

**Ocena wskaźnika ekstrakcji
zębów stałych ze wskazań
ortodontycznych u pacjentów
leczonych w Poradni
Ortodoncji UKS w Krakowie
w latach 2014–2018**

***Evaluation of the rate of
permanent tooth extraction
for orthodontic purposes
in patients treated at
the Outpatient Clinic of
Orthodontics, UKS in Cracow,
in 2014–2018***

Daria Tomanek¹ **A B C D E F** (ORCID ID: 0000-0002-1646-1114)

Sylwia Motyl² **E** (ORCID ID: 0000-0003-2378-7726)

Weronika Gawron-Jakubek³ **B** (ORCID ID: 0000-0003-2002-2066)

Magdalena Waług⁴ **E** (ORCID ID: 0000-0003-4081-9072)

Fortunata Świtakowska⁵ **B** (ORCID ID: 0000-0001-7007-6316)

Beata Szymanowska⁶ **E** (ORCID ID: 0000-0002-2652-1934)

Bartłomiej W. Loster⁷ **A C D E** (ORCID ID: 0000-0001-5724-5808)

Wkład autorów: **A** Plan badań **B** Zbieranie danych **C** Analiza statystyczna **D** Interpretacja danych
E Redagowanie pracy **F** Wyszukiwanie piśmiennictwa

Authors' Contribution: **A** Study design **B** Data Collection **C** Statistical Analysis **D** Data Interpretation
E Manuscript Preparation **F** Literature Search

¹⁻⁷ Katedra i Zakład Ortodoncji, Instytut Stomatologii, Wydział Lekarski, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, Polska
Department of Orthodontics, Dental Institute, Faculty of Medicine, Jagiellonian University Medical College, Kraków, Poland

Streszczenie

Standardy dotyczące estetyki twarzy, modernizacja budowy zamków i aparatów ortodontycznych znacząco wpływają na rozwój nowych technik i filozofii leczenia, zarówno

Abstract

Standards regarding facial aesthetics, modern design of orthodontic brackets and appliances have a significant effect on the development of new techniques and approaches to

^{1,3,4,5,6} Lek. dent., w trakcie specjalizacji z ortodoncji / *DDS, Postgraduate Student*

² Dr n. med., specjalista ortodoncji / *DDS, PhD, specialist in orthodontics*

⁷ Prof. dr hab. n. med., specjalista ortodoncji i protetyki stomatologicznej, Kierownik Katedry i Zakładu Ortodoncji / *DDS, PhD, Professor, specialist in orthodontics and specialist in prosthodontics, Head of Department of Orthodontics*

Dane do korespondencji/*Correspondence address:*

Prof. Bartłomiej W. Loster
Katedra i Zakład Ortodoncji ISWL UJCM
ul. Montelupich 4/108
30-155 Kraków
e-mail: bw.loster@uj.edu.pl

ekstrakcyjnych, jak i nieekstrakcyjnych, rzutując na wskaźnik ekstrakcji. **Cel.** Wyznaczenie wartości i ocena wskaźnika ekstrakcji zębów stałych ze wskazań ortodontycznych u pacjentów leczonych w Poradni Ortodoncji Uniwersyteckiej Kliniki Stomatologicznej w Krakowie w latach 2014–2018. **Materiał i metody.** Analizie poddano dokumentację medyczną 2069 pacjentów. Do badań zakwalifikowano 424 osoby, które następnie podzielono na dwie grupy. Grupę A stanowili pacjenci leczeni z ekstrakcjami zębów stałych, a grupę B – bez ekstrakcji. Na podstawie historii przeprowadzonego leczenia określono wskazanie do wykonania ekstrakcji zębów stałych oraz liczbę i rodzaj usuniętych zębów. Wyznaczono wartość wskaźnika ekstrakcji wykonanych ze wskazań ortodontycznych oraz przeanalizowano go w stosunku do płci, klasy szkieletowej i klasy Angle'a. Zbadano najczęściej realizowane protokoły ekstrakcji. **Wyniki.** Wskaźnik ekstrakcji zębów stałych wykonanych ze wskazań ortodontycznych na podstawie badań przeprowadzonych w Poradni Ortodoncji UKS w Krakowie wynosi 19,34%. Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic w częstości ekstrakcji w stosunku do płci i klasy Angle'a. Największy wskaźnik ekstrakcji odnotowano u pacjentów z III klasą szkieletową (30,49%). W tej grupie znaleźli się pacjenci, którzy często decydowali się na leczenie ortodontyczno-chirurgiczne (36%). Wyniki były istotne statystycznie. Najczęściej powtarzającym się protokołem ekstrakcji były cztery pierwsze przedtrzonowce (40,24%). **Wnioski.** Współczesne metody leczenia ortodontycznego wpływają na ograniczenie wskaźnika ekstrakcji zębów stałych. Przeważająca liczba ekstrakcji jest wykonywana u pacjentów z II i III klasą szkieletową, potwierdzając, po uwzględnieniu wskazań, możliwość leczenia kompensacyjnego tych przypadków. (Tomanek D, Motyl S, Gawron-Jakubek W, Wałag M, Świtakowska F, Szymanowska B, Loster BW. Ocena wskaźnika ekstrakcji zębów stałych ze wskazań ortodontycznych u pacjentów leczonych w Poradni Ortodoncji UKS w Krakowie w latach 2014–2018. *Forum Ortod* 2019; 15: 179-89).

Nadesłano: 14.05.2019
Przyjęto do druku: 17.08.2019

Słowa kluczowe: ekstrakcje zębów, epidemiologia, ortodoncja

Wstęp

Od wielu lat decyzja dotycząca ekstrakcji zębów stałych w ortodoncji jest powodem licznych dyskusji, sporów i kontrowersji. W ostatnim stuleciu często była uzależniona od osobistych preferencji ortodonta i była zależna od aktualnie przyjętej koncepcji i filozofii leczenia, pojawienia się techniki łuku krawężnego, a następnie techniki łuku prostego i postępującej modernizacji budowy zamków ortodontycznych. Niejednokrotnie wpływ na ten wybór miało doświadczenie zawodowe lekarza oraz jego zaangażowanie w poznawanie

treatment that includes and excludes extraction, consequently, affecting the extraction rate. **Aim.** To determine a value and evaluate the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated at the Outpatient Clinic of Orthodontics, the University Dental Clinic in Kraków in 2014–2018. **Material and methods.** Medical records of 2069 patients were analysed. 424 subjects were enrolled into the study and were divided into two groups. Group A included patients treated with permanent tooth extraction, and group B – without extraction. Based on the history of treatment, the indication for permanent tooth extraction and the number and type of teeth removed were determined. The value of the extraction rate for orthodontic purposes was determined and then analysed in relation to sex, skeletal class, Angle's class. The most frequent extraction protocols were analysed. **Results.** The rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes based on studies performed at the Outpatient Clinic of Orthodontics, UKS in Kraków was 19.34%. The analysis did not reveal statistically significant differences in the incidence of extraction in relation to sex and Angle's class. The greatest extraction rate was reported in patients with skeletal class III (30.49%). This group included patients who often chose orthodontic-surgical treatment (36%). The results were statistically significant. The extraction of four first premolars was the most common extraction protocol (40.24%). **Conclusions.** Modern methods of orthodontic treatment reduce the rate of permanent tooth extraction. The majority of extractions are performed in patients with skeletal class II and III, and it confirms that compensatory treatment of these cases is possible after taking indications into account. (Tomanek D, Motyl S, Gawron-Jakubek W, Wałag M, Świtakowska F, Szymanowska B, Loster BW. Evaluation of the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated at the Outpatient Clinic of Orthodontics, UKS in Cracow, in 2014–2018. *Orthod Forum* 2019; 15: 179-89).

