżącym doświadczeniu wykorzystano naturalne zęby ludzkie. Interakcja masy wyciskowej z zębina jest odmienna niż z tworzywem sztucznym. Istotnym czynnikiem jest obecność w zębnie otwartych kanalików zębinowych i warstwy mazistej powstającej podczas mechanicznego opracowania kanału. [88] Wyniki oceny Chee i wsp. ogranicza dodatkowo brak zastosowania ewaluacji obiektywnej w postaci analizy komputerowej, ponieważ autorzy swoje wnioski oparli wyłącznie na ocenie klinicznej. Należy podkreślić, że analiza komputerowa użyta w badaniach własnych wykazała, iż ocena kliniczna jest mniej restrykcyjna pomimo zachowania tendencji wyniku.

Niezwykle ciekawą i jednocześnie zaskakującą jest obserwacja pozyskana zarówno w ocenie klinicznej jak i cyfrowej, a polegająca na tym, iż metodą PISTOLET uzyskano najgorsze wyniki w grupie zębów siecznych. Zęby sieczne mają stosunkowo szerokie kanały, co mogłoby sugerować, że kondensacja masy wyciskowej z wykorzystaniem końcówki mieszającej z tzw. dziubkiem powinna wytwarzać dostateczne ciśnienie do szczelnego wypełnienia opracowanego kanału korzeniowego. Z kolei metoda IGŁA okazała się najmniej korzystna podczas wykonywania wycisków w grupie zębów przedtrzonowych. Taki wynik badań

dla zębów przedtrzonowych może korelować z bardziej zróżnicowaną anatomią kanałów korzeniowych w porównaniu do zębów siecznych i kłów. Zęby przedtrzonowe, zarówno w szczęce jak i w żuchwie mają bardziej rozbudowany system kanałów korzeniowych, z większą ilością cieśni i zachyłków, a także kanałów, które niejednokrotnie są spłaszczone w wymiarze mezjo-dystalnym. [89, 90] Zęby sieczne i kły w większości przypadków posiadają kanały o szerokim i prostym przebiegu, co ułatwia wprowadzenie do nich masy wyciskowej. [91] Jednak obserwacja poczyniona w trakcie badań własnych wskazuje na konieczność zastosowania dodatkowej czynności służącej skondensowaniu masy wyciskowej w kanale korzeniowym. Wprowadzenie masy wyciskowej o rzadkiej konsystencji wyłącznie z użyciem pistoletu zakończonym standardowym mieszadłem z końcówką w kształcie lejka nie pozwala na uzyskanie parcia masy w kanale zapewniającego szczelne jego wypełnienie. Przy wykorzystaniu igły iniekcyjnej w wąskim kanale korzeniowym i ze skomplikowaną anatomią, pozostaje niewielka ilość miejsca na masę wyciskową, co skutkuje przerwaniem ciągłości masy w trakcie jej wtłaczania z pistoletu oraz niedopełniania powstających wolnych przestrzeni podczas wyciągania igły w trakcie wycisku. Dodatkowo, może dochodzić do zaciągania masy wyciskowej z kanału podczas wysuwania igły iniekcyjnej przed włożeniem cwieka retencyjnego.

## **7.2. Zęby wielokanałowe.**

Na potrzeby opisywanego doświadczenia do grupy zębów wielokanałowych włączono zarówno zęby trzonowe górne jak i dolne. Skomplikowana anatomia systemu korzeniowego zębów trzonowych stwarza trudności w trakcie leczenia endodontycznego oraz wymusza nieco odmienny protokół postępowania w przypadku wykonywania indywidualnych wkładów koronowo – korzeniowych. Powszechnie przyjęto zasadę, iż masę wyciskową wprowadza się do dwóch kanałów głównych, czyli takich, które po opracowaniu są kanałami najszerszymi. Fakt, iż kanały w tych zębach często przebiegają rozbieżnie względem siebie stanowi

dodatkowe utrudnienie i pociąga za sobą ryzyko, iż podczas wyjmowania wycisku dojdzie do odkształcenia bądź zerwania ciągłości masy. Wykonanie wycisku wnętrza kanałów korzeniowych w zębach wielokanałowych komplikuje również fakt, iż niedokładności w odzwierciedleniu obrazu jednego z kanałów dyskwalifikują cały wycisk, a procedura musi zostać powtórzona. Stąd, można założyć z dużym prawdopodobieństwem, iż analiza cyfrowa jak i kliniczna wycisków zębów wielokanałowych wykaze większy odsetek wycisków nieudanych w porównaniu z grupą wycisków zębów jednokanałowych. Założenie to znalazło potwierdzenie w wynikach prezentowanych w niniejszym badaniu. Podobnie jak w wyciskach w zębach jednokanałowych metoda LENTULO okazała się metodą dającą najlepsze rezultaty w analizie klinicznej we wszystkich zastosowanych skalach, a także w analizie cyfrowej. Jedynym odstępstwem okazał się wynik uzyskany w zębach trzonowych dolnych, w których najkorzystniejszą okazała się metoda IGŁA.

Analizując metody wyciskowe w poszczególnych grupach kanałów w zębach wielokanałowych, najmniej korzystne okazało się wykorzystanie metody PISTOLET, dając najwyższy odsetek wycisków nieakceptowalnych klinicznie w każdym rodzaju kanałów z wyjątkiem kanałów mezialnych policzkowych pierwszych, gdzie najgorszą metodą była metoda LENTULO.

