

Ocena przyczyn odklejania się zamków ortodontycznych przyklejanych podczas zabiegów chirurgicznego odsłaniania zębów zatrzymanych – badania laboratoryjne

Wojciech Popowski¹, Michał Jonasz², *Piotr Wesołowski¹

¹Zakład Chirurgii Stomatologicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. Andrzej Wojtowicz

²Koło Naukowe przy Zakładzie Chirurgii Stomatologicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik Koła: lek. dent. Dariusz Mateńko

EVALUATION OF CAUSES OF CRACKS IN THE ADHESIVE ORTHODONTIC BRACKETS DURING SURGICAL PROCEDURES EXPOSING TEETH – LABORATORY STUDY

Summary

Introduction: The solidity of fixation between a tooth and an orthodontic bracket is the basic condition to obtain successful results in ortho-surgical treatment of impacted teeth. Orthodontic bracket is being fixed to the orthodontic appliance by means of wire or elastic binding. Forces properly applied make the tooth erupt till the teeth ridge. Strong connection of a bracket provides successful orthodontic treatment and eliminates additional surgical procedures.

Aim of the study: The aim of the study was to assess in laboratory conditiona the factors responsible for brackets detachment.

Materials and method: Incisors, canines and premolars extracted due to orthodontic or periodontal indications were chosen for the study. The teeth had unharmed coronal part. The total of 45 experiments were done. Orthodontic brackets were fixed with self-curing SmartBond cement. Experiments were conducted in resistance device TestQ/10 applying single axis stretching forces. The subsequent parameters were measured: the force level which caused the bracket to detach, the strength of tooth-bracket connection during primal and secondary fixation of the same bracket and relation between the force direction, in relation to tooth surface, and the value of detaching force.

Results: Mean detaching force for brackets fixed to labial tooth surface was 73N. Brackets fixed to palatal surface were lost by applying 29N in average. In comparison with the labial side fixation, the force needed to detach a bracket from palatal side of a tooth was 60% lower.

Conclusions: The forces causing detachment of a correctly fixed bracket are high and practically not exceeded during orthodontic treatment. In case of poor compatibility of tooth and bracket surfaces the binding resistance decreases considerably.

Key words: impacted tooth, surgical and orthodontic treatment, orthodontic brackets, closed eruption

WSTĘP

Wśród pacjentów, u których stwierdzono obecność zatrzymanych zębów stałych, alternatywą dla zabiegu usunięcia zatrzymanego zęba bądź pozostawienia go niewyrzniętego w kości może być leczenie chirurgiczno-ortodontyczne. Metoda ta ma na celu sprowadzenie zęba we właściwe miejsce w łuku zębowym, a przez to

osiągnięcie prawidłowego statusu uzębienia i odtworzenie prawidłowych warunków zwarciovych. Leczenie polega na chirurgicznym odsłonięciu zęba zatrzymanego i śródzabiegowym przyklejeniu zamka ortodontycznego do korony zęba. Zamek zostaje połączony z aparatem ortodontycznym za pomocą ligatury i wyciągu elastycznego (15, 16). Odpowiednio przyłożone siły powodują stopniowe sprowadzenie zęba do łuku zębowego.

Stosowane są dwie metody chirurgicznego odsłaniania zębów zatrzymanych, metoda zamkniętego (1, 3, 4, 8) i otwartego wyrzynania (tzw. metoda okienkowa) (1, 4, 8). Metoda otwartego wyrzynania polega na śród-zabiegowym odsłonięciu zęba zatrzymanego poprzez wytworzenie tzw. okienka w błonie śluzowej i kości wyrostka zębodołowego. Po zabiegu korona zęba wraz z przyklejonym zamkiem pozostaje odsłonięta, niepokryta płatem śluzówkowo-okostnowym. Ogranicza to możliwości zastosowania tej metody do przypadków, gdy zęby ustawione są w położeniu doprzedzionkowym tuż pod dziąsłem lub blaszką zbitą kości wyrostka zębodołowego. Metoda zamkniętego wyrzynania polega na odsłonięciu zęba zatrzymanego poprzez szersze odpreparowanie płata śluzówkowo-okostnowego, co gwarantuje dobry wgląd w pole operacyjne (1, 3, 4). Po przyklejeniu do korony zęba zamka wraz z ligaturą rana pokrywana jest ponownie płatem. Jest to metoda z wyboru w przypadkach zębów obróconych, położonych głęboko w kości. W przypadku obu tych metod inny jest również przebieg procesu gojenia tkanek miękkich. Metoda zamknięta zapewnia bardziej fizjologiczne formowanie się struktury przyzębia, co daje znacznie lepszy efekt estetyczny.

