



Małgorzata Bielińska¹, Ryszard Koczorowski^{1,2}

Propagacja fal akustycznych drogą przewodnictwa kostnego poprzez śródkostne wszczepy stomatologiczne oraz zęby u pacjentów zaopatrzonych w tytanowe implanty zębowe

Propagation of acoustic waves via bone through dental implants and natural teeth in implantological patients

¹ Specjalistyczne Gabinety Stomatologiczne LRM w Poznaniu

² Klinika Gerostomatologii i Patologii Jamy Ustnej, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

DOI: <http://dx.doi.org/10.20883/df.2018.1>

STRESZCZENIE

Wstęp. Sprawność czynnościowa narządu żucia u pacjentów zaopatrzonych w tytanowe implanty zębowe jest duża, jednak zdolności transmisji perceptywnej różnią się od naturalnych warunków panujących w jamie ustnej. Percepcja wrażeń mechanicznych i transmisja bodźców czuciowych w układzie stomatognatycznym zawierającym tytanowe implanty zębowe zapewnia funkcjonalność narządu żucia poprzez bezpośrednią integrację z organizmem człowieka.

Cel. Celem pracy była ocena przewodnictwa fal akustycznych drogą kostną poprzez wszczepy stomatologiczne implantowane w struktury kostne szczęki i żuchwy oraz przez zęby naturalne.

Materiał i metodyka. Przedmiotem badań było 90 wszczepów śródkostnych, zbadanych po 4–6-miesięcznym okresie wgajania, oraz 58 zębów naturalnych. Badanie polegało na pobudzaniu zintegrowanych z kością implantów zaopatrzonych w śruby gojące oraz zębów naturalnych sygnałem akustycznym pochodzącym z wibratora audiometru. Wygenerowane w ten sposób progowe odczucia słuchowe podlegały ocenie poprzez analizę porównawczą ich wartości względem siebie. Wartości te i związane z nimi przewodnictwo fal dźwiękowych drogą kostną oceniano również w zależności od wieku i płci pacjenta, oraz lokalizacji i wymiarów geometrycznych implantu, a także zastosowanego systemu implantologicznego.

Wyniki. Z przeprowadzonych badań wynika, że przewodnictwo fal akustycznych na drodze kostnej poprzez implanty zębowe jest słabsze niż przez zęby naturalne. Przewodnictwo fal akustycznych nie zależy od typu i rozmiarów śródkostnego wszczepu.

Wnioski. Zdolności akustycznej transmisji perceptywnej bodźców mechanicznych w narządzie żucia zaopatrzonym w śródkostne implanty zębowe są niższe od tych wykazywanych przez zęby naturalne. Badanie przewodnictwa fal akustycznych drogą kostną wydaje się być nieinwazyjną i obiektywną metodą pomocną w badaniu stabilności wszczepów śródkostnych.

Słowa kluczowe: implanty zębowe, fale akustyczne, osteopercepcja, osteointegracja.

ABSTRACT

Introduction. Although the functional efficiency of the masticatory system fitted with endosseous implants is high, their capacity for perceptive transmission is different from this capacity of natural teeth. The perception of mechanical sensations and the transmission of sensory stimuli in the masticatory system of patients with titanium dental implants ensures the function of the stomatognathic system through the direct integration with the human body.

Aim. The objective of this paper was to assess the conduction of acoustic waves via the bone through the dental implants placed in the bony structure of the maxilla and the mandible and through the natural teeth.

Material and Methods. The research material consisted of 90 endosseous implants of various types, examined after 4–6 months of healing-in, and 58 natural teeth located in the immediate vicinity of the implanted prosthetic abutments. The examination involved the stimulation of endosseous implants integrated with the bone and fitted with healing screws, as well as the stimulation of the natural teeth with an acoustic signal emitted by an audiometer vibrator. The so-generated threshold auditory sensations were assessed by comparative analysis of their values. These values and the conduction of sound waves via the bone, connected with those values, were also evaluated relative to the age and gender of the patient, implant location and geometric dimensions, and the implant system applied.

Results. The study demonstrated that the conduction of acoustic waves via the bone through dental implants was

weaker in comparison to natural teeth. The conduction of acoustic waves did not depend on the type or dimensions of the intraosseous implants used.