### **7.3. Sumaryczna ocena wycisków zębów jedno- i wielokanałowych.**

Precyzja wycisku, na podstawie którego wykonany zostanie model i ostateczny indywidualny wkład koronowo – korzeniowy, zależy od staranności wykonania wycisku podłoża protetycznego. Dokładność wycisku wpływa bezpośrednio na odlanie modelu, a następnie modelowanie, dopasowanie i spasowanie wkładu koronowo – korzeniowego do wnętrza kanału, co łączy się z korzystnym rozkładem naprężeń w korzeniu zęba powstałych w trakcie przenoszenia sił żucia poprzez koronę protetyczną i wkład na tkanki zęba. Badania

naukowe wskazują, iż zastosowanie indywidualnych metalowych wkładów koronowo - korzeniowych skutkuje zredukowaniem naprężeń w tkankach zęba. [92] Zjawisko można opisać jako efekt przeniesienia w głąb korzenia naprężeń zwyczajowo powstających w zębach odbudowanych bez użycia wkładu w miejscu łączenia odbudowanej korony z tkankami zęba. To swoiste przesunięcie punktu przyłożenia siły do wnętrza kanału/korzenia powoduje, iż rozłożenie sił zyskuje charakter bardziej równomierny. W konsekwencji uzyskuje się mniejszą podatność zęba na złamanie i lepszą integrację brzeżną korony protetycznej. [36, 93-95] W badaniach przeprowadzonych metodą elementów skończonych wykazano, iż obecność indywidualnego metalowego wkładu koronowo – korzeniowego w zębie powoduje obniżenie naprężeń w tkankach zęba w porównaniu z naprężeniami powstającymi w zębach okoronowanych bez wkładów. [92] Dejak wykazała 25% spadek naprężeń w zębach odbudowanych wkładami metalowymi i 21% spadek naprężeń w tkankach zębów odbudowanych wkładami z włókna szklanego. [92, 96] Ta sama autorka, metodą elementów skończonych, przeprowadziła badania dotyczące wpływu braku przylegania wkładu koronowo - korzeniowego do niektórych części korzenia na naprężenia w tkankach zęba. [96] Badania wykazały, iż występowanie niedokładności w ciągłości przylegania powierzchni wkładu do powierzchni kanału korzeniowego powoduje powstawanie większych naprężeń w porównaniu do naprężeń wokół dobrze przylegającego wkładu. Dużo istotniejsze okazało się dokładne przyleganie wkładu do powierzchni nośnej niż przyleganie trzonu wkładu w kanale korzeniowym, gdyż to powierzchnia nośna odgrywa kluczową rolę w przenoszeniu sił okluzyjnych na tkanki zęba. [96] Badania te pokazały również, że trwałe i równomierne połączenie pomiędzy wkładem koronowo – korzeniowym, a zębem daje porównywalne naprężenia z naprężeniami występującymi w zębie bez wkładu, a precyzja wykonania i dopasowania wkładu koronowo - korzeniowego oraz spojenia go z tkankami zęba stanowi jeden z najistotniejszych warunków wytrzymałości odbudowy protetycznej. [96] Autorka



zwraca uwagę na fakt istnienia niezgodności wyników badań dotyczących analizy naprężeń w zębach odbudowanych wkładami koronowo – korzeniowymi prowadzonymi metodą elementów skończonych, a prowadzonymi metodami doświadczalnymi, które wykazują, iż wkłady nie zawsze wzmacniają struktury odbudowanych zębów. [96] Niezgodność ta może wynikać według autorki z faktu, iż badania metodą elementów skończonych prowadzone są na modelach zębów, w których założono idealne zespolenie wkładów z tkankami, co w rzeczywistości jest trudne do osiągnięcia. [36, 96] Pogląd ten potwierdza konieczność przeprowadzania badań w warunkach możliwie najbardziej zbliżonych do panujących w jamie ustnej uznając je za najbardziej miarodajne.

Wykonanie poprawnego wycisku, wiernie odwzorowującego wnętrze opracowanego kanału korzeniowego ma również istotne znaczenie w kontekście precyzyjnego pokazania długości i szerokości kanału, na jaką został on opracowany. Jest to czynnik kluczowy, pozwalający na zachowanie właściwych proporcji części koronowej do części korzeniowej wkładu. Przyjęło się, że część korzeniowa powinna być co najmniej tej samej długości co wysokość przyszej korony protetycznej osadzonej na zębie filarowym. [97] Idealną sytuacją dla powstawania prawidłowych proporcji dźwigni jest jednak proporcja 2:1, co niejednokrotnie wiąże się z koniecznością udroźnienia kanału zęba do  $\frac{2}{3}$  długości korzenia. [35] Uzyskanie takich proporcji pozwala nie tylko na osiągnięcie korzystnego rozkładu naprężeń w korzeniu zęba filarowego, ale także zapewnia odpowiednią retencję uzupełnienia protetycznego, gdyż badania wykazały, że zwiększenie długości części korzeniowej wkładu poprawia jego retencję w kanale. [35, 97-99] Opracowując kanał korzeniowy pod indywidualny wkład koronowo – korzeniowy należy jednak pamiętać, iż ze względu na bezpieczeństwo długoterminowego przetrwania filaru niezwykle ważne jest pozostawienie racjonalnie jak największej ilości zębiny. [100, 101] Pokusa nadmiernego opracowania kanałów może skutkować powikłaniami

w postaci perforacji, pęknięć korzenia w czasie cementowania wkładu oraz pęknięciem osłabionego korzenia w trakcie czynności żucia. [102]