Received: 14.05.2019
Accepted: 17.08.2019

Key words: tooth extraction, epidemiology, orthodontics

Introduction

For many years now, a decision to extract permanent teeth has been the cause of numerous discussions, disputes and controversies in orthodontics. In the last century, it often depended on the personal preferences of an orthodontist and on the currently adopted concept and philosophy of treatment, the emergence of a rectangular archwire technique and then a simple archwire technique followed by progressive modernisation of the design of orthodontic brackets. This choice was often affected by the doctor's professional

Evaluation of the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated...

nowych systemów i technik leczenia. Dzięki temu na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat (1–6) zaobserwowano pojawienie się wyraźnych trendów. Na początku XX wieku planowanie leczenia ortodontycznego było oparte na poglądach głoszonych przez Edwarda H. Angle'a. Angle stanowczo sprzeciwiał się leczeniu ekstrakcyjnemu i był przekonany, że każdy pacjent ma dziedziczne warunki do zachowania idealnego uzębienia (1, 2, 7). Prawidłowa okluzja, ustalona przez trzydzieści dwa zęby stałe pacjenta, miała być kluczem do utrzymania zębów w stabilnej pozycji. Z końcem lat 40. XX w. przesłanki dotyczące wskazań do ekstrakcji zmieniły się diametralnie. Charles Tweed, były uczeń Angle'a, na podstawie kilkuletniej obserwacji swoich pacjentów leczonych wcześniej bez ekstrakcji zauważył w wielu przypadkach nawrót wady. Jego zdaniem nie można u wszystkich pacjentów rozbudowywać łuków zębowych, ponieważ prowadzi to do ich zniekształcenia, przemieszczenia zębów poza bazę kostną oraz zaburzeń w strukturze przyzębia, a przede wszystkim do uzyskania niestabilnych wyników leczenia (1, 2, 7). Raymond Begg doszedł do podobnych wniosków, odrzucając tym samym teorię Angle'a.

Na przestrzeni ostatnich lat widoczny jest wyraźny spadek liczby wykonywanych ekstrakcji zębów stałych w związku z planowanym leczeniem ortodontycznym (1–7). Podjęcie decyzji o usunięciu zębów wymaga dzisiaj jednocześnie analizy zdjęcia cefalometrycznego, ortopantomograficznego, fotografii wewnątrzustnych i zewnątrzustnych pacjenta, CBCT oraz modeli diagnostycznych. Nowe standardy dotyczące estetyki twarzy, gdzie duże znaczenie ma zachowanie proporcji tkanek miękkich, znacznie wpłynęły na rozwój nowych technik leczenia oraz konstrukcji aparatów ortodontycznych (1, 8–13). Obecnie ortodonta ma szeroki wybór aparatów do dystalizacji, ekspanderów, aparatów czynnościowych oraz możliwość zastosowania implantów ortodontycznych w celu wzmocnienia zakotwiczenia i zminimalizowania niekorzystnych efektów leczenia. Priorytetem jest ograniczenie ekstrakcji zębów stałych pacjenta, rozbudowa łuków zębowych w odpowiednich przypadkach klinicznych, unikanie procedur prowadzących do nadmiernej protruzji lub cofnięcia siekaczy, uzyskanie prawidłowego kąta międzysiecznego. Dzisiaj celem jest nie tylko idealna okluzja, ale przede wszystkim prawidłowa projekcja tkanek miękkich, zharmonizowanie rysów twarzy oraz uzyskanie szerokiego młodzieńczego uśmiechu (8, 9, 14). Obecnie nadal istnieje wiele kontrowersji wokół stosowania ekstrakcji.

Cel

Celem pracy było wyznaczenie aktualnej wartości i ocena wskaźnika ekstrakcji zębów stałych ze wskazań ortodontycznych u pacjentów leczonych w Poradni Ortodoncji Uniwersyteckiej Kliniki Stomatologicznej w Krakowie. Wyraźne fluktuacje liczby ekstrakcji w ostatnim stuleciu oraz brak udokumentowanych, ścisłych i aktualnych informacji na ten temat w literaturze polskiej skłoniły do przeprowadzenia dokładnych badań.

experience and their involvement in learning new systems and treatment techniques. Consequently, within the last several dozens of years (1–6) visible trends have emerged. At the beginning of the 20th century, orthodontic treatment planning was based on the views proclaimed by Edward H. Angle. Angle strongly opposed extraction and was convinced that every patient had hereditary conditions to preserve ideal dentition (1, 2, 7). Correct occlusion, established by the patient's thirty-two permanent teeth, was to be the key to keeping teeth in a stable position. At the end of the 1940s the premises for indications for extraction changed dramatically. Charles Tweed, a former student of Angle's, based on several years of observation of his patients treated previously without extraction, noticed a recurrence of the defect in many cases. In his opinion, it was not possible to expand dental arches in all patients, because it lead to their deformation, displacement of teeth outside the bone base and disorders in the periodontal structure, and above all, to unstable treatment outcomes (1, 2, 7). Raymond Begg came to similar conclusions, rejecting the Angle's theory.

In recent years, there has been a visible decrease in the number of permanent tooth extractions performed in connection with planned orthodontic treatment (1–7). Nowadays, a decision to remove teeth requires a simultaneous analysis of patient's cephalometric and orthopantomographic images, intraoral and extraoral photographs, CBCT and diagnostic models. New standards of facial aesthetics, where the preservation of soft tissue proportions is important, significantly affected the development of new treatment techniques and design of orthodontic appliances (1, 8–13). Presently, an orthodontist has a wide range of distalisation appliances, expanders, functional appliances, and a possibility of using orthodontic implants to strengthen the anchorage and minimise the adverse effects of treatment. The priority is to limit extraction of patient's permanent teeth, expand dental arches in relevant clinical cases, avoid procedures leading to excessive protrusion or recession of incisors, and to achieve a correct interincisal angle. Today, the goal is to obtain not only a perfect occlusion, but above all correct projection of soft tissues, harmonious facial features and a wide youthful smile (8, 9, 14). Currently, there is still much controversy around the use of extraction.

Aim

The aim of the paper was to determine a current value and evaluate the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated at the Outpatient Clinic of Orthodontics, the University Dental Clinic in Kraków. Thorough studies were triggered by visible fluctuations in the number of extractions in the last century and the lack of documented, accurate and up-to-date information on this subject in the Polish literature.