Trwałość połączenia zamka z zębem stanowi istotny warunek powodzenia leczenia chirurgiczno-ortodontycznego zębów zatrzymanych. Dzięki trwałemu umocowaniu zamka możliwe jest jego obciążenie w trakcie dalszego leczenia ortodontycznego, a pacjent nie jest narażony na konieczność wykonania kolejnych zabiegów chirurgicznych związanych z jego odklejeniem. Celem postępowania chirurgicznego jest takie odsłonięcie korony zęba zatrzymanego, które gwarantuje trwałe przyklejenie zamka. Pozwala to na wybór optymalnego toru sprowadzania zęba jak i użycie odpowiednich sił w celu sprowadzenia zęba do łuku. Czynniki mające wpływ na trwałość połączenia zamka z zębem możemy podzielić na dwie grupy:

1. czynniki odpowiedzialne za prawidłowe przyleganie zamka do powierzchni zęba, dostosowanie powierzchni zamka do powierzchni korony zęba, grubość warstwy kleju, faktura powierzchni zamka;

2. czynniki związane z położeniem zęba w kości, takie jak głębokość położenia zęba, stopień odchylenia od prawidłowej osi ustawienia zęba (14), wpływające na siłę i kąt przyłożenia siły do powierzchni zamka i korony zęba, wymuszone kierunkiem sprowadzania zęba do łuku.

Podczas leczenia chirurgiczno-ortodontycznego należy liczyć się z możliwością odklejenia zamków i koniecznością wykonania powtórnego zabiegu chirurgicznego. Na podstawie własnych badań klinicznych autorzy stwierdzili, iż większość niepowodzeń związanych z utrzymaniem zamków stanowią późne przypadki ich odpadnięcia (powyżej 1 miesiąca). Do utraty zamków najczęściej dochodzi na skutek odpadnięcia całego zamka wraz z ligaturą. Stwierdzono, że ważnym czynnikiem wpływającym na częstość odpadania zamków jest położenie zęba w kości, głębokość jego zatrzymania oraz stopień odchylenia od pozycji fizjologicznej (11, 14). Powyższe wnioski skłoniły autorów do przeprowadzenia



Ryc. 1. Specjalnie zaprojektowany uchwyt, w którym mocowano ząb z przyklejonym zamkiem.

badan w warunkach laboratoryjnych, gdzie na modelu doświadczalnym badano wartości sił zrywających, w zależności od sposobu przyklejenia zamka, jak i kierunku działania przyłożonej siły.

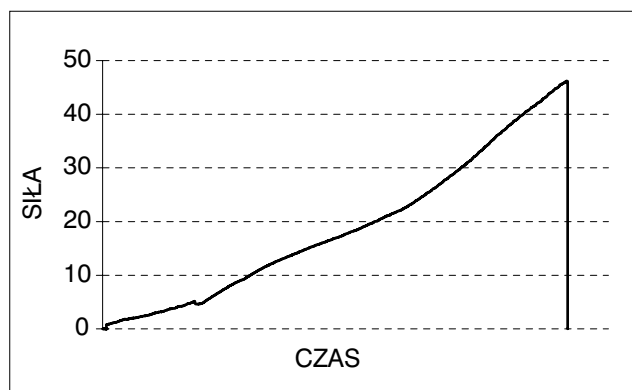
CEL

Celem pracy było określenie, w warunkach laboratoryjnych, wpływu takich czynników jak przyleganie zamka i kierunek przyłożenia siły na wytrzymałość połączenia zamek-ząb w trakcie sprowadzania zębów do łuku zębowego.