Fakiha i wsp. przeprowadził badania dotyczące retencji indywidualnych metalowych wkładów koronowo - korzeniowych w zależności od sposobu aplikacji cementu cynkowo-fosforanowego do światła kanału. [109] Do badania użyto naturalnych ludzkich zębów jednokanałowych, w których kanały opracowano jak pod indywidualny wkład koronowo - korzeniowy. Porównywano cztery różne metody wprowadzania cementu mocującego do kanału korzeniowego, w zależności od siły retencji wkładu po związaniu cementu. Najlepsze rezultaty osiągnięto w grupie, w której cement wprowadzano najpierw do wnętrza kanału, a następnie kondensowano przy pomocy igły Lentulo i dodatkowo aplikowano na korzeniową część wkładu. [103] Wyniki uzyskane przez Fakiha i wsp. mogą pośrednio odnosić się do wyników uzyskanych w bieżącym doświadczeniu, gdyż w zakresie precyzji wypełnienie wnętrza opracowanego kanału korzeniowego korelują z wynikami uzyskanymi w badaniach własnych. Pomimo różnic w materiałach wprowadzanych do światła kanału ogólna zasada techniki aplikacji pozostaje taka sama, co oznacza, że materiał zostaje wstrzyknięty do wnętrza kanału, następnie rozprowadzony przy pomocy igły Lentulo, a następnie wprowadzony zostaje element dodatkowo kondensujący materiał we wnętrzu kanału (wkład koronowo–korzeniowy versus ówiek retencyjny). Potwierdza to słuszność wykorzystania metody „LENTULO” w praktyce klinicznej przy pobieraniu wycisków pod indywidualne wkłady koronowo - korzeniowe.

Wychodząc naprzeciw konieczności zacementowania metalowego wkładu koronowo - korzeniowego o ograniczonej długości wskazuje się na możliwość zastosowania systemów łączących na bazie żywic, które są aktualnie rekomendowane do cementowania wszystkich metalowych wkładów koronowo – korzeniowych. [104] Dodatkowe zabiegi w postaci piaskowania powierzchni wkładu z następową silanizacją oraz trybomechaniczne traktowanie

powierzchni wkładu również mogą poprawić jego retencję w kanale. [35] Na podkreślenie zasługuje jednak fakt, iż stanowczo nie zaleca się wprowadzania przy pomocy igły Lentulo cementów kompozytowych służących do zacementowania wkładu. Autorzy badań przestrzegają przed przyspieszeniem wiązania cementu kompozytowego kondensowanego z udziałem igły Lentulo. [35]

Nieco odmienne reguły obowiązują przy cementowaniu wkładu koronowo – korzeniowego w zębach trzonowych, gdzie długość części korzeniowej wkładu nie stanowi kluczowego elementu dla retencji. Przez wzgląd na skomplikowaną morfologię i układ kanałów w zębach wielokorzeniowych autorzy dopuszczają opracowanie jedynie jednego kanału głównego i ujścia drugiego, jako elementu stabilizacyjnego. [97] W zębach trzonowych górnych kanałami z wyboru dla długiej części korzeniowej wkładu są kanały podniebienne, natomiast w zębach trzonowych dolnych są to kanały dystalne. Kanały te są z reguły anatomicznie wystarczająco szerokie, a ich przebieg stosunkowo prosty, aby bez radykalnego opracowania uzyskać przestrzeń odpowiednią dla wkładu koronowo – korzeniowego gwarantującą mu zarówno właściwą retencję jak i dopuszczalne obciążenia wynikające z rozkładu sił żucia przypadających na filar protetyczny. [105] W przypadku obecności krótkich kanałów o rozbieżnym przebiegu dopuszcza się zastosowanie składanych wkładów koronowo–korzeniowych, co poprawia retencję przyszłej rekonstrukcji protetycznej. [97, 104, 106, 107]

Wyniki badań prowadzonych w opisywanym doświadczeniu wydają się korelować z opisanymi wyżej zasadami wykonawstwa indywidualnych wkładów koronowo - korzeniowych dla zębów wielokanałowych. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż analiza i ocena wycisków wykonanych w zębach wielokanałowych skutkowałą dyskwalifikacją większości wycisków w tej grupie w skali 0/1. Jednak analizując odwzorowanie przebiegu kanału w poszczególnych kanałach widać, iż odsetek wycisków poprawnych tj. „akceptowalnych

klinicznie” był wysoki. Akceptując zatem wskazania autorów mówiące o konieczności zachowania wiernego odwzorowania przebiegu chociażby jednego, głównego kanału w zębach wielokorzeniowych oraz niewielkiej części drugiego kanału, pełniącego funkcję stabilizującą, prowadzone badania wskazują, że taki warunek jest wystarczającym do wykonania klinicznie akceptowalnego wycisku pod wkład koronowo – korzeniowy w zębach wielokanałowych.

Widoczna jest również zbieżność wyników uzyskanych w opracowanym badaniu klinicznym oraz w badaniu cyfrowym, tak dla zębów jednokanałowych jak i dla zębów wielokanałowych. Pokazuje to, iż odpowiednio dobrane kryteria oceny klinicznej są wystarczające do oceny wycisków pod wkłady koronowo – korzeniowe. Metoda cyfrowej ewaluacji, opracowana na potrzeby tego badania, pozostaje dobrym rozwiązaniem dla celów naukowych.