Material i metody

Analizie poddano dokumentację medyczną 2069 pacjentów leczonych w latach 2014–2018. Na podstawie kart pacjentów określono płeć, pochodzenie etniczne, datę i wiek w momencie rozpoczęcia leczenia. Klasę Angle'a oceniono na podstawie położenia pierwszych stałych zębów trzonowych, wykorzystując modele diagnostyczne. Klasę szkieletową ustalono na podstawie analizy cefalometrycznej, która została wykonana przy użyciu Kracovia Composite Analysis opierającej się na analizie Björka (15, 16). Rodzaj uzębienia (mleczne, mieszane, stałe) określono za pomocą gipsowych modeli diagnostycznych, zdjęć ortopantomograficznych oraz fotografii wewnątrzustnych. Pacjenci włączeni do dalszych badań zostali zakwalifikowani do leczenia ortodontycznego w latach 2014–2018 i posiadali uzębienie stałe. Obecność trzecich trzonowców nie była brana pod uwagę. Z badań wykluczono osoby z uzębieniem mlecznym lub mieszanym, pacjentów z rozszczepami oraz tych, którzy rozpoczęli leczenie ortodontyczne przed 1 stycznia 2014 r. Następnie pacjentów podzielono na dwie grupy. W grupie pierwszej (grupa A) znaleźli się badani, u których wykonano ekstrakcje zębów stałych. Grupę drugą (grupa B) stanowili pacjenci leczeni bez ekstrakcji. Na podstawie historii leczenia przeprowadzonego u osób z grupy A określono wskazanie do wykonania ekstrakcji zębów stałych oraz rodzaj usuniętych zębów. Wytyczne do usunięcia zębów były następujące: zęby nadliczbowe, wskazania ortodontyczne, zęby zatrzymane, zęby z resorpcją korzeni, zęby leczone endodontycznie, zęby z ankylozą oraz zęby usunięte z powodu zaawansowanej próchnicy. Wskaźnik ekstrakcji ze wskazań ortodontycznych wyznaczono na podstawie stosunku liczby usuniętych zębów stałych ze wskazań ortodontycznych do ogólnej liczby leczonych pacjentów. Następnie ten sam wskaźnik przeanalizowano w odniesieniu do takich czynników, jak płeć, klasa szkieletowa i klasa Angle'a. Określono rodzaj i liczbę usuniętych zębów stałych ze względu na daną wadę zgryzu, wskazując na najczęściej przeprowadzone protokoły ekstrakcji. Przeanalizowano liczbę pacjentów, u których przeprowadzono skojarzone leczenie ortodontyczno-chirurgiczne. Porównanie wartości zmiennych jakościowych w poszczególnych grupach wykonano za pomocą testu chi-kwadrat (z korektą Yatesa dla tabel 2x2) oraz dokładny Fishera tam, gdzie pojawiły się niskie licznosci oczekiwane. Analizę wykonano w programie R, wersja 3.5.1. (R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$.

Wyniki

Do badań zakwalifikowano 424 osoby, w tym 256 płci żeńskiej (60,38%) i 168 płci męskiej (39,62%). Średni wiek pacjentów wyniósł 15,2 lat. Ekstrakcje zębów stałych wykonano u 116 pacjentów (grupa A) (Ryc.1). Wszyscy pacjenci reprezentowali

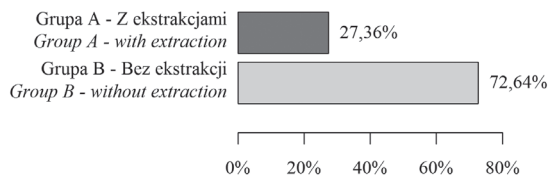
Material and methods

Medical records of 2069 patients treated in 2014–2018 were analysed. Patient records were used to determine gender, ethnicity, date and age at the start of treatment. The Angle's class was evaluated on the basis of the location of permanent first molars using diagnostic models. The skeletal class was determined using a cephalometric analysis performed with the Kracovia Composite Analysis based on the Björk analysis (15, 16). The type of dentition (deciduous, mixed, permanent) was determined using gypsum diagnostic models, orthopantomographic images and intraoral photographs. Patients included in further studies were qualified for orthodontic treatment in 2014–2018 and had permanent dentition. The presence of third molars was not taken into account. Individuals with deciduous or mixed teeth, patients with clefts and those who started orthodontic treatment before 1 January 2014 were excluded from the study. Then, the patients were divided into two groups. The first group (group A) included subjects in whom permanent tooth extraction was performed. The second group (group B) included patients treated without extraction. Based on the history of treatment in patients from group A, the indication for permanent tooth extraction and the type of teeth removed were determined. Indications for tooth extraction were as follows: supernumerary teeth, orthodontic indications, impacted teeth, teeth with root resorption, teeth treated endodontically, teeth with ankylosis and teeth removed due to advanced caries. The rate of extraction for orthodontic purposes was determined on the basis of the ratio of the number of permanent teeth removed for orthodontic purposes to the total number of patients treated. Then the same rate was analysed in relation to factors such as gender, skeletal class and Angle's class. The type and number of permanent teeth removed due to a given malocclusion were determined, and the most common extraction protocols were indicated. The number of patients undergoing combined orthodontic-surgical treatment was analysed. Comparison of the values of qualitative variables in particular groups was performed by means of the chi-squared test (with Yates' correction for 2x2 tables) and the Fisher's exact test where low expected numbers appeared. The analysis was performed in the R software, version 3.5.1. (R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). The significance level of $p < 0.05$ was assumed.

Results

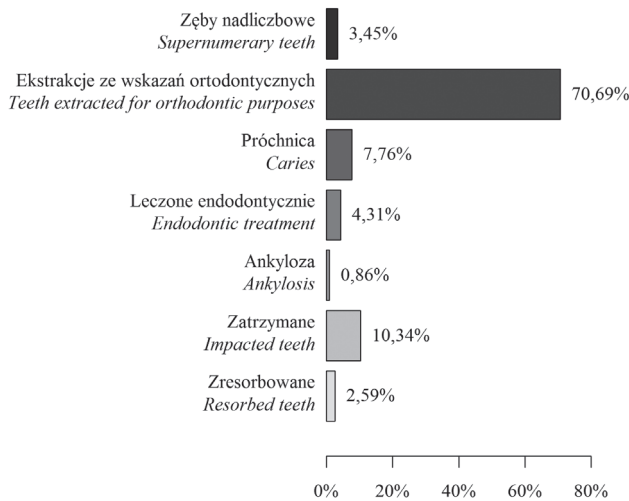
424 subjects, including 256 females (60.38%) and 168 males (39.62%) were qualified for the study. The mean age of patients was 15.2 years. Permanent tooth extraction was performed in 116 patients (group A) (Fig. 1). All patients belonged to the Caucasian race. Orthodontic indications were the most common reasons for permanent tooth

Evaluation of the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated...