Conclusions. The capacity of the masticatory system fitted with endosseous implants to acoustically transmit mechanical stimuli is lower than the capacity of natural teeth. Examining the conduction of acoustic waves via the bone can be a non-invasive and objective method for the assessment of endosseous implant stability.

Keywords: dental implants, acoustic waves, osseoperception, osseointegration.

Wstęp

Stomatologiczne wszczepy śródkostne, stanowiące alloplastyczne filary zarówno protez stałych, jak i ruchomych, są powszechnie wykorzystywane i od wielu lat stosowane jako metoda rekonstrukcji tkanek układu stomatognatycznego. Implanty zębowe umieszczone w kości wyrostka zębodołowego szczęki lub części zębodołowej żuchwy są dobrą alternatywą dla utraconych zębów własnych, odzwierciedlającą naturalne warunki narządu żucia. Sprawność czynnościowa narządu żucia u pacjentów zaopatrzonych w tytanowe implanty zębowe jest duża, jednak zdolności transmisji perceptywnej różnią się od naturalnych warunków jamy ustnej. Odmienna percepcja odbioru bodźców zewnętrznych w jamie ustnej zaopatrzonej w implanty związana jest z innymi strukturami neuronalnymi, co związane jest z brakiem ozębnej.

Cel

Celem pracy była ocena przewodnictwa fal akustycznych drogą kostną poprzez wszczepy stomatologiczne implantowane w struktury kostne szczęki i żuchwy oraz próba znalezienia akustycznej możliwości oceny stabilności tytanowych wszczepów umieszczonych w kostnych strukturach narządu żucia.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w grupie 35 pacjentów, obojga płci, w przedziale wiekowym 40–85 lat (średnia wieku 63 lata). W wywiadzie ogólnym, poza schorzeniami sercowo-naczyniowymi i związanym z nimi leczeniem farmakologicznym, nie stwierdzono innej terapii farmakologicznej. Zba-

dano 90 śródkostnych wszczepów stomatologicznych trzech systemów:

- › Osteoplant (49 wszczepów)
- › Bego Semados (20 wszczepów)
- › Biomet 3i (21 wszczepów)

oraz 58 zębów naturalnych (**Tabela 1**), znajdujących się w najbliższym sąsiedztwie implantowanych tytanowych filarów.

W przypadku braku zębów własnych przewodnictwo fal akustycznych badano w antropometrycznych punktach skórnych: *Ophryon (Op)* lub *Pogonion (Pg)*, odpowiednio dla szczęki i żuchwy.

U wszystkich zakwalifikowanych do badania audiometrycznego pacjentów, na podstawie rutynowo wykonywanych badań klinicznych w fazie przedprotetycznej leczenia implantologicznego, stwierdzono pełną osteointegrację wszczepów śródkostnych, potwierdzoną badaniem klinicznym i radiologicznym.

Badania zostały przeprowadzone po 4–6 miesiącach od zabiegów wszczepienia implantów zębowych. Wszyscy pacjenci zostali poinformowani o celu przeprowadzanych badań i wyrazili na nie zgodę. Na przeprowadzenie badań została uzyskana zgoda Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

Badania subiektywne polegały na ocenie słuchowych odczuć progowych, które generowano poprzez pobudzenie sygnałem akustycznym o częstotliwości 250 Hz zintegrowanych z kością wszczepów śródkostnych zaopatrzonych w śruby gojące. W ten sam sposób pobudzano także zęby naturalne lub, w przypadku ich braku, punkty skórne. Badania wykonywano w wyciszonym pomieszczeniu przy użyciu audiometru i końcówki wibratora kostnego (**Rycina 1**).

Końcówkę tę przykładano do badanego obiektu, natomiast dźwięk, którego słyszalność badana osoba zgłaszała, pochodził z audiometru. Pacjent, poprzez naciśnięcie przycisku, podawał moment progowy słyszalności sygnału dźwiękowego, generowanego przez wibrator kostny. Wyniki w skali decybelowej [dB] odnotowywano w tabeli.