Analizując metody wprowadzania masy wyciskowej do kanału pod kątem praktyki klinicznej w pracy z pacjentem, należy zwrócić uwagę na potencjalne trudności i komplikacje, które mogą się pojawić, a które nie zostały uwzględnione w tym badaniu. Metoda PISTOLET pozostaje metodą najmniej skomplikowaną, gdyż nie wymaga użycia dodatkowego oprzyrządowania, lecz doświadczenie wykazało jednoznacznie, iż jest metodą niewystarczającą i wymagającą wielokrotnych powtórzeń. Obie metody LENTULO i IGŁA wymagają zaangażowania dodatkowych instrumentów, a co za tym idzie nieco więcej czasu dla wykonania całej procedury. Pewnym problemem dla lekarza, może być fakt, iż w stosunkowo krótkim czasie pracy z masą wyciskową, należy wykonać wiele czynności – zaaplikować masę do kanału, skondensować igłą Lentulo, następnie wprowadzić ćwiek retencyjny i nałożyć łyżkę wyciskową. Natomiast w świetle niniejszego badania, metoda LENTULO daje najlepszy rezultat, a co za tym idzie – brak konieczności powtarzania wycisku.

## **8. WNIOSKI**

1. Analiza porównawcza sposobów aplikacji masy wyciskowej stosowanych w celu uzyskania negatywu podłoża protetycznego do wykonania indywidualnego wkładu koronowo - korzeniowego wykazała, iż metodą pozwalającą na uzyskanie najbardziej precyzyjnego wycisku wnętrza kanału korzeniowego jest metoda LENTULO.
2. W zębach wielokanałowych pomimo stosowania metody LENTULO uwarunkowania anatomiczne skutkują dyskwalifikacją połowy wycisków, co pozwala wnioskować, że na ostateczny wynik jakości pobranego wycisku, poza metodą pobrania wycisku, warunkuje również anatomia korzenia zęba.
3. Zarówno analiza komputerowa i jak i kliniczna spójnie wskazały metodę PISTOLET jako dającą największą ilość wycisków zdyskwalifikowanych.
4. Analiza dokonana tradycyjną metodą kliniczną w porównaniu do analizy komputerowej nie różni się w tendencji oceny, jednak metoda analizy komputerowej wydaje się bardziej precyzyjna, szczególnie w ocenie wycisków wykonanych w zębach jednokanałowych; rozbieżność w ocenie nie dotyczy zębów wielokorzeniowych.

## 9. PIŚMIENICTWO

- [1] J. Supady, *Historia Dentystyki*. 2007.
- [2] J. Jagła, “Zęby, robaki, ból i zakłęcie - refleksje nad ikonografią stomatologiczną i folklorem zębowym,” *Med. Nowożytna*, vol. 16, pp. 7–29, 2010.
- [3] F. R. Ali, A. E. T. Finlayson, “Pharaonic trichology: the Ebers Papyrus,” *JAMA dermatology*, vol. 149, no. 8, p. 920, Aug. 2013.
- [4] R. Paulissian, “Dental Care in Ancient Assyria and Babylonia,” *J. Assyrian Acad. Stud.*, vol. VII, no. 2, 1993.
- [5] M. Bitar, “History of dentistry in Phoenicia,” *Dent. News (Lond.)*, vol. V, no. IV, pp. 11–12, 1998.
- [6] T. Anderson, “Dental treatment in Medieval England,” *Br. Dent. J.*, vol. 197, no. 7, pp. 419–425, 2004.
- [7] S. Pain, “The Great Tooth Robbery,” *New Sci.*, vol. 16 June, no. 2295, 2011.
- [8] D. A. Terry, P. T. Triolo, E. J. Swift, “Fabrication of direct fiber-reinforced posts: a structural design concept,” *J. Esthet. Restor. Dent.*, vol. 13, no. 4, pp. 228–40, Jan. 2001.
- [9] S. S. Patel, D. N. Shah, “Restoration Options with Posts and Cores: Review Article Review Article,” *J. Ahmedabad Dent. Coll. Hosp.*, vol. 4, no. 1, pp. 10–14, Mar. 2013.
- [10] E. Giangregio, “George Washington’s long, painful dental odyssey,” *CDS Rev.*, no. August, 2006.

- [11] A. Agarwal, M. Chadha, D. R. V Kumar, P. Somani, P. Jain, “Richmond Crown-A Conventional Approach for Restoration of Badly Broken Posterior Teeth Abstract :,” *J. Dent. Peers*, vol. 1, no. 1, pp. 35–39, 2013.
- [12] S. M. Morgano, S. E. Brackett, “Foundation restorations in fixed prosthodontics: Current knowledge and future needs,” *J. Prosthet. Dent.*, vol. 82, no. 6, pp. 643–657, Dec. 1999.
- [13] A. Castellucci, *Endodontics*. 2005.
- [14] J. Pietrokovski, M. Massler, “Alveolar ridge resorption following tooth extraction.,” *J. Prosthet. Dent.*, vol. 17, no. 1, pp. 21–7, Jan. 1967.
- [15] Z. Sun, S. W. Herring, B. C. Tee, J. Gales, “Alveolar ridge reduction after tooth extraction in adolescents: an animal study,” *Arch. Oral Biol.*, vol. 58, no. 7, pp. 813–825, 2013.
- [16] L. Schropp, A. Wenzel, L. Kostopoulos, T. Karring, “Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study.,” *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, vol. 23, no. 4, pp. 313–323, 2003.
- [17] A. Barone, M. Ricci, G. E. Romanos, P. Tonelli, F. Alfonsi, U. Covani, “Buccal bone deficiency in fresh extraction sockets: a prospective single cohort study.,” *Clin. Oral Implants Res.*, vol. i, pp. 1–8, 2014.
- [18] M. G. Araújo, F. Sukekava, J. L. Wennström, J. Lindhe, “Ridge alterations following implant placement in fresh extraction sockets: an experimental study in the dog.,” *J. Clin. Periodontol.*, vol. 32, no. 6, pp. 645–52, Jun. 2005.