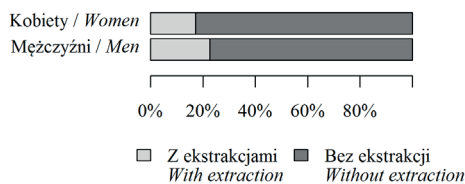
Rycina 1. Podział grupy badawczej ze względu na plan leczenia.

Figure 1. Patient categories by treatment plan



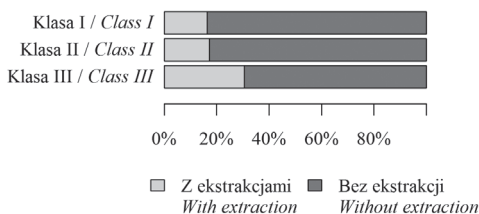
Rycina 2. Wskazania do ekstrakcji zębów stałych w grupie A.

Figure 2. Indications for permanent tooth extraction in group A.



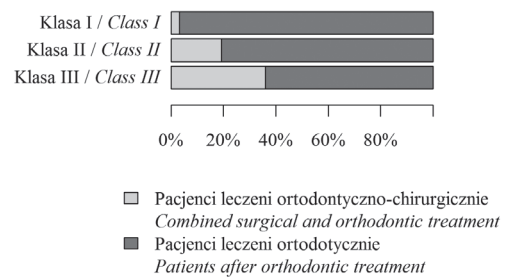
Rycina 3. Ekstrakcje zębów stałych ze wskazań ortodontycznych ze względu na płeć.

Figure 3. The incidence of permanent tooth extraction for orthodontic purposes by sex.



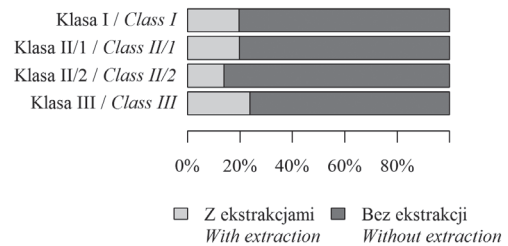
Rycina 4. Ekstrakcje zębów stałych ze wskazań ortodontycznych ze względu na klasę szkieletową.

Figure 4. The incidence of permanent tooth extraction for orthodontic purposes by skeletal class.



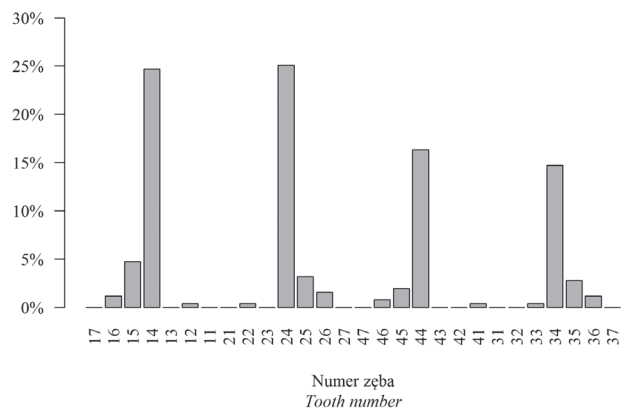
Rycina 5. Ekstrakcje zębów stałych ze wskazań ortodontycznych u pacjentów leczonych jedno i dwuetapowo ze względu na klasę szkieletową.

Figure 5. The incidence of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated in one or two-phase treatment by skeletal class.



Rycina 6. Ekstrakcje zębów stałych ze wskazań ortodontycznych ze względu na klasę Angle'a.

Figure 6. The incidence of permanent tooth extraction for orthodontic purposes by Angle's classification.



Rycina 7. Zęby stałe usunięte ze wskazań ortodontycznych.

Tabela 1. Protokoły przeprowadzonych ekstrakcji w stosunku do klasy Angle'a
Table 1. Protocols of extraction according to Angle's classification

	Klasa Angle'a /Angle's classification		I	II/1	II/2	III	Ogółem /Total	p*
Protokół / Protocol	Ekstrakcje atypowe / Atypical extractions	%	0.00	9.38	11.11	7.14	6.1	0.428
		N	0	3	1	1	5	
	Ekstrakcje asymetryczne: od jednego do trzech przedtrzonowców / Asymmetric extractions: between one to three premolars	%	7.41	0.00	11.11	7.14	4.88	0.404
		N	2	0	1	1	4	
	Ekstrakcja pierwszych lub drugich trzonowców / Extraction of first or second molars	%	7.41	0.00	11.11	7.14	4.88	
		N	2	0	1	1	4	0.404
	Ekstrakcja dwóch drugich przedtrzonowców szczęki / Extraction of two maxillary second premolars	%	11.11	9.38	0.00	7.14	8.53	
		N	3	3	0	1	7	0.769
	Ekstrakcja dwóch drugich przedtrzonowców szczęki i dwóch pierwszych przedtrzonowców żuchwy / Extraction of two maxillary second and two mandibular first premolars	%	0.00	12.5	0.00	7.14	6.1	0.199
		N	0	4	0	1	5	
	Ekstrakcja dwóch pierwszych przedtrzonowców szczęki i dwóch drugich przedtrzonowców żuchwy / Extraction of two maxillary first and two mandibular second premolars	%	3.7	6.25	11.11	0.00	4.88	0.641
		N	1	2	1	0	4	
	Ekstrakcja dwóch pierwszych przedtrzonowców szczęki / Extraction of two maxillary first premolars	%	14.81	28.13	33.34	28.58	24.39	0.55
		N	4	9	3	4	20	
	Ekstrakcja czterech pierwszych przedtrzonowców / Extraction of four first premolars	%	55.56	34.36	22.22	35.72	40.24	0.219
		N	15	11	2	5	33	

rasę kaukaską. Najczęstszym powodem do wykonywania ekstrakcji zębów stałych były wskazania ortodontyczne. W sumie przeprowadzono je u 70,69% pacjentów grupy ekstrakcyjnej (Ryc. 2). Wskaźnik ekstrakcji zębów stałych wykonanych ze wskazań ortodontycznych, przeprowadzonej w latach 2014–2018 w Poradni Ortodontyki UKS w Krakowie, w stosunku do ogólnej liczby leczonych pacjentów wynosił 19,34%, co jest zbliżone do wyników badań uzyskanych przez innych autorów na przełomie ostatnich lat (2, 3, 6, 7).

extraction. In total, they were performed in 70.69% of patients in the extraction group (Fig. 2). The rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes, performed in the years 2014–2018 at the Outpatient Clinic of Orthodontics, UKS in Kraków, in relation to the total number of treated patients, was 19.34%, which is similar to the results of studies obtained by other authors during recent years (2, 3, 6, 7). The incidence of extraction in both women and men was similar. Treatment without extraction was predominant in both cases. The mean

Evaluation of the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated...