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanej

Table 1. Subject group description

Grupa	Szczęka	Żuchwa
Wszczepy N = 90	22	68
Zęby N = 58	14	44



Rycina 1. Końcówka wibratora, za pomocą której badano implanty i zęby

Figure 1. Tip of sensor used to examine implants and teeth

Do wykonania **badania obiektywnych**, polegających na pomiarze stabilności implantów zębowych w kościach szczęki lub żuchwy, wykorzystano aparaturę Osstell ISQ. Działanie tego urządzenia opiera się na analizie częstotliwości rezonansowej drgań, w jakie wprowadzany jest wszczep śródkostny zaopatrzonej w końcówkę *SmartPeg*. Częstotliwość drgań zależna jest od stopnia stabilności implantu, a wynik przetwarzany jest w skalę ISQ (*Implant Stability Quotient*), którego wartości mieszczą się w zakresie od 1 do 100.

Wyniki

Wyniki wszystkich badań poddano analizie statystycznej przy użyciu programu Statistica 10 firmy StatSoft. Jako poziom istotności przyjęto $\alpha = 0,05$. Wynik uznano za istotny statystycznie, gdy $p < \alpha$. Uzyskane w badaniach wartości progowych odczuć słuchowych i związane z nimi przewodnictwo fal akustycznych porównano względem siebie, przeprowadzając analizę:

- › wartości progowych odczuć słuchowych [dB] dla implantów i dla zębów w całej grupie pacjentów,
- › wartości progowych wrażeń akustycznych [dB] dla implantów i dla zębów w zależności od systemu implantologicznego,
- › zależności między płcią pacjenta a wartościami progowych odczuć słuchowych [dB] i związanym z nimi przewodnictwem fal akustycznych na drodze kostnej,
- › zależności między wiekiem pacjenta a wartościami progowych odczuć słuchowych [dB]

i związanym z nimi przewodnictwem fal akustycznych na drodze kostnej,

- › zależności między lokalizacją implantu a wartościami progowych odczuć słuchowych [dB] i przewodnictwem kostnym,
- › w/w wartości w zależności od wymiarów geometrycznych implantu,
- › w/w wartości w porównaniu z wynikami stabilizacji implantów uzyskanymi z urządzenia Osstell.

Progowe odczucia słuchowe powstające na skutek pobudzenia implantów śródkostnych sygnałem akustycznym są wyższe niż te powstające przy pobudzaniu zębów naturalnych, co oznacza, że przewodnictwo fal akustycznych na drodze kostnej jest słabsze w przypadku wszczepów śródkostnych w porównaniu do zębów naturalnych (**Rycina 2**).

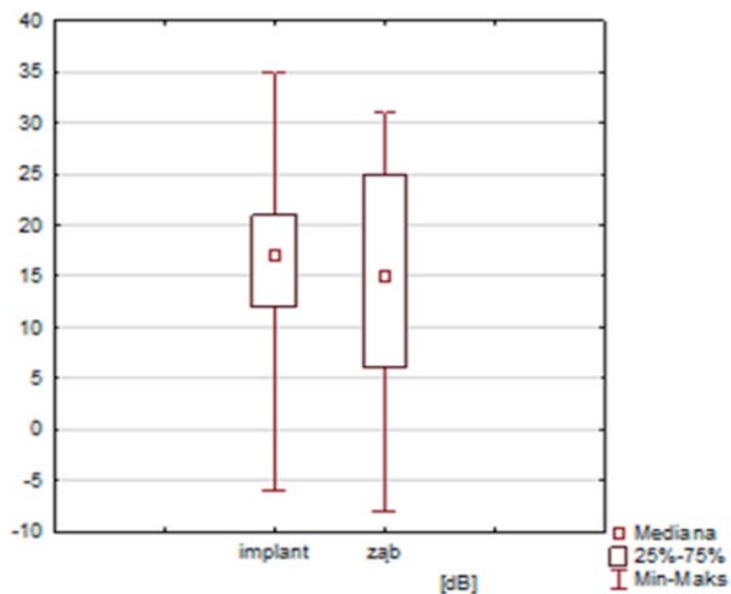
Z analizy statystycznej wynika, że rodzaj zastosowanego systemu implantologicznego nie ma znaczenia dla wartości progowych odczuć słuchowych i przewodnictwa fal akustycznych drogą kostną przez wszczepy śródkostne ($p > 0,05$) (**Rycina 3**).