MATERIAŁ I METODA

W badaniu wykorzystano siekacze, kły i przedtrzonowce usunięte ze wskazań ortodontycznych lub periodontologicznych z zachowaną, niezniszczoną częścią koronową zęba. Łącznie wykonano 45 prób doświadczalnych. Do czasu przeprowadzenia badania zęby przechowywano w temp. -10°C. Następnie rozmrożono je w 0,9% roztworze NaCl o temp. 36°C. Do zamków dokrecono ligatury $\varnothing$ 0,4 mm. Szklivo zębów wytrawiono 37% H_3PO_4 . W badaniu wykorzystano zamki fabrycznie przystosowane do powierzchni wargowych siekaczy centralnych, kłów oraz przedtrzonowców w szczęcie, przyklejano je za pomocą kleju chemoutwardzalnego SmartBond. Doświadczenia przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej TestQ/10 w warunkach jednoosiowego rozciągania. Mierzono wartości sił powodujących zerwanie zamka z powierzchni zębów, wytrzymałość wiązania zamka z zębem przy pierwotnym i ponownym przyklejeniu tego samego zamka oraz zależność między kierunkiem przyłożenia siły w stosunku do powierzchni korony zęba, a wartością siły zrywającej. Łącznie wykonano 45 prób doświadczalnych.

Ząb z przyklejonym zamkiem i umocowaną ligaturą montowano w specjalnie zaprojektowanym do celów badania uchwycie (ryc. 1), który następnie osadzano w urządzeniu TestQ/10.



Wykres 1. Przykładowa zależność wzrostu siły zrywającej zamek przyklejony do zęba w funkcji czasu.

Koniec ligatury mocowano do stalowej belki, będącej częścią maszyny wytrzymałościowej. Po uruchomieniu urządzenia dystans między zębem i belką zwiększał się z prędkością 1,5 mm/min, co powodowało jednostajny wzrost siły działającej na zamek. Pomiaru odczytywano i rejestrowano za pomocą programu komputerowego TestWorks4 (wykres 1). Pozwala on zmierzyć i zobrazować graficznie wzrost siły w funkcji czasu oraz zarejestrować wartości sił w odstępach 0,01 s. Dla każdej próby doświadczalnej mierzono maksymalne wartości sił powodujące zerwanie zamka.

Przeprowadzono następujące doświadczenia:

Doświadczenie 1

Nowe zamki przyklejano do powierzchni wargowych (wykres 2) i podniebiennych, badając wpływ dokładnego przylegania zamka, pośrednio wpływ grubości warstwy kleju, na trwałość wiązania zamka z zębem.

Doświadczenie 2

Przyklejano nowe i używane (oczyszczone mechanicznie) zamki do powierzchni wargowych – badano wpływ powierzchni zamka na siłę wiązania.

Doświadczenie 3

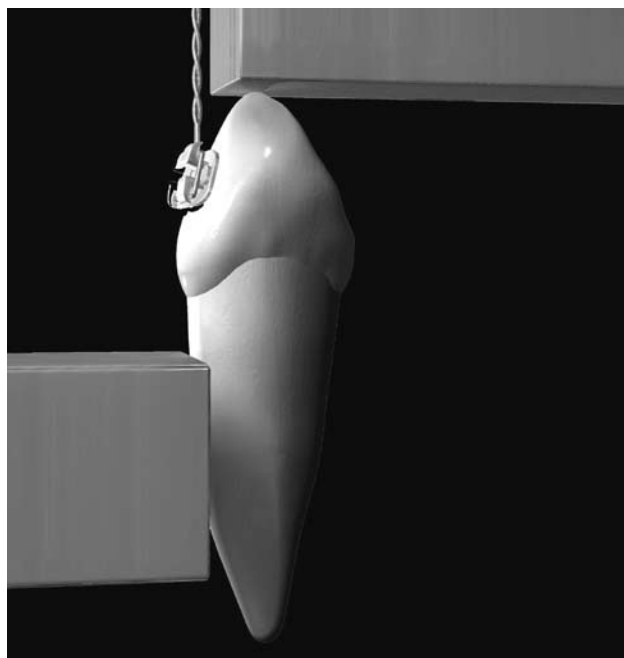
Działając na zamki siłą przyłożoną równolegle (ryc. 2) lub prostopadle (ryc. 3) do powierzchni korony zęba, badano wpływ kierunku przyłożenia siły na częstotliwość odklejania zamków.

