

MARTA SZUMIELEWICZ¹, TERESA MATTHEWS-BRZOZOWSKA², KRZYSZTOF DUDEK³

Reakcja miazgi zębów siecznych i kłów szczęki na przyłożoną siłę ortodontyczną u pacjentów z II klasą Angle'a

Pulpal Reaction to Orthodontic Forces Applied to Upper Incisors and Canines in Patients with Class II Malocclusion

¹ Katedra Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji Akademii Medycznej we Wrocławiu

² Klinika Ortodoncji Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

³ Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn Politechniki Wrocławskiej

Streszczenie

Wprowadzenie. Terapia ortodontyczna aparatami stałymi oznacza poddanie zębów działaniu ciągłych sił przez długi okres. Przyłożenie siły ortodontycznej do zęba ma wpływ na stan jego miazgi. Najbardziej miarodajnym wskaźnikiem kondycji miazgi jest czynność jej systemu krwionośnego. Wiarygodnej oceny mikrokrążenia w warunkach klinicznych można dokonać metodą laserowo-dopplerowskiego pomiaru przepływu krwi w naczyniach krwionośnych.

Cel pracy. Pomiar wielkości perfuzji w naczyniach krwionośnych miazgi zębów siecznych i kłów szczęki u pacjentów z II klasą Angle'a leczonych aparatami stałymi cienkołukowymi.

Materiał i metody. Materiał stanowiło 48 zębów przednich szczęki młodych dorosłych pacjentów. Do oceny perfuzji zastosowano laserowo-dopplerowski przepływomierz MBF3D i sondę P13.

Wyniki. W badanych zębach szczęki zaobserwowano istotny statystycznie spadek wielkości perfuzji krwi w naczyniach krwionośnych miazgi wraz z upływem czasu leczenia. Istotną statystycznie korelację między rodzajem obciążenia a wielkością przepływu krwi w miazdze stwierdzono w zębach siecznych bocznych u pacjentów z klasą II/2 oraz dla kłów u pacjentów z klasą II/1.

Wnioski. Podczas leczenia ortodontycznego pojawiają się zmiany czynnościowe w układzie krążenia krwi w miazdze przemieszczanych zębów (**Dent. Med. Probl. 2009, 46, 4, 431–436**).

Słowa kluczowe: miazga zęba, aparaty stałe, wady II klasy Angle'a.

Abstract

Background. Orthodontic therapy with fixed appliances means teeth exposure to continuous forces for a long period of time. Applying the orthodontic force to tooth influences its pulp condition. The most representative indicator of pulpal vitality is estimation of pulpal vascular system function. The reliable evaluation of microcirculation *in vitro* can be done using laser doppler flowmetry of blood flow.

Objectives. The goal was to measure the perfusion in pulpal blood vessels of upper incisors and canines in patient with Class II malocclusion treated with edgewise appliances.

Material and Methods. Research material consisted of 48 upper anterior teeth of young adults. Perfusion was estimated using laser Doppler flowmeter MBF3D and model P13 probe.

Results. Statistically significant blood-flow decrease during orthodontic treatment was found in examined teeth. Significant correlation between type of loading and blood flow value was found for lateral incisors in Class II/2 patients and for canines in Class II/1.

Conclusions. During orthodontic treatment functional changes occur in vascular system of pulp in moved teeth (**Dent. Med. Probl. 2009, 46, 4, 431–436**).

Key words: dental pulp, fixed appliances, Class II malocclusion.