Z przeprowadzonej analizy wynika, że progowe wrażenia słuchowe są wyższe w grupie kobiet, czyli przewodnictwo fal akustycznych poprzez implanty wszczone w grupie kobiet jest słabsze niż w grupie mężczyzn ($p < 0,05$) (**Rycina 4**).

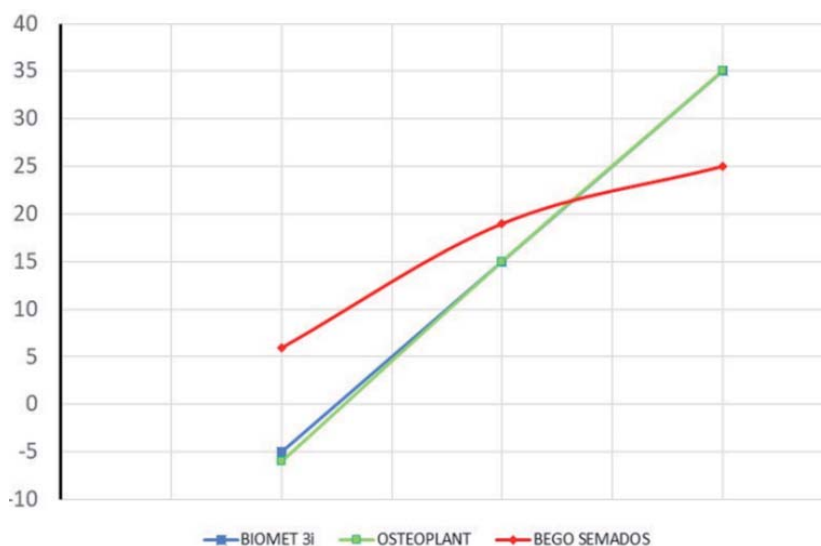
Zakładając, że zmiany jakościowe tkanki kostnej, jakie zachodzą w starzejącym się organizmie, mogą mieć wpływ na przewodnictwo kostne, wartości progowych odczuć słuchowych przeanalizowano w zależności od wieku pacjenta. Analizując wpływ wieku badanych pacjentów na przewodnictwo fal akustycznych drogą kostną poprzez implant śródkostny, stwierdzono jednak brak zależności między wiekiem pacjenta a wartościami progowych odczuć słuchowych oraz przewodnictwem fal akustycznych drogą kostną $p > 0,05$.

Ponieważ jakość tkanki kostnej różni się względem siebie w zależności od regionu anatomicznego, badaną grupę podzielono także na implanty wszczone w kości szczęki oraz żuchwy. Analizę porównawczą zależności wartości progów akustycznych i związanego z nimi przewodnictwa fal akustycznych na drodze kostnej poprzez implantowany wszczep śródkostny w odniesieniu do zęba naturalnego w zależności od umiejscowienia implantu przeprowadzono w oparciu o wyniki zestawione w **tabelach 2, 3, 4 i 5**.

Z porównania wyników uzyskanych w badanych grupach wynika, iż nie ma istotnych statystycznie różnic pomiędzy wartościami progowych



Rycina 2. Rozkład wartości progowych odczuć słuchowych [dB] dla implantów i dla zębów
Figure 2. Distribution of hearing perception threshold values [dB] for implants and teeth