- [19] M. Araújo, E. Linder, J. Lindhe, "Effect of a xenograft on early bone formation in extraction sockets: An experimental study in dog," *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–6, 2009.
- [20] M. G. Araújo, J. Lindhe, "Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: An experimental study in the dog," *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 20, no. 6, pp. 545–549, 2009.
- [21] J. Lindhe, M. G. Araújo, M. Bufler, B. Liljenberg, "Biphasic alloplastic graft used to preserve the dimension of the edentulous ridge: An experimental study in the dog," *Clin. Oral Implants Res.*, vol. 24, no. 10, pp. 1158–1163, 2013.
- [22] V. Braut, M. M. Bornstein, U. Belser, D. Buser, "Thickness of the anterior maxillary facial bone wall—a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography.," *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, vol. 31, no. 2, pp. 125–31, Apr. 2011.
- [23] G. Pagni, G. Pellegrini, W. V. Giannobile, G. Rasperini, "Postextraction alveolar ridge preservation: Biological basis and treatments," *Int. J. Dent.*, vol. 2012, 2012.
- [24] G. Cardaropoli, M. Araújo, J. Lindhe, "Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs.," *J. Clin. Periodontol.*, vol. 30, no. 9, pp. 809–818, 2003.
- [25] B. Li, Y. Wang, J. Li, "A feasibility study of applying cone-beam computed tomography to observe dimensional changes in human alveolar bone," *J. Zhejiang Univ. Sci. B*, vol. 15, no. 4, pp. 393–398, 2014.
- [26] S. Majewski, *Zmiany w układzie stomatognatycznym jako wynik postępującego procesu utraty zębów stałych. W: Podstawy Protetyki*. Wydawnictwo Stomatologiczne SZS–W, 2000.



- [27] S. Kiliaridis, I. Lyka, H. Friede, G. E. Carlsson, M. Ahlqwist, "Vertical position, rotation, and tipping of molars without antagonists.," *Int. J. Prosthodont.*, vol. 13, no. 6, pp. 480–6, Jan. 2000.
- [28] H. L. Craddock, C. C. Youngson, M. Manogue, A. Blance, "Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 1: a study of clinical parameters associated with the extent and type of supraeruption in unopposed posterior teeth.," *J. Prosthodont.*, vol. 16, no. 6, pp. 485–94, Jan. .
- [29] H. L. Craddock, C. C. Youngson, M. Manogue, A. Blance, "Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 2. Clinical parameters associated with movement of teeth adjacent to the site of posterior tooth loss.," *J. Prosthodont.*, vol. 16, no. 6, pp. 495–501, Jan. .
- [30] H. L. Craddock, "Occlusal changes following posterior tooth loss in adults. Part 3. A study of clinical parameters associated with the presence of occlusal interferences following posterior tooth loss.," *J. Prosthodont.*, vol. 17, no. 1, pp. 25–30, Jan. 2008.
- [31] P. Napadłek, H. Panek, "Rehabilitacja protetyczna u pacjentów z jednostronnie skróconym łukiem zębowym," *Dent. Med. Probl.*, no. 43, pp. 293–298, 2006.
- [32] L. Carlsson, T. Röstlund, B. Albrektsson, T. Albrektsson, P.-I. Brånemark, "Osseointegration of titanium implants," Jul. 2009.
- [33] C. H. F. Hämmerle, S. T. Chen, T. G. Wilson, "Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets.," *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 19 Suppl, pp. 26–8, Jan. 2004.
- [34] S. T. Chen, D. Buser, "Esthetic outcomes following immediate and early implant placement in the anterior maxilla--a systematic review.," *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, vol. 29 Suppl, pp. 186–215, Jan. 2014.

- [35] M. Pryliński, S. Majewski, *Rekonstrukcja protetyczna zębów po leczeniu endodontycznym*. Wydawnictwo Elamed, 2013.
- [36] B. Dejak, M. Romanowicz, “Wpływ kształtu i wielkości części korzeniowych wkładów na wytrzymałość rekonstruowanych zębów w świetle piśmiennictwa.,” *Protet. Stomatol.*, vol. L, no. 2, pp. 86–94, 2000.
- [37] M. Schmitter, K. Hamadi, P. Rammelsberg, “Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial.,” *Quintessence Int.*, vol. 42, no. 10, pp. 843–50, Jan. 2011.
- [38] B. J. Robak, J. Bożyk, J. Borowicz, “Koncepcje budowy części korzeniowej wkładów koronowo-korzeniowych w świetle piśmiennictwa.,” *Dent. Med. Probl.*, vol. 48, no. 4, pp. 576–582, 2011.
- [39] “CosmoPost Instrukcja stosowania Dla techników dentystycznych.”
- [40] E. R. Cerapost, “Er System - CeraPost. Product Information.,” pp. 2–3.
- [41] S. I. J. Soundar, T. J. Suneetha, M. C. Angelo, L. C. Koor, “Analysis of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post and core system of variable diameters: An in vitro study,” *J. Indian Prosthodont. Soc.*, vol. 14, no. 2, pp. 144–150, 2014.
- [42] N. Ozcan, E. Sahin, “In vitro evaluation of the fracture strength of all-ceramic core materials on zirconium posts,” *Eur. J. Dent.*, vol. 7, no. 4, pp. 455–460, 2013.
- [43] D. N. J. Ricketts, C. M. E. Tait, J. Higgins, “Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation.,” *Br. Dent. J.*, vol. 198, no. 9, pp. 533–541, 2005.
- [44] G. Bateman, D. N. J. Ricketts, W. P. Saunders, “Fibre-based post systems: a review.,” *Br. Dent. J.*, vol. 195, no. 1, p. 43–8; discussion 37, Jul. 2003.

