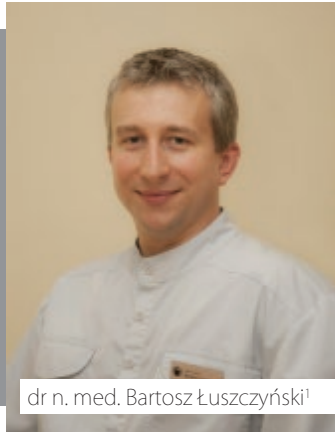




dr hab. n. med. Leszek Myśliwiec²



dr n. med. Bartosz Łuszczzyński¹

Implanty trabekularne. Nowe standardy w leczeniu implantologicznym?

Trabecular Implants New standards in implant treatment?

¹ dr n. med. Bartosz Łuszczzyński
² dr hab. n. med. Leszek Myśliwiec

¹ ZOZ Nowy Impladent Szczecin
ul. Stożkowa 3/2 Szczecin
e-mail: rejestracja@impladent.szczecin.pl
² Zakład Chirurgii Stomatologicznej PUM

Słowa kluczowe:
implanty zębowe, implanty trabekularne, osteoinkorporacja

Key words:
dental implants, trabecular metal implants, osseointegration

Zmiany demograficzne, które można zaobserwować na przestrzeni ostatnich kilku dziesięcioleci, prowadzą do gwałtownego starzenia się populacji wynikającego między innymi ze wzrostu przeciętnej długości życia oraz spadku urodzeń. W 1860 r. połowa populacji światowej była w wieku około 20 lat, natomiast w roku 2030 należy się spodziewać, że połowa populacji będzie w wieku 40 lat [1].

Według najnowszych badań, w 2050 roku 25% populacji UE będzie miało powyżej 65 lat [1,2]. Obecnie 20% Niemców, Francuzów, Węgrów, Włochów oraz 18% Czechów ma 65 lat. W Polsce okres po 2020 roku będzie charakteryzował się gwałtownym starzeniem społeczeństwa. Średni wiek mieszkańca wzrośnie do około 45 lat (obecnie 37 lat) (ryc.1)[2,3]. Zmiany przedstawione powyżej znajdują swoje odzwierciedlenie w odsetku osób wymagających leczenia protetycznego. Nadmierna atrofia wyrostków zębodołowych szczęk łącznie z ich podstawą, nasilająca się w wyniku przedwczesnej utraty zębów, głównie z powodów schorzeń periodontologicznych, stwarza złożoną sytuację zgrzyzową i estetyczną. Zmniejszenie wolumenu tkanki kostnej oraz pogorszenie jej jakości (osteoporoza, kość w okresie starzenia się) powoduje utratę retencji, stabilizacji, funkcjonalności oraz pogorszenie estetyki uzupełnień protetycznych. W efekcie prowadzi to do zaburzeń żucia, a tym samym, pogorszenia jakości życia. Przyjmuje się, że około 50% ruchomych uzupełnień protetycznych nie funkcjonuje prawidłowo. Nie ma odpowiedniej siły nacisku i brak jest zwilżania pokarmów śliną. Pojawia się dostosowanie diety do

Streszczenie

Starzenie się społeczeństw wynikające ze wzrostu długości życia oraz ze spadku liczby urodzeń, stawia nowe wyzwania przed lekarzem stomatologiem. Zmniejszenie wolumenu tkanki kostnej oraz pogorszenie jej jakości (osteoporoza, kość w okresie starzenia się) powoduje utratę retencji, stabilizacji, funkcjonalności oraz pogorszenie estetyki uzupełnień protetycznych. Zastosowanie implantów zębowych znacząco podnosi komfort życia, przyczyniając się nie tylko do zahamowania procesów utraty tkanki kostnej, ale do formowania się nowej kości w sąsiedztwie implantów w odpowiedzi na przenoszone przez nie siły. Jednak leczenie implantoprotetyczne trwa niekiedy kilka miesięcy. Obecnie poszukiwane są metody przyspieszenia procesów integracji implantów z kością. Stosowane są różne kształty implantów, różne rodzaje gwintów oraz powierzchnie. Jedną z metod może być zastosowanie implantów trabekularnych firmy Zimmer Dental.

Abstract

Ageing of the population arising from the increasing in life expectancy and decreasing in the number of births, brings new challenges to the dentist. Reduction of the volume of bone and deterioration in its quality (osteoporosis) causes loss of retention, stabilisation, functionality and deterioration in the quality of dental aesthetic restorations. The use of dental implants significantly increases the quality of life, inhibits the bone loss process and contributes to the formation of new bone in the vicinity of the implant in response to the forces transmitted through them. However, implant treatment in certain cases lasts even several months. That is why, to accelerate the osseointegration process, different methods have been developed. Various shapes of implants, threads and surfaces. Recent advancements have led to the development of a new Trabecular Metal Dental Implant, Zimmer Dental Inc.



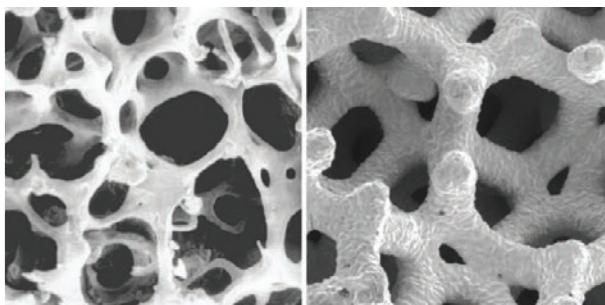
możliwości żucia; dieta staje się papkowata, uboga, zanika przyjemność jedzenia.