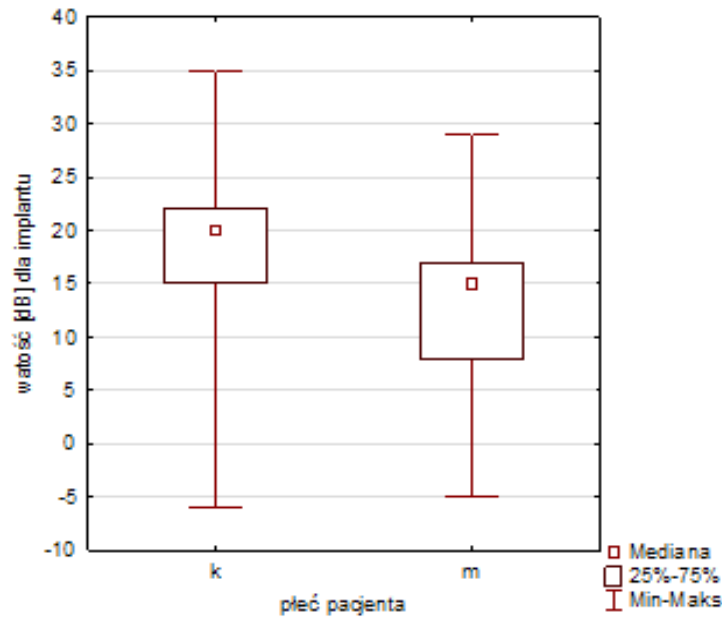
Rycina 3. Średnie wartości progowych odczuć słuchowych [dB], powstających na skutek pobudzenia bodźcem mechanicznym implantów różnych systemów
Figure 3. Mean values of hearing threshold perception [dB] induced by mechanical stimulation of implants from different systems

odczuć słuchowych powstających na skutek pobudzenia wszczepów śródkostnych wprowadzonych w kość wyrostka zębodołowego szczęki i implantów znajdujących się w żuchwie ($p > 0,05$).

Analizując natomiast wartości progowych odczuć słuchowych [dB] uzyskanych dla implantów umiejscowionych w przedniej i bocznej okolicy szczęki lub żuchwy wykazano, że współczynnik zależności p jest bliski granicy istotności statystycznej, w związku z czym przeprowadzono dalszą ocenę tych zależności, dzieląc odcinek przedni

i boczny także na struktury anatomiczne (szczękę i żuchwę). Przeprowadzenie badań na większej grupie badanej mogłoby dać wynik wskazujący na lepsze przewodnictwo fal akustycznych przez implanty w bocznej okolicy żuchwy w porównaniu z implantami wszczepionymi w przedni odcinek żuchwy.

Znamienne różnice w wartościach progowych odczuć słuchowych wydają się występować także w zależności od rozmiarów implantu, tj. długości i średnicy wszczepów śródkostnych. Przeprowa-



Rycina 4. Wartości progowych odczuć słuchowych [dB] powstających na skutek pobudzenia bodźcem mechanicznym implantów w zależności od płci pacjenta

Figure 4. Values of hearing threshold perception [dB] induced by mechanical stimulation of implants relative to patient gender

Tabela 2. Zestawienie wartości progowych odczuć słuchowych [dB] dla implantów i dla zębów w badanych grupach (szczeka/żuchwa)

Table 2. Values of hearing threshold perception [dB] for implants and teeth in groups studied (maxilla/mandible)

Cecha	Żuchwa			Szczeka			p
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	
	[dB]						
Implant	16,5	-6	35	17	7	35	0,341
Ząb	15,5	-8	31	15	5	30	0,572

Tabela 4. Zestawienie wyników otrzymanych wartości progów akustycznych [dB] w badanych grupach w obrębie szczęki

Table 4. Values of hearing threshold perception [dB] in maxilla in groups studied

Cecha	Przedni odcinek szczęki			Boczny odcinek szczęki			p
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	
	[dB]						
Implant	17	7	35	17	8	34	0,993
Ząb	18	5	30	15	6	30	0,946

Tabela 3. Zestawienie wartości progowych odczuć słuchowych [dB] w badanych grupach (przedni/ boczny odcinek)

Table 3. Values of hearing threshold perception [dB] in groups studied (anterior/posterior section)

Cecha	Przedni odcinek			Boczny odcinek			p
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	
	[dB]						
Implant	19	2	35	15	-6	34	0,098
Ząb	18	2	30	14	-8	31	0,079

Tabela 5. Zestawienie wyników otrzymanych wartości progów akustycznych [dB] w badanych grupach w obrębie żuchwy

Table 5. Values of hearing threshold perception [dB] in mandible in groups studied

Cecha	Przedni odcinek żuchwy			Boczny odcinek żuchwy			p
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	
	[dB]						
Implant	20	2	35	15	-6	29	0,089
Ząb	20	2	30	13,5	-8	31	0,073

dzona analiza wykazała bowiem niższe wartości progów akustycznych i związane z nimi lepsze przewodnictwo fal dźwiękowych w długim implancie oraz wszczepie o dużej średnicy.