Częstość ekstrakcji zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn były zbliżone. W obu przypadkach przeważało leczenie bezekstrakcyjne. Średnia wartość usuniętych zębów wynosiła odpowiednio 17,19% u płci żeńskiej i 22,62% u płci męskiej (Ryc. 3). Analiza statystyczna wykazała brak istotnych różnic pomiędzy tymi grupami ($p = 0,208$). Wśród badanych 424 osób 44,81% z nich miało I klasę szkieletową, 35,61% – klasę II, a 19,58% – klasę III. Biorąc pod uwagę relację strzałkową podstaw kostnych szczęk, najczęściej usuwano zęby stałe u pacjentów z III klasą szkieletową (30,49%). Niższe wartości ekstrakcji odnotowano u pacjentów z I i II klasą szkieletową – odpowiednio 16,32% i 17,22% (Ryc. 4). Uzyskane wyniki są istotne statystycznie ($p = 0,018$). Analiza wykazała, że w 36% przypadków leczonych z ekstrakcjami i z mezjalną relacją strzałkową przeprowadzono skojarzone leczenie ortodontyczno-chirurgiczne po zakończeniu wzrostu. Rzadziej operowano pacjentów z I i II klasą szkieletową – odpowiednio 3,23% i 19,23% (Ryc. 5). Różnice uzyskane pomiędzy klasami szkieletowymi są istotne statystycznie ($p = 0,005$). W podziale uwzględniającym klasę Angle'a wykazano, że ekstrakcje ze wskazań ortodontycznych wykonano u 19,57% pacjentów z I klasą; 19,75% – z klasą II/1; 13,85% – z klasą II/2; 23,73% – z klasą III (Ryc. 6). Nie znaleziono istotnych różnic statystycznych pomiędzy tymi grupami ($p = 0,571$). Ogółem usunięto 250 zębów stałych ze wskazań ortodontycznych u 82 osób. W celu realizacji planu leczenia najczęściej usuwano pierwsze górne (50%) i dolne przedtrzonowce (31,2%). Rzadziej kierowano pacjentów na ekstrakcje innych zębów (Ryc. 7). Analiza wykazała, że najczęściej powtarzającym się protokołem ekstrakcji (w sumie u 40,24% osób) było usunięcie wszystkich czterech pierwszych przedtrzonowców. Najwięcej takich zabiegów wykonano u pacjentów z I klasą Angle'a (18,29%). Dwa pierwsze lub drugie przedtrzonowce górne usuwano tylko w 24,39% i 8,53% leczonych przypadków. Najczęściej dotyczyło to badanych z klasą II/1 (14,63%). Sporadycznie usuwano dwa trzonowce górne lub dolne (4,88%) lub wykonywano ekstrakcje asymetryczne (4,88%). U osób z II klasą Angle'a przede wszystkim usuwano zarówno cztery pierwsze przedtrzonowce (15,85%), jak i pierwsze dwa górne przedtrzonowce (14,63%); podobnie jak w klasie III odpowiednio (6,09%) i (4,88%) (Tab. 1). Nie znaleziono istotnych różnic statystycznych pomiędzy tymi grupami ($p > 0,05$).

Dyskusja

Według danych z piśmiennictwa odsetek zębów stałych usuwanych ze wskazań ortodontycznych w ostatnich latach waha się w przedziale 25%–45,8% (1–7, 11). Janson i wsp. wykazali spadek wskaźnika ekstrakcji o 40,26% na przestrzeni trzydziestu lat od 1973 do 2003 roku (3). Jackson i wsp. na podstawie własnych badań donoszą o dalszej tendencji do jego redukcji o 14% w latach 2000–2011, ustalając go na poziomie około 23% (6). Dardengo i wsp.

value of removed teeth was 17.19% in women and 22.62% in men, respectively (Fig. 3). The statistical analysis showed no significant differences between these groups ($p = 0.208$). Among 424 subjects, 44.81% had skeletal class I, 35.61% had skeletal class II, and 19.58% had skeletal class III. Taking into account the sagittal skeletal base relationship of maxilla and mandible, permanent teeth were the most commonly extracted in patients with skeletal class III (30.49%). Lower extraction values were observed in patients with skeletal class I and II – 16.32% and 17.22%, respectively (Fig. 4). Results obtained are statistically significant ($p = 0.018$). The analysis showed that in 36% of cases when treatment included extraction and there was mesial sagittal relationship combined orthodontic-surgical treatment was performed at the end of growth. Patients with skeletal class I and II were operated on less frequently – 3.23% and 19.23%, respectively (Fig. 5). The differences obtained between skeletal classes are statistically significant ($p = 0.005$). With regard to the Angle's class division, extraction for orthodontic purposes was performed in 19.57% of patients with class I, 19.75% with class II/1, 13.85% with class II/2, and 23.73% with class III (Fig. 6). No statistically significant differences were found between these groups ($p = 0.571$). In total, 250 permanent teeth were extracted for orthodontic purposes in 82 patients. In order to implement a treatment plan, upper (50%) and lower (31.2%) first premolars were extracted the most frequently. Patients were less frequently referred for extraction of other teeth (Fig. 7). The analysis showed that the most frequently applied extraction protocol (40.24% in total of subjects) included the removal of all four first premolars. Most of such procedures were performed in patients with the Angle's class I (18.29%). Two upper first or second premolars were extracted only in 24.39% and 8.53% of treated cases. It was observed in subjects with class II/1 the most frequently (14.63%). Two upper or lower molars were removed occasionally (4.88%) or asymmetrical extraction was performed (4.88%). Four first premolars (15.85%) and two upper first premolars (14.63%) were extracted in patients with the Angle's class II, and in the class III: (6.09%) and (4.88%), respectively (Tab. 1). No statistically significant differences were found between these groups ($p > 0.05$).

Discussion

According to literature data, the percentage of permanent teeth extracted for orthodontic purposes has been in the range of 25% – 45.8% in recent years (1–7, 11). Janson et al. showed a 40.26% decrease in the extraction rate over a period of thirty years from 1973 to 2003 (3). On the basis of their own research, Jackson et al. report on a further trend of its reduction by 14% in the years 2000–2011, and its value is about 23% (6). Dardengo et al. showed a decline of 20.7% between 1980 and 2011, and they obtained a value

wykazali regresję o 20,7% na przełomie lat 1980–2011, uzyskując wartość 40,8% (2). Tran po przeprowadzeniu badań na terenie Uniwersytetu Loma Linda w latach 2010–2014 ustaliła wartość ekstrakcji równą 23,7% (7). Na tak znaczący spadek liczby wykonywanych ekstrakcji w ciągu ostatnich dekad mogły mieć wpływ badania, które wykazały negatywne działanie tego zabiegu na stabilność uzyskanych wyników leczenia, możliwy niekorzystny wynik estetyczny położenia tkanek miękkich, zwiększone ryzyko resorpcji korzeni i problemy periodontologiczne oraz wydłużenie czasu leczenia ortodontycznego (1, 12, 14, 17–22). Progres nowych technik leczenia, takich jak szlifowanie powierzchni proksymalnych zębów stałych oraz możliwość poprawy profilu twarzy przy wykorzystaniu osiągnięć dzisiejszej chirurgii ortognatycznej, skłoniły do bardziej restrykcyjnego ustalania planu leczenia (1, 23–26). Zdecydowany rozwój aparatów do ekspansji szczęki, zastosowanie aparatów ortodontycznych z wykorzystaniem zakotwiczenia szkieletowego, aparatów czynnościowych, zamków samoligaturujących oraz szyn termoformowalnych znacząco wpłynęło na planowanie leczenia pacjentów z zastosowaniem protokołów nieuwzględniających usuwania zębów stałych (2, 5, 10, 11, 13, 27). Wśród pacjentów leczonych w Poradni Ortodoncji w Krakowie 19,34% z nich zostało skierowanych na ekstrakcje zębów stałych w związku z zaplanowanym leczeniem ortodontycznym. Uzyskane miejsca wykorzystano do uszeregowania zębów w przypadku nasilonego śtłoczenia lub zmniejszenia protruzji zębowo-wyrostkowej, korekty symetrii łuków zębowych po wykonaniu ekstrakcji asymetrycznych, leczenia kompensacyjnego pacjentów z łagodną lub umiarkowaną II i III klasą szkieletową oraz umożliwienia dekompensacji u osób przygotowywanych do zabiegu ortognatycznego.