Terapia ortodontyczna aparatami cienkołukowymi oznacza poddanie zębów wpływowi stale działających sił przez długi okres. Przyłożenie siły ortodontycznej do zęba ma wpływ na stan jego miazgi. Jak wynika z danych z piśmiennictwa, w tkance tej pojawiają się zmiany morfologiczne i czynnościowe w postaci degeneracji odontoblastów i komórek śródbłonna, wynacznienia krwinek czerwonych, włóknienia, nasilenia angiogenezy, ograniczenia oddychania komórkowego i zmniejszenia elektropobudliwości [1–4]. Jednocześnie badań histologicznych i biochemicznych oraz ograniczenia dotyczące testów elektrycznych sprawiają, że metody te nie oddają w pełni dynamicznych zmian zachodzących w miazdze zębów podczas terapii aparatami stałymi [5–7]. Z tego względu najbardziej miarodajnym wskaźnikiem miazgi zębów przemieszczanych ortodontycznie jest ocena czynności systemu krwionośnego tej tkanki. Wiarygodnej oceny mikrokrążenia w warunkach klinicznych można dokonać metodą laserowo-dopplerowskiego pomiaru przepływu krwi w naczyniach krwionośnych. Idea metody laserowo-dopplerowskiej polega na emisji promieniowania lasera w głąb tkanek i detekcji powracającej na powierzchnię mieszaniny fal o niezmienionej (fotony odbite od stałych fragmentów tkanki) i zmienionej częstotliwości (fotony rozproszone na znajdujących się w ruchu elementach morfotycznych krwi). Fale świetlne przesyłane z sondy pomiarowej do fotodetektora są przetwarzane i analizowane w układzie, który wyznacza wyjściowy sygnał ukrwienia, proporcjonalny do iloczynu lokalnej prędkości i koncentracji erytrocytów uśrednionego w badanej objętości tkanki [8].

Do najczęściej występujących w Polsce wad zgryzu należą tyłozgryzy, co w znacznym stopniu odpowiada wadom klasy II wg klasyfikacji Angle'a [9]. Ze względu na ustawienie zębów siecznych wyróżnia się wady klasy II grupy 1 (II/1), czyli z wychyleniem zębów siecznych oraz wady klasy II grupy 2 (II/2), czyli z przechyleniem zębów siecznych [10].

Celem pracy był pomiar wielkości perfuzji w naczyniach krwionośnych miazgi zębów siecznych i kłów szczęki u pacjentów z II klasą Angle'a leczonych aparatami stałymi cienkołukowymi.

Materiał i metody

Materiał badany stanowiło 48 zębów przednich szczęki młodych dorosłych pacjentów z wadą klasy II (czterech pacjentów z klasą II grupą 1 i czterech z klasą II grupą 2), zakwalifikowanych do leczenia aparatami stałymi cienkołukowymi.

Do oceny perfuzji wykorzystano laserowo-dopplerowski przepływomierz MBF3D (Moor Instruments Ltd., Axminster, Devon, Wielka Brytania) i sondę P13 o średnicy 1,5 mm i separacji światłowódów 500 μm . Urządzenie to emituje monochromatyczne światło z zakresu bliskiej podczerwieni o długości 780–820 nm wytwarzane przez laser półprzewodnikowy o mocy 1,5 mW. Zastosowano stałą czasową 0,01 s i dolną częstotliwość odcięcia 3,1 kHz.