Dodatkowo wykonano pomiar siły stosowanej podczas próby ręcznego sprawdzenia wytrzymałości wiązania zamka z zębem. Jest to test, który klinicznie wykonuje się po etapie przyklejenia zamka. W każdym z przeprowadzonych doświadczeń obliczano średnią arytmetyczną z wartości sił zrywających zamki. Otrzymane wyniki zestawiono ze sobą i porównano.

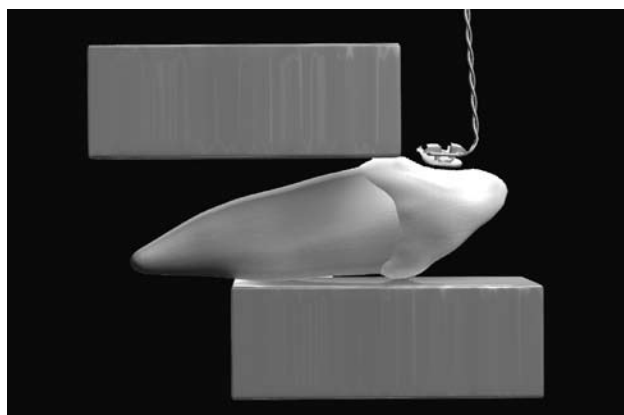
WYNIKI

Doświadczenie 1

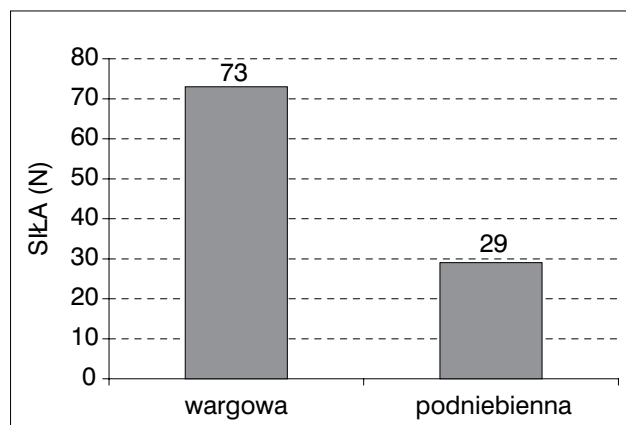
Wykazano, że średnia siła potrzebna do zerwania zamków przyklejonych do powierzchni wargowych zębów



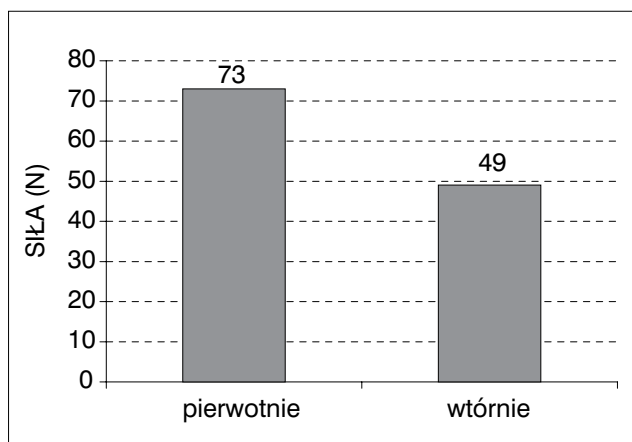
Ryc. 2. Równoległe przyłożenie siły do przyklejonego zamka.



Ryc. 3. Prostopadłe przyłożenie siły do przyklejonego zamka.



Wykres 2. Porównanie średnich sił zrywających zamki przyklejone do powierzchni wargowych lub podniebiennych.