Analiza statystyczna wykazała brak zależności między wzrostem wartości progów akustycznych a wzrostem wartości współczynnika ISQ, mierzonego przy użyciu Osstell, zarówno w odniesieniu do wyników porównywanych u jednego pacjenta, jak i w całej grupie badanej.

Dyskusja

Implanty zębowe, jako najlepiej odzwierciedlająca naturalne warunki narządu żucia alternatywa dla utraconych zębów własnych, są porównywalne z uzębieniem naturalnym na różnych płaszczyznach. Różnice między implantami śródkostnymi a zębami naturalnymi wynikają między innymi z innej formy połączenia wszczepów z kością wyrostka zębodołowego. W utrzymaniu zęba w zębodole bierze udział ozębna, która jako wysoce wyspecjalizowana struktura przyzębia, zawierająca także liczne eksteroreceptory i proprioreceptory, uczestniczy w percepcji sensorycznej i reakcji zwrotnej, odpowiedzialnej za kontrolę motoryki w narządzie żucia [1]. Wszczep śródkostny połączony jest natomiast ze strukturami kostnymi na zasadzie osteointegracji [2]. Proces integracji wszczepów śródkostnych z kością, jako kluczowy dla osiągnięcia sukcesu terapii implantoprotetycznej, jest szeroko opisywany w ogólnodostępnej literaturze, rzadziej natomiast analizuje się zdolności transmisji perceptywnej w narządzie żucia. Wydaje się więc interesujące zagadnienie percepcji odbioru bodźców zewnętrznych w jamie ustnej zaopatrzonej w śródkostne wszczepy.

W pracy oceniano możliwości percepcyjne implantów zębowych w porównaniu z zębami własnymi, analizując zdolności rozprzestrzeniania fal akustycznych drogą kostną przez zintegrowane tytanowe wszczepy dentystyczne. Zjawisko emisji akustycznej, określanej jako powstawanie i rozprzestrzenianie się fal sprężystych wygenerowanych w ośrodku podczas zachodzących w nim procesów dynamicznych wykorzystywane jest w medycynie do takich badań, jak detekcja złamań kości [3] czy uszkodzenia drobnych naczyń krwionośnych [4]. W prezentowanej pracy zjawisko propagacji fal dźwiękowych wykorzystano w celu zanalizowania fizjologicznej integracji układu stomatognatycznego zaopatrzonego w implanty zębowe z organizmem człowieka.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na słabsze przewodnictwo fal akustycznych dro-

gą kostną przez wszczep śródkostny niż przez ząb naturalny. Różnice w rozprzestrzenianiu fal dźwiękowych między sztucznymi a naturalnymi filarami zębowymi wynikać mogą z odmiennej formy połączenia wszczepów śródkostnych z kością. Implant zębowy połączony jest bowiem z kością wyrostka zębodołowego poprzez hemidesmosomy na zasadzie funkcjonalnej ankylozy, co ma swoje odzwierciedlenie w odmiennej biomechanice i neurofizjologii sztucznego filaru protetycznego. Bezpośrednie połączenie wszczepu z kością pozbawione jest elementów tłumiących drgania dźwięku, jednak obecność ozębnej oraz zawartych w niej licznych receptorów w fizjologicznie zintegrowanych z tkanką kostną zębach naturalnych sprzyja lepszemu przewodnictwu fal dźwiękowych wywołanemu bodźcami mechanicznymi. Świadczyć to może o tym, że hemidesmosomatyczne połączenia implantów śródkostnych ze strukturami kostnymi narządu żucia wymagają okresu adaptacyjnego i rozwinięcia się zjawiska osteopercepcji [1, 5].

Analiza zjawisk akustycznych może być natomiast przydatna w ewaluacji procesu integracji wszczepu z tkanką kostną, ponieważ przewodnictwo kostne poprzez połączony z kością implant będzie lepsze niż w przypadku wszczepu, w którym nie uzyskano integracji lub jest ona niedostateczna. Ponadto nie odnotowano różnic w przewodnictwie fal dźwiękowych przez wszczepy śródkostne różnych systemów implantologicznych.