Badanie ukrwienia miazgi zębów wykonano w odstępach miesięcznych: dwa razy przed montażem aparatów stałych oraz kilkunastokrotnie w czasie leczenia ortodontycznego. Podczas rejestracji sygnału lasera pacjent znajdował się na rozłożonym fotelu stomatologicznym, w pozycji leżącej. Przed montażem aparatu sondę pozycjonowano za pomocą szyny z płytki termoformowalnej (Erkodur, Erkodent, Niemcy), a na dalszych etapach doświadczenia za pomocą zamków ortodontycznych aparatu stałego i stabilizowano manualnie. Przed rozpoczęciem pomiaru podczas wizyt kontrolnych z aparatem stałym zdejmowano wszystkie jego elementy, oprócz zamków i pierścieni. Na badane zęby zakładano koferdam (Dura Dental, Malezja) pokrywający dziąsła i błonę śluzową w celu wyeliminowania sygnału tła. Pomiar przepływu krwi w jednym zębie trwał 2 min. Rejestrowane wartości perfuzji były jednocześnie wyświetlane na ekranie monitora w formie graficznej. Po zakończeniu pomiaru wybierano do analizy najbardziej wyrównany fragment wykresu trwający 20 s i zaznaczano kursorami. Na tej podstawie urządzenie generowało wartość liczbową stanowiącą średnią wielkość przepływu w wybranym przedziale czasu wyrażoną w jednostkach niemianowanych (PU – *perfusion unit*). Wartości te notowano w karcie badania. Określono również umowną wielkość obciążenia sześciu zębów szczęki przez siły wyzwalane działaniem aparatu stałego w okresie między wizytami. Przyjęto, że pomiar 0 oznacza brak obciążenia w fazie wyjściowej – przed założeniem aparatu stałego, wszystkie pomiary oznaczone 1 – to obciążenie wynikające z zastosowania łuków NiTi, a oznaczone 2 – to obciążenie wynikające z zastosowania łuków NiTi i elementów dodatkowych, bądź łuków stalowych, wszystkie pomiary oznaczone 3 – to obciążenie wynikające z zastosowania łuków stalowych i elementów dodatkowych. Łącznie wykonano blisko 1000 pomiarów perfuzji, których wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując współczynnik korelacji rang Spearmana. Za istotne statystycznie uznano wartości współczynników korelacji liniowej różne od zera na poziomie $p < 0,05$.

Projekt badawczy został zaakceptowany przez Komisję Bioetyczną Akademii Medycznej we

Wrocławiu (KB-226/2006). Przed rozpoczęciem badania wyjaśniono uczestnikom cel i sposób pomiarów oraz uzyskano ich świadomą zgodę.

Wyniki

W badanych zębach szczęki zaobserwowano istotny statystycznie spadek wielkości perfuzji krwi w naczyniach krwionośnych miazgi wraz z upływem czasu leczenia (ryc. 1). Istotną statystycznie korelację między zmianą obciążenia a wielkością przepływu krwi w miazdze stwierdzono dla zębów siecznych bocznych u pacjentów z klasą II/2 oraz dla kłów u pacjentów z klasą II/1 (ryc. 2, 3) (tab. 1).

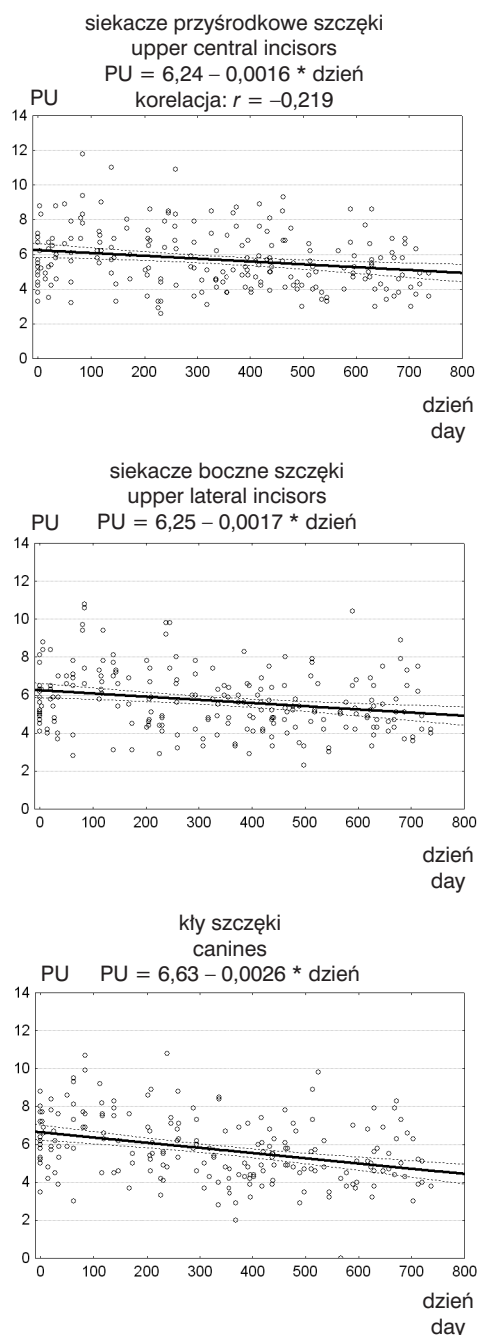
Tabela 1. Korelacja między wielkością perfuzji krwi w miazdze zębów szczęki a rodzajem obciążenia z uwzględnieniem dwóch grup wad klasy II – współczynniki korelacji rang Spearmana istotnie różne od zera na poziomie $p < 0,05$