Analiza nie wykazała istotnych statystycznie różnic w częstości ekstrakcji wykonywanych u kobiet (17,19%) i mężczyzn (22,62%). Badania Dardengo i wsp. oraz Moreira i wsp. potwierdziły wyniki otrzymane w bieżącej analizie, natomiast te przeprowadzone przez Al-Shammari i wsp. wskazują na przewagę tych zabiegów u kobiet (2, 4, 28). Uzyskana niższa wartość ekstrakcji u płci żeńskiej może sugerować pewne uprzedzenia co do usuwania zębów u tej grupy pacjentów z obawy przed pojawieniem się niekorzystnych zmian w obszarze estetyki twarzy. Proffit i Bravo sugerują możliwość pogorszenia się projekcji tkanek miękkich po przeprowadzeniu ekstrakcji zębów stałych, podczas gdy inni donoszą, że nie ma to wpływu to na ostateczny wynik leczenia (1, 12, 18, 22, 29). Boley i wsp. podają, że największe znaczenie ma właściwa diagnostyka oraz zindywidualizowany plan leczenia, który może zarówno uwzględniać ekstrakcje, jak również je wykluczać (29). Rathod i wsp. stwierdzili, że kierunek wieloletnich zmian w obrębie tkanek miękkich i twardych jest odmienny u pacjentów nieleczonych ortodontycznie i leczonych z ekstrakcjami zębów stałych (22). Dodatkowo porównali wyniki leczenia tych samych pacjentów po dwudziestu pięciu

of 40.8% (2). After having conducted research at the Loma Linda University between 2010 and 2014, Tran demonstrated that the extraction value was 23.7% (7). Such a significant decrease in the number of extractions performed over the last decades could have been affected by studies that showed negative effects of this procedure on the stability of treatment outcomes, possible adverse aesthetic results of soft tissue location, increased risk of root resorption and periodontal problems, and prolonged orthodontic treatment time (1, 12, 14, 17–22). The development of new treatment techniques, such as grinding of proximal surfaces of permanent teeth and the possibility of improving a facial profile using the achievements of today's orthognathic surgery, have led to more restrictive treatment plans (1, 23–26). Significant development of maxillary expansion appliances, the use of orthodontic braces with skeletal anchorage, functional appliances, self-ligating brackets and thermoformed splints have significantly affected treatment planning using protocols without permanent tooth extraction in patients (2, 5, 10, 11, 13, 27). Among the patients treated at the Outpatient Clinic of Orthodontics in Kraków, 19.34% of subjects were referred for permanent tooth extraction in connection with planned orthodontic treatment. The obtained space was used to align teeth in case of intensive crowding or reduction of dentoalveolar protrusion, correction of dental arch symmetry after asymmetrical extraction, compensatory treatment of patients with mild to moderate skeletal class II and III and to enable decompensation in patients undergoing preparation for orthognathic surgery.

The analysis did not reveal statistically significant differences in the incidence of extractions performed in women (17.19%) and men (22.62%). Studies by Dardengo et al. and Moreira et al. have confirmed the results obtained in the current analysis, while those conducted by Al-Shammari et al. indicate benefits of these procedures in women (2, 4, 28). A lower extraction value obtained in women may suggest some prejudices about tooth extraction in this group of patients for fear of adverse changes in facial aesthetics. Proffit and Bravo suggest that soft tissue projection may deteriorate after permanent tooth extraction, while others report that this does not affect final outcomes of treatment (1, 12, 18, 22, 29). Boley et al. state that a proper diagnosis and an individualised treatment plan, which can both include and exclude extraction, are of the utmost importance (29). Rathod et al. stated that the direction of long-term changes in soft and hard tissues was different in patients not treated orthodontically and treated with permanent tooth extraction (22). In addition, they compared treatment outcomes in the same patients twenty-five years after its completion, and found that extraction did not cause any more unfavourable changes in the aesthetics of facial soft tissues compared to changes occurring at that time in untreated patients. Similar conclusions were reached by Iared et al. who concluded that there were no significant differences between these two groups in terms of aesthetic outcomes (12).

Evaluation of the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated...

latach od chwili jego zakończenia i stwierdzili, że ekstrakcje nie powodują bardziej niekorzystnych zmian w estetyce tkanek miękkich twarzy, w porównaniu do zmian zachodzących w tym czasie u pacjentów nieleczonych. Podobne wnioski przedstawili Iared i wsp., stwierdzając brak istotnych różnic pomiędzy tymi dwiema grupami pod względem efektów estetycznych (12).

Badania Dardengo i wsp. wykazały, że najczęściej usuwano zęby stałe u pacjentów z III klasą szkieletową (2). Na podstawie przeprowadzonej przez nich analizy z lat 1980–2011 w Klinice Ortodontji UERJ na grupie 1484 osób ustalili wskaźnik ekstrakcji na poziomie 47%. Ponadto udokumentowali, że najmniej ekstrakcji wykonano u osób z I klasą szkieletową, a ich stosunek procentowy wynosił 43%. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych. Pacjenci z III klasą szkieletową mieli najczęściej ekstrakcyjny protokół leczenia ortodontycznego, który wynosił 30,49% wszystkich leczonych z mezjalną relacją strzałkową. Uzyskane wyższe wartości mogą wynikać z konieczności przeprowadzenia ekstrakcji w celu rozładowania stłoczeń, uszeregowania zębów i przeprowadzenia dekompensacji, aby przygotować pacjenta do zabiegu ortognatycznego. Bieżąca analiza wykazała bowiem, że aż u 36% przypadków leczonych z ekstrakcjami z III klasą szkieletową przeprowadzono później skojarzone leczenie ortodontyczno-chirurgiczne. U pacjentów z II klasą szkieletową było to 19,23% przypadków, co sugeruje, że w tej grupie pacjentów częściej przeprowadzano leczenie kompensacyjne z przeprowadzeniem ekstrakcji, zastosowaniem aparatów do dystalizacji lub że byli oni leczeni aparatami czynnościowymi w okresie skoku wzrostowego. Alternatywę dla pacjentów po okresie pokwitania stanowiły aparaty skokowe, takie jak Forsus, Flex Developer i aparat Herbst. Podobne wyniki otrzymali Jackson i wsp. oraz Proffit i wsp., którzy ustalili, że liczba operowanych osób z III klasą szkieletową znacznie wzrosła w ciągu ostatnich dziesięciu lat, podczas gdy ilość zabiegów ortognatycznych u pacjentów z klasą II zmniejszyła się (6, 30). Ponadto zauważyli, że u pacjentów z II klasą szkieletową częściej przeprowadzano ortodontyczne leczenie kompensacyjne, w porównaniu do pacjentów z klasą III. W bieżącej analizie najliczniejszą grupą były osoby z I klasą szkieletową (44,81%). Uzyskane wyniki wskazują jednak, że chirurgiczny zabieg ortognatyczny wdrożono tylko w 3,23% tej grupy przypadków, a 16,32% leczono z zastosowaniem ekstrakcji.