Zaobserwowano natomiast korelację pomiędzy transmisją fal akustycznych drogą kostną przez implanty dentystyczne a wymiarami geometrycznymi wszczepów. Przeprowadzona analiza wykazała niższe wartości progów akustycznych i związane z nimi lepsze przewodnictwo fal dźwiękowych w długim implancie oraz wszczepie o większej średnicy. Rozpatrując z kolei zależność przewodnictwa fal akustycznych i stopnia osteointegracji, można przyjąć, że długość wszczepu śródkostnego wpływa na stopień stabilizacji implantu w kości [6, 7]. Wyniki te należy jednak analizować, biorąc pod uwagę także inne czynniki wpływające na stabilność wszczepów śródkostnych. Bo choć z badań wynika, że szerszy implant wszczepiony w kość będzie lepiej przewodził energię akustyczną niż implant o małej średnicy, to w literaturze znaleźć można zarówno doniesienia potwierdzające wyniki badania uzyskane w prezentowanej pracy, jak i zaprzeczające powyższe twierdzenie, w odniesieniu do korelacji między średnicą implantu, a możliwością pełnej osteointegracji. Zaznaczyć należy, że nie istnieje jedno optymalne kryterium geometryczne cechujące wszczep śród-

kostny, którego zastosowanie dałoby zwiększenie stabilizacji implantu w strukturach kostnych [8]. Wybór rodzaju implantu co do jego wymiarów powinien uzależniony być od indywidualnych warunków, charakteryzujących implantowaną tkankę kostną [9].

Wartości progowych odczuć słuchowych i przewodnictwa fal akustycznych przez implanty i zęby naturalne porównano także w zależności od wieku pacjenta. Wykazano, że wiek nie wpływa na propagację fal akustycznych drogą kostną. Przyjmując, że przewodnictwo fal dźwiękowych koreluje dodatnio ze stopniem osteointegracji implantów, można więc wnioskować, że na stabilizację wszczepów śródkostnych wiek pacjenta również nie będzie miał wpływu, co znajduje potwierdzenie w literaturze [10, 11].

Zaobserwowano natomiast korelację między transmisją fal dźwiękowych a lokalizacją implantowanych wszczepów. Ponieważ stabilność wszczepu śródkostnego koreluje dodatnio z gęstością kości [12], a tkanka kostna wykazuje różną gęstość w poszczególnych regionach wyrostka zębodołowego szczęki lub żuchwy, przewodnictwo fal akustycznych w tylnej okolicy żuchwy jest wyższe niż w odcinku przednim, a więc implanty umiejscowione w tylnej okolicy żuchwy charakteryzują się wysoką osteointegracją.

W prezentowanej pracy oceniano także zależność przewodnictwa fal akustycznych przez wszczepy śródkostne w zależności od płci pacjenta. Średnie wartości progowych odczuć słuchowych rejestrowanych na skutek pobudzenia implantów bodźcem mechanicznym były istotnie statystycznie niższe w grupie mężczyzn niż w grupie kobiet, co oznacza, że propagacja fal dźwiękowych drogą kostną było lepsze w grupie mężczyzn. Prawidłowość otrzymanego wyniku można tłumaczyć faktem, że znaczną większość w grupie żeńskiej stanowiły kobiety po 50 roku życia, który to wiek uznawany jest wg Światowej Organizacji Zdrowia jako średni wiek menopauzalny [13]. Klimakterium jest okresem, w którym następuje spadek produkcji estrogenów, odpowiedzialnych m.in. za gospodarkę wapniowo-fosforanową wpływającą na stan tkanki kostnej, między innymi na jej gęstość [14]. Ponadto niedobór estrogenu związany z klimakterium może być czynnikiem ryzyka upośledzającym proces osteointegracji i ograniczającym powodzenie terapii implantoprotetycznej [1, 15].