Wykres 3. Porównanie średnich sił zrywających zamki przyklejane pierwotnie i powtórnie.

bów wyniosła 73 N. Zamki przyklejone do powierzchni podniebiennych odpadały średnio przy sile 29 N. Siła potrzebna do oderwania zamków z powierzchni podniebiennej zębów była o 60% mniejsza niż w przypadku powierzchni wargowych.

Maksymalna siła zrywająca miała wartość 112 N, co odpowiada obciążeniu ok. 11 kg. Przypadek ten dotyczył powierzchni wargowej.

Doświadczenie 2

Siła potrzebna do zerwania zamka przyklejonego powtórnie (oczyszczonego mechanicznie z kleju) wyniosła średnio 49 N i była o 33% mniejsza od średniej siły potrzebnej do zerwania nowego zamka 73 N (wykres 3).

Doświadczenie 3

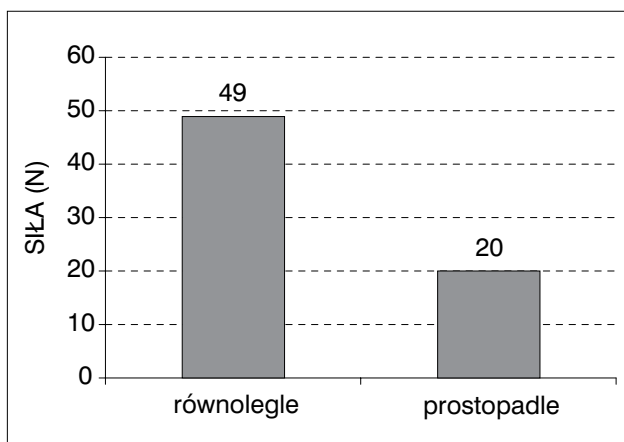
Przy obciążaniu zamków, przykładając siłę w kierunku prostopadłym do powierzchni korony zęba (powierzchni zamka), średnia siła potrzebna do jego zerwania wynosiła 20 N i była o 60% mniejsza niż siła niezbędna do zerwania zamka obciążanego równolegle do powierzchni korony zęba (49 N) (wykres 4).

Próba ręcznego sprawdzenia wytrzymałości wiązania zamka z zębem spowodowała wygenerowanie siły o wartości 14 N (1,4 kg) i nie spowodowała zerwania zamka.

DYSKUSJA

W dostępnej literaturze polskiej i zagranicznej brak szczegółowej analizy przyczyn odklejania zamków przyklejanych w trakcie zabiegów odsłonięcia zębów zatrzymanych (9, 22). Stąd próba przynajmniej częściowego wyjaśnienia tego problemu.

Leczenie chirurgiczne jest powszechnie stosowaną metodą pozwalającą na wprowadzenie zębów zatrzymanych do łuku zębowego (1, 3, 4). Nie zawsze jest to metoda skuteczna. Określenie przyczyn niepowodzeń ma istotne znaczenie w planowaniu leczenia, ustaleniu zasad postępowania, zarówno w trakcie zabiegu chirurgicznego, jak i dalszego leczenia ortodontycznego.



Wykres 4. Porównanie średnich sił zrywających zamki przy równoległym lub prostopadłym przyłożeniu siły do korony zęba.

W wykonanych doświadczeniach zbadano kilka czynników mogących mieć wpływ na trwałość połączenia zamka z zębem w trakcie sprowadzania zęba do łuku zębowego. Szczególną uwagę zwrócono na dokładne dopasowanie powierzchni zamka do powierzchni zęba. Odpowiednie dopasowanie zależy od zgodności kształtu obu tych powierzchni i może zwiększyć siłę wiązania o 60%. Istotne znaczenie ma tu przestrzeń między powierzchnią zamka a powierzchnią zęba, którą wypełnia klej, a która powinna być niewielka. Potwierdziło to doświadczenie, w którym przyklejano zamki do różnych powierzchni koron zębów. Zamki przyklejane do powierzchni wargowych, do których są przystosowane, mogą być obciążane z większą siłą podczas dalszego leczenia ortodontycznego. Klinicznie ma to znaczenie, często bowiem warunki anatomiczne zmuszają do przyklejenia zamka do powierzchni podniebiennej korony zęba. Może być to przyczyną niepożądanego odklejania się zamków w trakcie długotrwałego ich obciążenia. Osłabienie wiązania zamek-ząb występuje także w przypadku ponownego użycia zamka. Wówczas faktura powierzchni zamka ulega zatarciu. Powoduje to spadek siły wiązania nawet o 33% (do ok. 4,7 kg).