- [45] M. Fredriksson, J. Astbäck, M. Pamenius, K. Arvidson, "A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts.," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 80, no. 2, pp. 151–157, 1998.
- [46] I. Dikbas, J. Tanalp, "An overview of clinical studies on fiber post systems," *Sci. World J.*, vol. 2013, 2013.
- [47] B. Glazer, "Restoration of endodontically treated teeth with carbon fibre posts-- a prospective study.," *J. Can. Dent. Assoc.*, vol. 66, no. 11, pp. 613–8, Dec. 2000.
- [48] M. Ferrari, A. Vichi, F. García-Godoy, "Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores.," *Am. J. Dent.*, vol. 13, no. Spec No, p. 15B–18B, May 2000.
- [49] M. Ferrari, A. Vichi, F. Mannocci, P. N. Mason, "Retrospective study of the clinical performance of fiber posts.," *Am. J. Dent.*, vol. 13, no. Spec No, p. 9B–13B, May 2000.
- [50] F. Mannocci, E. Bertelli, M. Sherriff, T. F. Watson, T. R. P. Ford, "Three-year clinical comparison of survival of endodontically treated teeth restored with either full cast coverage or with direct composite restoration.," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 88, no. 3, pp. 297–301, Sep. 2002.
- [51] G. R. da Silva, P. C. de F. Santos-Filho, P. C. Simamoto-Júnior, L. R. M. Martins, A. S. da Mota, C. J. Soares, "Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots," *Braz. Dent. J.*, vol. 22, no. 3, pp. 230–237, 2011.
- [52] C. J. Soares, A. D. C. M. Valdivia, G. R. da Silva, F. R. Santana, M. de S. Menezes, "Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review.," *Braz. Dent. J.*, vol. 23, no. 2, pp. 135–740, Jan. 2012.

- [53] A. Lamichhane, C. Xu, F.-Q. Zhang, "Dental fiber-post resin base material: a review.," *J. Adv. Prosthodont.*, vol. 6, no. 1, pp. 60–5, Feb. 2014.
- [54] T. Abduljabbar, H. Sherfudhin, S. a. AlSaleh, A. a. Al-Helal, S. S. Al-Orini, N. a. Al-Aql, "Fracture resistance of three post and core systems in endodontically treated teeth restored with all-ceramic crowns," *King Saud Univ. J. Dent. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 33–38, 2012.
- [55] B. Akkayan, T. Gülmez, "Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 87, no. 4, pp. 431–437, Apr. 2002.
- [56] M. Kacprzak-Ogłuszka, B. Dejak, "Właściwości na zginanie wkładów koronowo-korzeniowych wzmocnionych włóknem szklanym i wkładów metalowych : badanie metodą testu trójpunktowego," *Protet. Stomatol.*, vol. LXII, no. 4, pp. 275–283, 2012.
- [57] K. Góra, B. Dejak, "Ocena odporności na złamania zębów odbudowanych wkładami koronowo-korzeniowymi kompozytowymi wzmocnianymi włóknami szklanymi w zależności od średnicy i długości wkładów - badanie in vitro," *Protet. Stomatol.*, vol. 65, no. 3, pp. 233–240, 2015.
- [58] S. F. Rosenstiel, M. F. Land, J. Fujimoto, *Współczesne protezy stałe*, I polskie. 2001.
- [59] B. Dejak, M. Mikołajczyk, "Badanie wytrzymałości korzeni zębów w zależności od kształtu wkładu.," *Protet. Stomatol.*, vol. XLIV, no. 5, pp. 252–54, 1994.
- [60] H. Rosen, "Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 11, no. 5, pp. 973–986, Sep. 1961.
- [61] L. Zhi-Yue, Z. Yu-Xing, "Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 89, no. 4, pp. 368–373, Apr. 2003.

- [62] B. Dejak, "Wpływ „ ferrule effect ” na wytrzymałość zębów przednich odbudowanych wkładami koronowo-korzeniowymi kompozytowymi wzmocnionymi włóknami szklanymi Effect ferrule on the strength of anterior teeth with FRC posts," *Protet. Stomatol.*, vol. LXII, no. 4, pp. 264–274, 2012.
- [63] J. R. Pereira, F. De Ornelas, P. C. Rodrigues Conti, A. Lins Do Valle, "Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 95, no. 1, pp. 50–54, Jan. 2006.
- [64] M. Naumann, "Kiedy wskazane są wkłady koronowo-korzeniowe - klasyfikacja i koncepcja terapeutyczna," *Qiuntessence*, vol. 6, pp. 327–334, 2003.
- [65] W. A. Fokkinga, C. M. Kreulen, E. M. Bronkhorst, N. H. J. Creugers, "Up to 17-year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns.," *J. Dent.*, vol. 35, no. 10, pp. 778–86, Oct. 2007.
- [66] M. A. Awad, "Custom-Made Post and Core - Part I: Technique to Fabricate Direct Custom-Made Post with Resin Pattern," *J. Dent. Heal. Oral Disord. Ther.*, vol. 1, no. 3, pp. 5–6, 2014.
- [67] R. G. Craig, "Skład i reakcje wiązania. Silikony o addycyjnym sposobie wiązania.," in *Materiały Stomatologiczne, I polskie.*, H. Shaw and J. G. Shaw, Eds. 2006, pp. 281–283.
- [68] R. G. Craig, "Zwilżalność i hydrofilizacja elastomerowych materiałów wyciskowych," in *Materiały stomatologiczne, I polskie.*, H. Shaw and J. G. Shaw, Eds. 2006, pp. 292–293.
- [69] T. E. Donovan, W. W. L. Chee, "Stomatologia estetyczna Przegląd współczesnych technik oraz materiałów wyciskowych," *Stomatol. Estet.*, vol. 6, no. 2, pp. 127–140, 2011.