Zarówno w badaniach własnych, jak i innych autorów najczęściej usuwano pierwsze zęby przedtrzonowe (1–4, 6, 7). Wynika to z korzystnej lokalizacji tych zębów w łuku zębowym, co umożliwia rozładowanie stłoczeń zarówno w okolicy międzykłowej, jak i w bocznych segmentach szczęk. Ponadto położenie przedtrzonowców znacznie ułatwia przeprowadzenie korekty symetrii łuku zębowego oraz protruzji zębowo-wyrostkowej. Przestrzeń powstałą po usunięciu zębów wykorzystywano również w celu kompensacji

Studies by Dardengo et al. have shown that permanent teeth were the most frequently extracted in patients with skeletal class III (2). Based on their analysis from the years 1980–2011 at the Department of Orthodontics UERJ in a group of 1484 subjects the extraction rate was determined at 47%. Moreover, they documented that the lowest number of extractions was observed in patients with skeletal class I, and their percentage ratio was 43%. Similar results were obtained in the authors' own studies. In patients with skeletal class III orthodontic treatment the most commonly included extraction, and this protocol was applied in 30.49% of all treated patients with mesial sagittal relationship. Higher values obtained may be due to the need for extraction to remove crowdings, align teeth and provide decompensation so as to prepare a patient for orthognathic surgery. This current analysis has shown that in as many as 36% of cases with skeletal class III treated with extraction, combined orthodontic and surgical treatment was performed in the later period. In patients with skeletal class II it was 19.23% of cases, which suggests that in this group of patients compensatory treatment with extraction, the use of distalisation appliances was more common, or that they were treated with functional appliances during the period of growth spurt. Gradual appliances such as Forsus, Flex Developer and Herbst's appliances were an alternative for patients after puberty. Similar results were obtained by Jackson et al. and Proffit et al. who found that the number of patients operated on with skeletal class III had increased significantly in the last ten years, while the number of orthognathic procedures in patients with class II had decreased (6, 30). In addition, they noted that patients with skeletal class II were more likely to receive orthodontic compensatory treatment than patients with class III. In the current analysis, subjects with skeletal class I were the most numerous group (44.81%). However, the results obtained indicate that orthognathic surgery was performed only in 3.23% of cases in this group, and 16.32% were treated with extraction.

Both in our own and other studies, first premolars were extracted the most frequently (1–4, 6, 7). This is associated with advantageous location of these teeth in the dental arch, which makes it possible to eliminate crowdings both in the intercanine area and in the lateral segments of the jaws. Moreover, the position of premolars makes it much easier to correct the symmetry of the dental arch and dentoalveolar protrusion. Space created after tooth extraction was also used to compensate for moderate class II and III defects. Current studies indicate that second premolars were the second most frequent group of permanent teeth to be extracted (12.8%). First molars were extracted when their prognosis, taking into account their position in the dental arch with time, was poor. When a decision to extract a given tooth was made, the presence of fillings, the quality of endodontic and prosthetic treatment, and periodontal status

umiarkowanych wad klasy II i III. Bieżące badania wskazują, że drugą co do częstości grupą usuwanych zębów stałych były drugie przedtrzonowce (12,8%). Pierwsze trzonowce były usuwane w momencie, gdy ich rokowanie, patrząc z perspektywy czasu ich utrzymania w łuku zębowym, było niedostateczne. Podejmując decyzję o usunięciu danego zęba, zwracano uwagę na obecność wypełnień, jakość przeprowadzonego leczenia endodontycznego, protetycznego oraz status periodontologiczny. Nie wykonywano ekstrakcji drugich zębów trzonowych. Literatura oraz liczne badania piszą o możliwych korzyściach wynikających z przeprowadzenia ekstrakcji drugich trzonowców na potrzeby kamuflażu II klasy szkieletowej (3, 24, 31–33). Travess i wsp. podają, że dystalizacja pierwszych trzonowców okazuje się łatwiejsza po usunięciu drugich trzonowców szczęki (24). Problemem może jednak okazać się utrzymanie zakotwiczenia w trakcie retrakcji pozostałych zębów. Janson i wsp. donoszą, że ekstrakcja drugich trzonowców szczęki dodatkowo ma niewielki wpływ na profil tkanek miękkich, zapewnia stabilniejsze efekty leczenia i zmniejsza ryzyko otwierania się luk poekstrakcyjnych, co potwierdzają wyniki otrzymane w innych niezależnych badaniach (3, 31–33). Badania przeprowadzone przez Proffita oraz Jansona i wsp. wykazały spadek liczby ekstrakcji czterech pierwszych przedtrzonowców oraz pierwszych dwóch przedtrzonowców szczęki i drugich dwóch przedtrzonowców żuchwy na przestrzeni ostatnich dekad (1, 3). Pojawiły się publikacje donoszące o mniejszym sukcesie powodzenia leczenia, wydłużeniu czasu leczenia i związanym z tym zwiększeniem ryzyka resorpcji zębów po przeprowadzeniu ekstrakcji czterech zębów przedtrzonowych, w porównaniu do usunięcia tylko dwóch przedtrzonowców (20, 21, 34). W bieżących badaniach ekstrakcje wyłącznie dwóch pierwszych przedtrzonowców szczęki zazwyczaj miały na celu zmniejszenie nagryzu poziomego i najczęściej były wykonane u pacjentów z II/1 Angle'a (14,63%), aby zamaskować dysproporcje szkieletowe. W przypadku złego stanu klinicznego pierwszych przedtrzonowców usuwano drugie zęby przedtrzonowe. Ekstrakcje asymetryczne wykonywano sporadycznie w 4,88% przypadków, głównie w celu korekty symetrii zębowej linii pośrodkowej.

Wnioski

Współczesne metody leczenia ortodontycznego wpływają na ograniczenie wskaźnika ekstrakcji zębów stałych.

Przeważająca liczba ekstrakcji wykonywana jest u pacjentów z II i III klasą szkieletową potwierdzając, po uwzględnieniu wskazań, możliwość leczenia kompensacyjnego tych przypadków.