Doświadczenie, w którym badano kierunek przyłożenia siły dowiodło, że korzystniejsze jest działanie sił przyłożonych równolegle do długiej osi zęba. Ten sposób obciążania zamka pozwala na zastosowanie większych sił ściągających ząb do łuku (11, 14).

Inne niż równoległe do długiej osi zęba przyłożenie siły w trakcie sprowadzania zęba do łuku (6, 11, 12, 14) najczęściej związane jest z niekorzystnym położeniem zęba w kości. Zęby takie najczęściej są obrócone, położone głębiej w kości, wydłuża to czas leczenia i wymusza konieczność użycia większych sił w celu sprowadzenia zęba do łuku. Zazwyczaj wówczas tor wprowadzenia zęba do łuku jest odchylony od długiej osi zęba. Zestawienie dwóch faktów: konieczność użycia większej siły i mniejsza wytrzymałość wiązania zamek-ząb przy innym niż równoległe przyłożeniu siły prowadzi do częstszego odklejania zamków. Konieczne jest w ta-

kiej sytuacji ponowne odsłonięcie korony zęba i przyklejenie nowego zamka. Ponowny zabieg chirurgiczny jest dodatkowym obciążeniem dla młodego pacjenta, działa zniechęcająco i w konsekwencji może mieć wpływ na powodzenie leczenia. Ważne jest więc, aby wybierać optymalny tor sprowadzania zęba do łuku tak, aby kąt pod jakim obciążany jest zamek, był jak najmniejszy.

Wykonane doświadczenia wykazały wpływ prawidłowego przylegania zamka do powierzchni zęba oraz kierunku przyłożenia siły w stosunku do powierzchni korony zęba na wytrzymałość wiązania zamka z zębem. Pozwalają także określić dopuszczalne wartości i optymalny kierunek sił możliwych do wykorzystania podczas leczenia ortodontycznego.

WNIOSKI

Siły potrzebne do oderwania prawidłowo przyklejonego zamka są duże i praktycznie nie bywają przekraczane w trakcie leczenia ortodontycznego.

W przypadku braku dostosowania powierzchni zamka do powierzchni zęba wytrzymałość wiązania ulega znacznemu obniżeniu.

Faktura zamka ma istotne znaczenie, a stosowanie używanych zamków zmniejsza wytrzymałość wiązania zamka z zębem.

Przyłożenie siły pod kątem 90° zmniejsza wytrzymałość wiązania zamka z zębem o ponad połowę w stosunku do siły przyłożonej równolegle. □

Piśmiennictwo

1. Doniec-Zawidzka I: Ortodontyczno-chirurgiczne leczenie zębów zatrzymanych z zachowaniem prawidłowej długości ich koron klinicznych. *Czas Stomatol* 1998; 51(7): 479-482. 2. Geron S, Ziskind D: Lingual forced eruption orthodontic technique: clinical considerations for patient selection and clinical report. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2002; 87(2): 125-8. 3. Soroka-Letkiewicz B, Zienkiewicz J, Dijakiewicz M: Wykorzystanie metody „zamkniętego wyrzynania” w chirurgiczno-ortodontycznym leczeniu niewyrzniętych lub zatrzymanych zębów. *Ann Acad Med Gedan* 2005; 35: 97-108. 4. Juszczak-Popowska B et al.: Postępowanie chirurgiczne w przypadku niewyrzniętych o czasie górnych stałych siekaczy – omówienie przypadków. *Nowa Stom* 2005; 34(4). 5. Piotrowska M, Jąkowski S, Chojnacki P: Diagnostyka radiologiczna i postępowanie chi-