Table 1. Correlation between pulpal blood flow in upper teeth and type of loading in two groups of Class II malocclusion – rank correlation coefficient statistically significant when $p < 0.05$

Wada zgryzu – klasa (Malocclusion – class)	Współczynniki korelacji (Rank correlation coefficient)	
	II/1	II/2
Zęby sieczne przyśrodkowe (Central incisors)	-0,069	-0,075
Zęby sieczne boczne (Lateral incisors)	-0,031	-0,364
Kły (Canines)	-0,361	-0,203

Omówienie

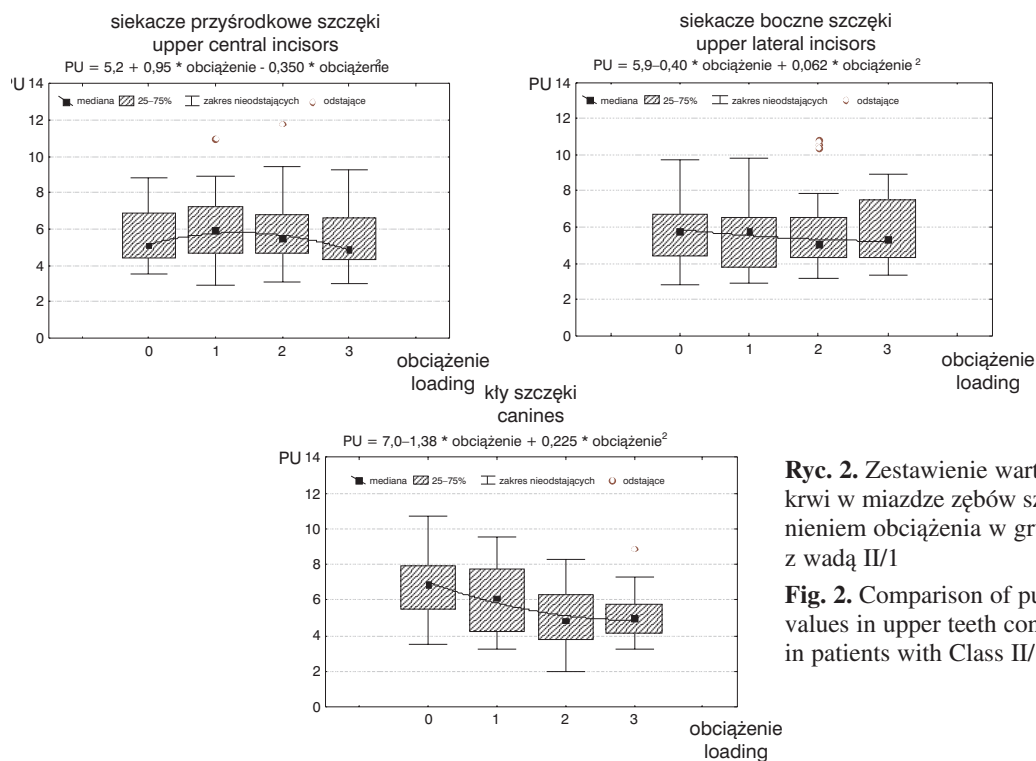
W badaniu stwierdzono istotny wpływ leczenia aparatami stałymi cienkołukowymi na czynność układu mikrokrążenia miazgi zębów siecznych i kłów szczęki u młodych osób dorosłych. Zaobserwowano zmiany czynnościowe w układzie krążenia w postaci spadku wielkości perfuzji krwi w miazdze górnych zębów przednich podczas terapii ortodontycznej. Trudno jest odnieść wyniki uzyskane w pracy do danych innych autorów, ponieważ w dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono doniesień dotyczących długofalowych badań przepływu krwi w miazdze zębów obciążanych siłami ortodontycznymi. Najdłuższy okres obserwacji opisali Firestone et al. [11]. Wynosił on zaledwie kilkanaście dni i dotyczył pojedynczego zęba siecznego przyśrodkowego szczęki u 10-letniego pacjenta. Autorzy mierzyli przepływ krwi