- [70] R. G. Craig, "Właściwości wiązania. Lepkość.," in *Materiały Stomatologiczne*, I polskie., H. Shaw and J. G. Shaw, Eds. 2006, pp. 285–287.
- [71] J. Stępień, B. Dejak, "Ocena dokładności odwzorowania pola protetycznego w zależności od techniki wyciskowej," *Protet. Stomatol.*, vol. 65, no. 3, pp. 214–224, Jun. 2015.
- [72] W. W. Chee, G. C. Cho, R. Marzola, "An in vitro comparison of 5 techniques for impressing dowel space preparations," *J. Prosthodont.*, vol. 9, no. 1, pp. 19–22, Mar. 2000.
- [73] J. N. Theodosopoulou, K. M. Chochlidakis, "A Systematic Review of Dowel (Post) and Core Materials and Systems," *J. Prosthodont.*, vol. 18, no. 6, pp. 464–472, Aug. 2009.
- [74] W. A. Fokkinga, C. M. Kreulen, P. K. Vallittu, N. H. J. Creugers, "A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems.," *Int. J. Prosthodont.*, vol. 17, no. 4, pp. 476–82, Jan. .
- [75] N. Stern, Z. Hirshfeld, "Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 30, no. 2, pp. 162–165, Aug. 1973.
- [76] M. J. H. DE CLEEN, "The relationship between the root canal filling and post space preparation," *Int. Endod. J.*, vol. 26, no. 1, pp. 53–58, Jan. 1993.
- [77] B. Idris, F. Houston, N. Claffey, "Comparison of the dimensional accuracy of one- and two-step techniques with the use of putty/wash addition silicone impression materials," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 74, no. 5, pp. 535–541, Nov. 1995.
- [78] S. S. Manoj, K. P. Cherian, V. Chitre, M. Aras, "A Comparative Evaluation of the Linear Dimensional Accuracy of Four Impression Techniques using Polyether

- Impression Material.,” *J. Indian Prosthodont. Soc.*, vol. 13, no. 4, pp. 428–38, Dec. 2013.
- [79] S. Levartovsky, M. Zalis, R. Pilo, N. Harel, Y. Ganor, T. Brosh, “The Effect of One-Step vs. Two-Step Impression Techniques on Long-Term Accuracy and Dimensional Stability when the Finish Line is within the Gingival Sulcular Area,” *J. Prosthodont.*, vol. 23, no. 2, pp. 124–133, Feb. 2014.
- [80] M. Haim, R. G. Luthardt, H. Rudolph, R. Koch, M. H. Walter, S. Quaas, “Randomized controlled clinical study on the accuracy of two-stage putty-and-wash impression materials.,” *Int. J. Prosthodont.*, vol. 22, no. 3, pp. 296–302.
- [81] J. Cox, “A clinical study comparing marginal and occlusal accuracy of crowns fabricated from double-arch and complete-arch impressions,” *Aust. Dent. J.*, vol. 50, no. 2, pp. 90–94, Jun. 2005.
- [82] A. C. L. Faria, R. C. S. Rodrigues, A. P. Macedo, M. da G. C. de Mattos, R. F. Ribeiro, “Accuracy of stone casts obtained by different impression materials,” *Braz. Oral Res.*, vol. 22, no. 4, pp. 293–298, Dec. 2008.
- [83] S. Y. Chen, W. M. Liang, F. N. Chen, R. Malik, S. M. Morgano, “Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials.,” *J. Dent.*, vol. 32, no. 8, pp. 603–9, Nov. 2004.
- [84] C. F. Penaflo, R. C. Semacio, L. T. De Las Alas, H. G. Uy, “Comparative study of dimensional accuracy of different impression techniques using addition silicone impression material.,” *J. Philipp. Dent. Assoc.*, vol. 49, no. 4, pp. 37–49.
- [85] W. W. Chee, T. E. Donovan, “Fine detail reproduction of very high viscosity poly(vinyl siloxane) impression materials.,” *Int. J. Prosthodont.*, vol. 2, no. 4, pp. 368–70, Jan. .