rurgiczno-ortodontyczne w przypadku mnogich zębów zatrzymanych. *Mag Stomatol* 2005; 15(6): 16-20. 6. Kawala B, Szelaż J: Postępowanie ortodontyczno-chirurgiczne w nietypowych przypadkach zębów zatrzymanych. *Dent Med Probl* 2003; 40(2): 355-362. 7. Dijakiewicz M, Soroka-Letkiewicz B, Szyk V: Chirurgiczno-ortodontyczne leczenie niewyrzniętych lub zatrzymanych zębów siecznych i kłów szczęki – doświadczenia własne. *Implantoprotetyka* 2003; 4(4): 13-17. 8. Dijakiewicz M, Soroka-Letkiewicz B, Szyk V: Metody chirurgicznego odsłonięcia zatrzymanych zębów w aspekcie leczenia ortodontycznego – przegląd piśmiennictwa. *Nowa Stomatol* 2003; 8(2): 77-79. 9. Warych B, Kawala B, Chojnacki Sz: Wilgotność – główny problem utrzymania zamków na zębach zatrzymanych. *Wroc Stomatol* 2000; 23-27. 10. Mikliński P, Budkiewicz A, Kamecka K: Zęby zatrzymane – chirurgiczno-ortodontyczne metody postępowania. *Stomatol Współcz* 1995; 2(5): 448-453. 11. Szarmach IJ, Waszkiel D, Marczuk-Kolada G: Wpływ położenia zatrzymanych w szczęcie kłów na przebieg i czas sprowadzania ich do łuku zębowego. *Czas Stomatol* 2006; 59(1): 47-55. 12. Karłowska I, Doniec-Zawidzka I: Czynniki utrudniające doprowadzenie zatrzymanych zębów przednich do płaszczyzny zgryzu. *Czas Stomatol* 1992; 45(1): 52-55. 13. Schmidt AD, Kokich VG: Periodontal response to early uncovering, autonomous eruption, and orthodontic alignment of palatally impacted maxillary canines. *Am J of Orthod & Dentofacial Orthopedics* 2007; 131(4): 449-455. 14. Stewart JA et al.: Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines. *Am J of Orthod and Dentofacial Orthopedics* 2001; 119(3): 216-225. 15. Kokich VG: Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines. *Am J of Orthod and Dentofacial Orthopedics* 2004; 126(3): 278-283. 16. Bishara SE: Clinical management of impacted maxillary canines. *Seminars in Orthodontics* 1998; 4(2): 87-98. 17. Kokich VG: Preorthodontic Uncovering and Autonomous Eruption of Palatally Impacted Maxillary Canines. *Seminars in Orthod* 2010; 16(3): 205-211. 18. Suri S, Utreja A, Rattan V: Orthodontic treatment of bilaterally impacted maxillary canines in an adult. *Am J of Orthod and Dentofacial Orthopedics* 2002; 122(4): 429-437. 19. Sinha PK, Nanda RS: Management of impacted maxillary canines using mandibular anchorage. *Am J of Orthod & Dentofacial Orthopedics* 1999; 115(3): 254-257. 20. Sfondrini MF, Gatti S, Scribante A: Effect of blood contamination on shear bond strength of orthodontic brackets and disinclusion buttons. *British J of Oral and Maxillofacial Surg*, In Press, Corrected Proof, Available online 23 July 2010. 21. Chaushu S, Becker A, Chaushu G: Lingual orthodontic treatment and absolute anchorage to correct an impacted maxillary canine in an adult. *Am J of Orthod & Dentofacial Orthopedics* 2008; 134(6): 811-819. 22. McKenzie J et al.: Surgical outcome following exposure and bonding of impacted maxillary canines. *British J of Oral & Maxillofacial Surg* 2007; 45(7): e36.

nadesłano: 22.12.2010

zaakceptowano do druku: 18.01.2011

Adres do korespondencji:

*Piotr Wesółowski

Szpital Kliniczny Dzieciątka Jezus
Zakład Chirurgii Stomatologicznej
ul. Nowogrodzka 59, 02-006 Warszawa
tel.: (22) 502 12 24
e-mail: chisel@o2.pl