Ryc. 1. Korelacja indywidualnych przepływów krwi w miazdze zębów szczęki z czasem leczenia

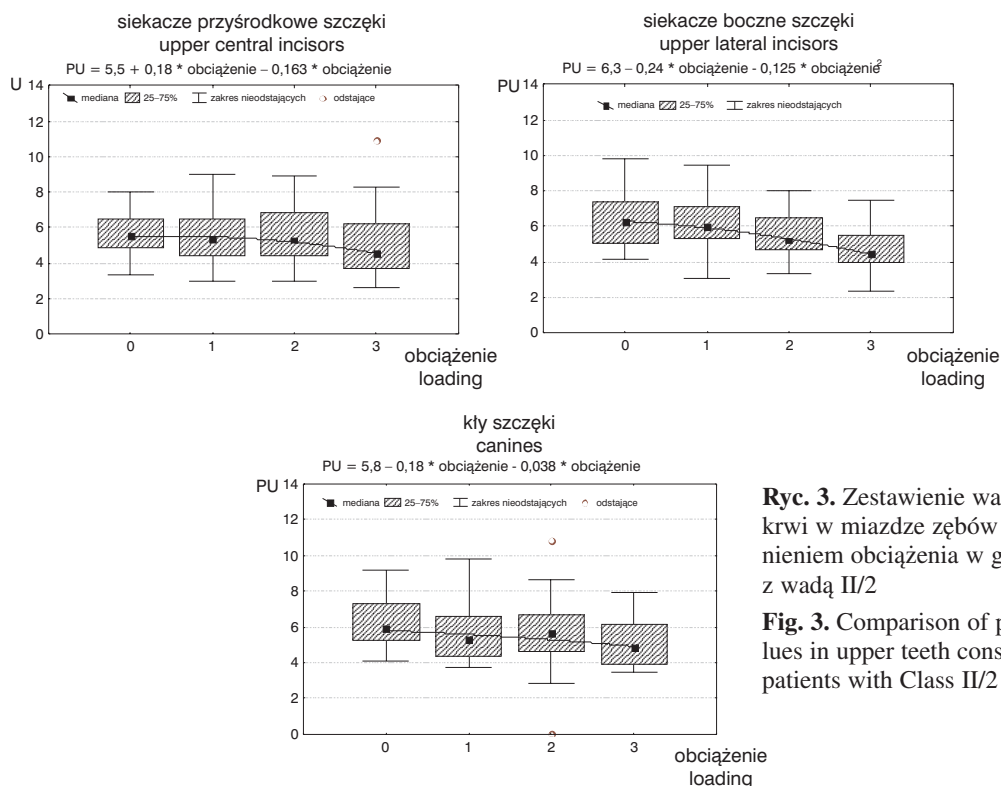
Fig. 1. Correlation of individual pulpal blood flow with treatment time

w zębie siecznym przyśrodkowym przed, bezpośrednio, 1 i 3 tygodnie po zamontowaniu aparatu stałego. Stwierdzili, że zmniejszone początkowo wartości perfuzji osiągnęły w trzecim tygodniu leczenia wartości sprzed terapii. Obserwacje zostały potwierdzone w badaniu Sano et al. [12], w którym rejestrowano przepływ krwi w okresie dwóch tygodni przed przyłożeniem siły intruzyjnej, w czasie 6 dni jej ciągłego działania i po 5 dniach od zaprzestania jej stosowania. Autorzy ci zaobserwowali istotny statystycznie spadek przepły-