- [86] E. B. Franco, L. F. da Cunha, F. S. Herrera, A. R. Benetti, “Accuracy of Single-Step versus 2-Step Double-Mix Impression Technique.,” *ISRN Dent.*, vol. 2011, p. 341546, Jan. 2011.
- [87] R. G. Luthardt, M. H. Walter, S. Quaas, R. Koch, H. Rudolph, “Comparison of the three-dimensional correctness of impression techniques: a randomized controlled trial.,” *Quintessence Int.*, vol. 41, no. 10, pp. 845–53, Jan. .
- [88] M. Barańska-Gachowska, L. Postek-Stefańska, *Endodoncja wieku rozwojowego i dojrzałego autorstwa Barańskiej-Gachowskiej*. Lublin : Czelej, 2011., 2011.
- [89] D. G. Bulut, E. Kose, G. Ozcan, A. E. Sekerci, E. M. Canger, Y. Sisman, “Evaluation of root morphology and root canal configuration of premolars in the Turkish individuals using cone beam computed tomography.,” *Eur. J. Dent.*, vol. 9, no. 4, pp. 551–7, 2015.
- [90] P. Monsarrat, B. Arcaute, O. A. Peters, E. Maury, N. Telmon, M. Georgelin-Gurgel, D. Maret, “Interrelationships in the Variability of Root Canal Anatomy among the Permanent Teeth: A Full-Mouth Approach by Cone-Beam CT.,” *PLoS One*, vol. 11, no. 10, p. e0165329, 2016.
- [91] G. KAYAOGLU, I. PEKER, M. GUMUSOK, C. SARIKIR, A. KAYADUGUN, O. UCOK, G. KAYAOGLU, I. PEKER, M. GUMUSOK, C. SARIKIR, A. KAYADUGUN, O. UCOK, “Root and canal symmetry in the mandibular anterior teeth of patients attending a dental clinic: CBCT study,” *Braz. Oral Res.*, vol. 29, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [92] B. Dejak, A. Młotkowski, “Finite element analysis of strength and adhesion of cast posts compared to glass fiber-reinforced composite resin posts in anterior teeth.,” *J. Prosthet. Dent.*, vol. 105, no. 2, pp. 115–26, Feb. 2011.



- [93] C. S. de M. Coelho, J. C. G. Biffi, G. R. da Silva, A. Abrahão, R. E. Campos, C. J. Soares, “Finite element analysis of weakened roots restored with composite resin and posts.,” *Dent. Mater. J.*, vol. 28, no. 6, pp. 671–8, Nov. 2009.
- [94] R. de Castro Albuquerque, L. T. de A. Polleto, R. H. B. T. S. Fontana, C. A. Cimini, “Stress analysis of an upper central incisor restored with different posts.,” *J. Oral Rehabil.*, vol. 30, no. 9, pp. 936–43, Sep. 2003.
- [95] K. Okamoto, T. Ino, N. Iwase, E. Shimizu, M. Suzuki, G. Satoh, S. Ohkawa, M. Fujisawa, “Three-dimensional finite element analysis of stress distribution in composite resin cores with fiber posts of varying diameters.,” *Dent. Mater. J.*, vol. 27, no. 1, pp. 49–55, Jan. 2008.
- [96] B. Dejak, “Wpływ braku przylegania wkładu koronowo-korzeniowego do niektórych części korzenia na naprężenia występujące w strukturach odbudowanego zęba,” *Protet. Stomatol.*, vol. 50, no. 1, pp. 30–37, 2000.
- [97] E. Spiechowicz, *Protetyka stomatologiczna - podręcznik dla studentów stomatologii*. PZWL Warszawa, 2004.
- [98] N. Adanir, S. Belli, “Evaluation of different post lengths’ effect on fracture resistance of a glass fiber post system.,” *Eur. J. Dent.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–8, Jan. 2008.
- [99] J. D. McLaren, C. I. McLaren, P. Yaman, M. S. Bin-Shuwaish, J. D. Dennison, N. J. McDonald, “The effect of post type and length on the fracture resistance of endodontically treated teeth.,” *J. Prosthet. Dent.*, vol. 101, no. 3, pp. 174–82, Mar. 2009.
- [100] R. Pilo, A. Tamse, “Residual dentin thickness in mandibular premolars prepared with Gates Glidden and ParaPost drills,” *J. Prosthet. Dent.*, vol. 83, no. 6, pp. 617–623, Jun. 2000.

- [101] L. V. J. Lassila, J. Tanner, A.-M. Le Bell, K. Narva, P. K. Vallittu, "Flexural properties of fiber reinforced root canal posts," *Dent. Mater.*, vol. 20, no. 1, pp. 29–36, Jan. 2004.
- [102] K. Grocholewicz, W. Kabat, M. Lipski, J. Nowakowska-Socha, "Perforacje korzeni jako powikłanie leczenia protetycznego," *Mag. Stomatol.*, vol. 205, no. 4, pp. 24–30, 2009.
- [103] Z. Fakiha, A. Al-Aujan, S. Al-Shamrani, "Retention of cast posts cemented with zinc phosphate cement using different cementing techniques.," *J. Prosthodont.*, vol. 10, no. 1, pp. 37–41, Mar. 2001.
- [104] V. C. Macedo, A. L. Faria e Silva, L. R. M. Martins, "Effect of cement type, relining procedure, and length of cementation on pull-out bond strength of fiber posts.," *J. Endod.*, vol. 36, no. 9, pp. 1543–6, Sep. 2010.
- [105] R. S. Schwartz, J. W. Robbins, "Post Placement and Restoration of Endodontically Treated Teeth: A Literature Review," *J. Endod.*, vol. 30, no. 5, pp. 289–301, 2004.
- [106] Z. Hirschfeld, N. Stern, "Post and core-the biomechanical aspect," *Aust. Dent. J.*, vol. 17, no. 6, pp. 467–468, Dec. 1972.
- [107] B. Dejak, "Wpływ długości i szerokości wkładów koronowo – korzeniowych indywidualnych metalowych i prefabrykowanych kompozytowych wzmacnianych włóknem szklanym na wytrzymałość odbudowanych zębów – przegląd piśmiennictwa," *Protet. Stomatol.*, vol. LXII, no. 3, pp. 197–202, 2012.