Wnioski

1. Zdolności akustycznej transmisji perceptywnej bodźców mechanicznych w narządzie żucia zaopatrzonym w śródkostne implanty zębowe są niższe od zębów naturalnych.
2. Badanie przewodnictwa fal akustycznych drogą kostną wydaje się być nieinwazyjną i obiektywną metodą pomocną w badaniu stabilności wszczepów śródkostnych.
3. Śródkostne implanty różnych systemów implantologicznych nie wykazują zróżnicowanego przewodnictwa fal akustycznych drogą kostną.
4. Transmisja dźwięków na drodze kostnej poprzez implant do ucha wewnętrznego jest zindywidualizowana i wydaje się być zależna od płci, geometrii implantu i lokalizacji wszczepu w nawiązaniu do jakości tkanki kostnej, w którą implantowany jest wszczep.

Oświadczenia

Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

Źródła finansowania

Autorzy deklarują brak źródeł finansowania.

Piśmiennictwo

- [1] Koczorowski R. Geroprotetyka. Implantoprotetyka u osób w wieku podeszłym. Med. Tour Press International, Otwock 2010; s. 155–165.
- [2] Bränemark P, Zarb G, Albrektsson T. Tissue-Integrated Prosthesis Osseointegration in Clinical Dentistry. Quintessence, Chicago, London, Berlin 1985; s. 211–232.
- [3] Cormier J, Manoogian S, Bisplinghoff J, McNally C, Duma S. The use of acoustic emission in facial fracture detection. Biomed Sci Instrum. 2008;44:147–152.
- [4] Samuel S, Cooper M, Bull J, Fowlkes J, Miller D. An ex vivo study of the correlation between acoustic emission and microvascular damage. Ultrasound Med Biol. 2009;35(9):1574–1586.
- [5] Bielińska M, Koczorowski R. Zjawisko osteopercepcji u pacjentów zaopatrzonych w implantoprotezy zębowe — przegląd piśmiennictwa. Dental Forum. 2014;2:51–56.
- [6] Bataineh B, Al-dakes A. The influence of length of implant on primary stability: An *in vitro* study using resonance frequency analysis. J Clin Exp Dent. 2017;9(1):1–6.
- [7] Barikani H, Rashtak S, Akbari S, Badri S, Daneshparvar N, Rokn A. The effect of implant length and diameter on the primary stability in different bone types. J Dent (Tehran). 2013;10(5):449–455.
- [8] Steigenga J, al-Shammari K, Nociti F, Misch C, Wang H. Dental implant design and its relationship to long-term implant success. Implant Dent. 2003;12(4):306–317.

- [9] Javed F, Hameeda B, Crespi R, Romanos G. Role of primary stability for successful osseointegration of dental implants: Factors of influence and evaluation. *Interv Med Appl Sci.* 2013;5(4):162–167.
- [10] Sendyk D, Rovai E, Pannuti C, Deboni M, Sendyk W, Wennerberg A. Dental implant loss in older versus younger patients: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *J Oral Rehabil.* 2017;44(3):229–236.
- [11] Bryant S, Zarb G. Outcomes of Implant Prosthodontic Treatment in Older Adults. *J Can Dent Assoc.* 2002;68(2):97–102.
- [12] Romanos G, Toh C, Siar C, Wicht H, Yacoob H, Nentwig G. Bone–implant interface around titanium implants under different loading conditions: a histomorphometrical analysis in the Macaca fascicularis monkey. *J Periodontol.* 2003;74:1483–1490.
- [13] Stachowiak G. Menopauza a stan jamy ustnej. *Medical Tribune.* 2010;4:5.
- [14] Petkowicz B, Piotrkowicz J, Szeszko Ł, Banakiewicz K, Zieliński P. Selected aspects of oral cavity diseases in menopausal women. *Przegl Menopauz.* 2013;17(4):352–357.
- [15] August M, Chung K, Chang Y, Glowacki J. Influence of estrogen status on endosseous implant osseointegration. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(11):1285–1289.

Zaakceptowano do edycji: 2018-05-10
Zaakceptowano do publikacji: 2018-05-20

Adres do korespondencji:

Collegium Stomatologicum
ul. Bukowska 70, 60-812 Poznań
tel.: +48 61 854 70 50
e-mail: rkoczor@ump.edu.pl