Ryc. 2. Zestawienie wartości przepływów krwi w miazdze zębów szczęki z uwzględnieniem obciążenia w grupie pacjentów z wadą II/1

Fig. 2. Comparison of pulpal blood flow values in upper teeth considering loading in patients with Class II/1 malocclusion



Ryc. 3. Zestawienie wartości przepływów krwi w miazdze zębów szczęki z uwzględnieniem obciążenia w grupie pacjentów z wadą II/2

Fig. 3. Comparison of pulpal blood flow values in upper teeth considering loading in patients with Class II/2 malocclusion

wu krwi podczas aplikacji siły ortodontycznej działającej przez 6 dni i jego powrót do wartości prawidłowych po zakończeniu jej działania.

W nielicznych pracach opisano wpływ krótko działających sił ortodontycznych na miazgę górnych zębów siecznych. Barwick i Ramsay [13] działali siłami intruzyjnymi na przyśrodkowe zęby

sieczne szczęki pacjentów dorosłych przez okres 4 min. Autorzy stwierdzili, że przyłożone siły nie wpływały istotnie statystycznie na wartość przepływu krwi. Odmienne wyniki uzyskali Brodin et al. [14], którzy oceniali przepływ krwi w miazdze zębów siecznych bocznych szczęki, po przyłożeniu siły ekstruzyjnej bądź intruzyjnej działającej

przez 5 min. Ekstruzja bocznych zębów siecznych nie wywołała istotnych zmian w przepływie krwi. Siła intruzyjna natomiast wyzwoliła natychmiastowe zmniejszenie przepływu krwi o 20% w stosunku do wartości przepływu przed jej zastosowaniem. Podobne wyniki uzyskali Ikawa et al. [15] w badaniu reakcji przyśrodkowych zębów siecznych szczęki na działanie 20-sekundowych sił intruzyjnych. Odnotowali przejściowy spadek przepływu krwi w miazdze podczas działania siły.

Na podstawie powyższych danych z piśmiennictwa można wyciągnąć wniosek, że reakcja miazgi zęba zależy zarówno od typu zęba, jak i kierunku, w którym jest przemieszczany. Wyniki uzyskane w badaniu własnym wydają się potwierdzać obserwację, że różne typy zębów nie reagują jednakowo na siły przykładane podczas leczenia ortodontycznego. Stwierdzono, że zmiany obciążeń wynikające z wymiany elementów aparatów cienkołukowych powodowały zmniejszenie wielkości przepływu krwi w miazdze przemieszczanych zębów górnych, przy czym istotną statystycznie zależność zaobserwowano w przypadku zębów siecznych

bocznych w wadach klasy II/2 oraz kłów w wadach II/1. W wadach klasy II/2 wyjściowe położenie górnych zębów przednich jest znacznie nieprawidłowe, a ich korekta wymaga nie tylko wychylenia zębów siecznych przyśrodkowych i przechylenia zębów siecznych bocznych, ale również ich intruzji. Być może zęby sieczne boczne, mając małe wymiary korony i korzenia, a tym samym niewielką komorę i wąskie światło kanału korzeniowego, silniej reagują na takie same obciążenia wynikające z przyłożenia siły ortodontycznej niż zęby sieczne przyśrodkowe. Korekta wad II/1 natomiast często wymaga dodatkowego obciążania kłów (na przykład za pomocą wyciągów II klasy), co być może doprowadziło do znacznego zmniejszenia przepływu krwi w miazdze tych właśnie zębów.