Podziękowania

Autorzy bardzo dziękują Panu mgr. Łukaszowi Deryło za pomoc w opracowaniu analizy statystycznej.

were all taken into account. Extraction of second molars was not performed. Literature and numerous studies have indicated possible benefits of extracting second molars for the purposes of skeletal class II camouflage treatment (3, 24, 31–33). Travess et al. claim that the distalisation of first molars is easier after the extraction of maxillary second molars (24). However, it may be a problem to maintain the anchorage during retraction of remaining teeth. Janson et al. report that extraction of maxillary second molars has additionally little effect on the soft tissue profile, provides more stable treatment outcomes and reduces the risk of opening of post-extraction gaps, as confirmed by results obtained in other independent studies (3, 31–33). Studies conducted by Proffit and Janson et al. showed a decrease in the number of extractions of four first premolars and two first premolars in the maxilla and second two premolars in the mandible over the last decades (1, 3). There have been publications of less successful treatment outcomes, longer treatment time and a related increase in the risk of tooth resorption after the extraction of four premolars compared to the extraction of only two premolars (20, 21, 34). In current studies, extraction of only two maxillary first premolars was usually aimed at reducing the overjet and was most commonly performed in patients with the Angle's class II/1 (14.63%) in order to mask skeletal disproportions. When the clinical condition of first premolars was poor, second premolars were extracted. Asymmetric extraction was performed occasionally in 4.88% of cases, mainly in order to correct the symmetry of the dental median line.

Conclusions

Modern methods of orthodontic treatment reduce the rate of permanent tooth extraction.

The majority of extractions are performed in patients with skeletal class II and III, and it confirms that compensatory treatment of these cases is possible after taking indications into account.

Acknowledgements

The authors would like to thank Łukasz Deryło, MSc, for his help in preparing the statistical analysis.

*Evaluation of the rate of permanent tooth extraction for orthodontic purposes in patients treated...***Piśmiennictwo / References**

1. Proffit WR. Forty-year review of extraction frequency at a university orthodontic clinic. *Angle Orthod* 1994; 64: 407-14.
2. Dardengo Cde S, Fernandes LQ, Capelli Júnior J. Frequency of orthodontic extraction. *Dental Press J Orthod* 2016; 21: 54-9.
3. Janson G, Maria FR, Bombonatti R. Frequency evaluation of different extraction protocols in orthodontic treatment during 35 years. *Prog Orthod* 2014; 15: 51.
4. Moreira TC, Murcha NA. A frequência de exodontias em tratamentos ortodonticos realizados na Clinica do Curso de Mestrado em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRJ. *Ortodon Gauch* 1997; 1: 121-30.
5. Peck S, Peck H. Frequency of tooth extraction in orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1979; 76: 491-6.
6. Jackson TH, Guez C, Lin FC, Proffit WR, Ko CC. Extraction frequencies at a university orthodontic clinic in the 21st century: Demographic and diagnostic factors affecting the likelihood of extraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017; 151: 456-62.
7. Tran TT. Prevalence and rationale of orthodontic extractions at Loma Linda University. Loma Linda University Electronic Theses, Dissertations & Projects. Loma: Loma Linda University Libraries; 2015; online: Scholars repository.
8. Naini FB, Moss JP, Gill DS. The enigma of facial beauty: Esthetics, proportions, deformity, and controversy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130: 277-82.
9. Milutinovic J, Zelic K, Nedeljkovic N. Evaluation of facial beauty using anthropometric proportions. *Sci World J* 2014; 28250.
10. Haas AJ. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1970; 57: 219-55.
11. Peck S. Extractions, retention and stability: The search for orthodontic truth. *Eur J Orthod* 2017; 39: 109-15.
12. Iared W, Koga da Silva EM, Iared W, Rufino Macedo C. Esthetic perception of changes in facial profile resulting from orthodontic treatment with extraction of premolars: A systematic review. *J Am Dent Assoc* 2017; 148: 9-16.
13. Harradine NWT. Self-ligation: Past, present and future. *J Orthod* 2009; 36: 260-71.
14. Little RM. Stability and relapse of dental arch alignment. *Br J Orthod* 1990; 17: 235-41.
15. Williams S, Loster BW. Cephalometrics rationalized: Presenting the Kracovia Composite System (KCS). *J Stoma* 2012; 65: 525-42.
16. Loster JE, Williams S, Wiczorek A, Loster BW. The Polish face in profile: A cephalometric baseline study. *Head Face Med* 2015; 11: 5.
17. Little RM, Wallen TR, Riedel RA. Stability and relapse of mandibular anterior alignment-first premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1981; 80: 349-65.
18. Bravo LA. Soft tissue facial profile changes after orthodontic treatment with four premolars extracted. *Angle Orthod* 1994; 64: 31-42.
19. Maues CPR, Nascimento RR, Vilella OV. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dental Press J Orthod* 2015; 20: 52-8.
20. Beckwith FR, Ackerman RJ Jr, Cobb CM, Tira DE. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115: 439-47.
21. Janson G, Maria FR, Barros SE, Freitas MR, Henriques JF. Orthodontic treatment time in 2 and 4-premolar extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 666-71.
22. Rathod AB, Araujo E, Vaden JL, Behrents RG, Oliver DR. Extraction vs. no treatment: Long-term facial profile changes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147: 596-603.
23. Sheridan JJ, Hastings J. Air-rotor stripping and lower incisor extraction treatment. *J Clin Orthod* 1992; 26: 18-22.
24. Travess H, Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics, Part 8: Extractions in orthodontics. *Br Dent J* 2004; 196: 195-203.
25. Uribe F, Agarwal S, Shafer D, Nanda R. Increasing orthodontic and orthognathic surgery treatment efficiency with a modified surgery-first approach. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 148: 838-48.
26. Proffit WR, White RP Jr. Combined surgical-orthodontic treatment: How did it evolve and what are the best practices now? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015; 147: 205-15.
27. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965; 35: 200-17.
28. Al-Shammari KF, Al-Ansari JM, Al-Melh MA, Al-Khabbaz AK. Reasons for tooth extraction in Kuwait. *Med Princ Pract* 2006; 15: 417-22.
29. Boley JC, Pontier JP, Smith S, Fulbright M. Facial changes in extraction and nonextraction patients. *Angle Orthod* 1998; 68: 539-46.
30. Proffit WR, Jackson TH, Turvey TA. Changes in the pattern of patients receiving surgical-orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 143: 793-98.
31. Quinn GW. Extraction of four second molars. *Angle Orthod* 1985; 55: 58-69.
32. Romanides N, Servoss JM, Kleinrock S, Lohner J. Anterior and posterior dental changes in second molar extraction cases. *J Clin Orthod* 1990; 24: 559-63.
33. Halderson H. Early second permanent molar extraction in orthodontics. *J Can Dent Assoc* 1959; 25: 549-60.
34. Janson G, Brambilla Ada C, Henriques JF, de Freitas MR, Neves LS. Class II treatment success rate in 2- and 4-premolar extraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 125: 472-79.