Wyniki badań własnych w kontekście danych z piśmiennictwa sugerują, że rezultaty obserwowane pod wpływem krótko działających sił ortodontycznych kumulują się podczas stałego działania elementów aparatu, prowadząc do stopniowego zmniejszania się wielkości perfuzji krwi w miazdze obciążanych zębów.

Piśmiennictwo

- [1] MOSTAFA Y.A., ISKANDER K.G., EL-MANGOURY N.H.: Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic forces. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1991, 99, 30–34.
- [2] DERRINGER K.A., LINDEN R.W.A.: Vascular endothelial growth factor, fibroblast growth factor 2, platelet derived growth factor and transforming growth factor beta released in human dental pulp following orthodontic force. *Arch. Oral Biol.* 2004, 49, 631–641.
- [3] UNSTERSEHER R.E., NIEBERG L.G., WEIMER A.D., DYER J.K.: The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1987, 92, 220–224.
- [4] BURNSIDE R.R., SORENSON F.M., BUCK D.L.: Electric vitality testing in orthodontic patients. *Angle Orthod.* 1974, 44, 213–217.
- [5] HALL C.J., FREER T.J.: The effects of early orthodontic force application on pulp test responses. *Aust. Orthod. J.* 1998, 43, 359–361.
- [6] EVANS D., REID J., STRANG R., STIRRUPS D.: A comparison of laser Doppler flowmetry with other methods of assessing the vitality of traumatised anterior teeth. *Endod. Dent. Traumatol.* 1999, 15, 284–290.
- [7] WOŹNIAK K., LIPSKI M., BUCZKOWSKA-RADLIŃSKA J., PIETRZYK M.: Porównanie przydatności badań stosowanych do oceny stanu miazgi. *Magazyn Stomatol.* 2003, 13, 6, 28–30.
- [8] MANIEWSKI R., LIEBERT A.: Metody badania mikrokążenia. W: *Metoda laserowo-dopplerowska w badaniach mikrokążenia krwi*. Red.: Maniewski R., Liebert A., Akademicka Oficyna Wydawnicza ELIT, Warszawa 2003, 18–28.
- [9] KAWALA B.: Zmiany w narządzie żucia nieleczonych ortodontycznie mieszkańców Dolnego Śląska w odległych i współczesnych klinicznych badaniach porównawczych. Red.: Akademia Medyczna we Wrocławiu, Wrocław 2006, 46–154.
- [10] ANGLE H.: Classification of malocclusion. *Dent. Cosmos* 1899, 41, 248–264.
- [11] FIRESTONE A.R., WHEATLEY A.M., THUER U.W.: Measurement of blood perfusion in the dental pulp with laser Doppler flowmetry. *Int. J. Microcirc. Clin. Exp.* 1997, 17, 298–304.
- [12] SANO Y., IKAWA M., SUGAWARA J., HORIUCHI H., MITANI H.: The effect of continuous intrusive force on human pulpal blood flow. *Eur. J. Orthod.* 2002, 24, 159–166.
- [13] BARVICK P.J., RAMSAY D.S.: Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1996, 110, 273–279.
- [14] BRODIN P., LINGE L., AARS H.: Instant assessment of pulpal blood flow after orthodontic force application. *J. Orofac. Orthop.* 1996, 57, 306–309.
- [15] IKAWA M., FUJIWARA M., HORIUCHI H., SHIMAUCHI H.: The effect of short-term tooth intrusion on human pulpal blood flow measured by laser Doppler flowmetry. *Arch. Oral Biol.* 2001, 46, 781–787.

Adres do korespondencji:

Marta Szumielewicz
Katedra Ortopedii Szczękowej i Ortodoncji AM
ul. Krakowska 26
50-425 Wrocław
tel.: 071 784 02 99
e-mail: marta.szumielewicz@wp.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 8.06.2009 r.
Po recenzji: 27.07.2009 r.
Zaakceptowano do druku: 24.08.2009 r.

Received: 8.06.2009
Revised: 27.07.2009
Accepted: 24.08.2009