Zastosowanie implantów zębowych w celu stabilizacji protez ruchomych bądź wykonania uzupełnień stałych opartych na wszczepach filarowych, znacząco podnosi komfort życia, przyczyniając się nie tylko do zahamowania procesów utraty tkanki kostnej, ale do formowania się nowej kości w sąsiedztwie implantów w odpowiedzi na przenoszone przez nie siły. Leczenie implantoprotetyczne jest skomplikowaną procedurą, na którą składają się 3 etapy: etap planowania, etap chirurgiczny i etap protetyczny. Powodzenie takiego leczenia zależy w głównej mierze od jego prawidłowego zaplanowania, a przede wszystkim, od uzyskania pierwotnej i wtórnej stabilizacji implantów [4].

Pierwotna stabilizacja jest to początkowe, mechanicznie stabilne zakotwienie implantu. Warunkiem jej osiągnięcia jest brak jego ruchomości bezpośrednio po wprowadzeniu. Stabilizacja pierwotna osiągana jest dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu implantu oraz rodzaju gwintu, czyli odpowiada za nią makrostruktura implantu [4,5]. Obecnie większość systemów implantologicznych zapewnia dobrą i bardzo dobrą stabilizację pierwotną przy zminimalizowanym wolumenie tkanki kostnej. Nowoczesne implanty posiadają odpowiednio agresywny gwint, dzięki któremu osiągana jest na tyle dobra stabilizacja pierwotna, że można wykonać oparte na nich uzupełnienia tymczasowe bez potrzeby stosowania wszczepów tymczasowych [6]. Dużym wyzwaniem jest natomiast osiągnięcie w jak najszybszym czasie, jak najlepszej stabilizacji wtórnej, którą określa się mianem stabilizacji biologicznej [7]. Jest to bezpośrednie strukturalne i funkcjonalne połączenie pomiędzy żywą tkanką kostną a powierzchnią implantu czyli osteointegracja [8]. Do szybkiego uzyskania stabilizacji wtórnej, a tym samym wczesnego wykonania uzupełnienia protetycznego i wieloletniego sukcesu terapeutycznego, nie zawsze potrzebny jest długi okres spoczynkowy.

Obecnie celem badań jest uzyskanie odpowiedniego kształtu oraz powierzchni implantu, które pozwolą na jak najpełniejszą i najszybszą osteointegrację.

W wyniku tych poszukiwań, firma Zimmer Dental wprowadziła na rynek tytanowo-tantalowy implant trabekularny (beleczkowy),



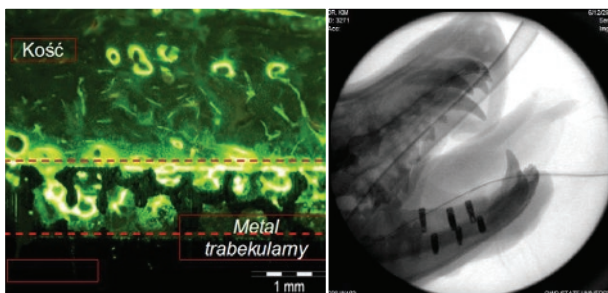
który różni się od tradycyjnych wszczepów tym, że w środkowej części posiada trójwymiarowy „kołnier” wykonany z tantalum, którego moduł sprężystości jest prawie identyczny z modułem kości gąbczastej (ryc.2)[9]. Zastosowanie „kołnierza”, który w budowie przypomina też kość gąbczastą (ryc.3), ma umożliwić tkance kostnej nie tylko „obrastanie implantu”, ale również wrastanie w jego strukturę [10,11]. Zjawisko to określono mianem osteoinkorporacji [12,13,14]. Dzięki części trabekularnej, powierzchnia implantu wzrasta o około 80%, co znacznie poprawia stabilizację wtórna na skutek zwiększenia powierzchni możliwej do przerastania kością [14,15]. Badania kliniczne przeprowadzone na zwierzętach, wykazały pojawienie nowej tkanki kostnej w części trabekularnej implantu już po 2 tygodniach od implantacji (ryc.4,5)[16]. Metal trabekularny stosowany jest od około 16 lat w ortopedii i tam jest najlepiej opisany i udokumentowany. Używany jest w protezach stawu biodrowego, kolanowego oraz barkowego[15,18].



W stomatologii po raz pierwszy został zastosowany w 2010 roku. Rozpoczęto wtedy 3-letnie badania kliniczne polegające na ocenie wpływu obciążenia natychmiastowego implantów trabekularnych na zanik tkanki kostnej wokół implantu [19]. Implanty wprowadzano w miejsce brakujących trzonowców w żuchwie oraz w szczęce, następnie obciążano je natychmiastowo koroną tymczasową, a uzupełnienie docelowe wykonywano po 14 dniach. Z grupy badanej wykluczono palaczy, pacjentów u których przeprowadzono zabiegi augmentacyjne oraz z D-4 typem struktury kości wg Lekholma i Zarba. W wyniku badań ustalono, że w pierwszych 6 miesiącach zanik tkanki kostnej wyrostka zębodołowego w okolicy implantów wynosił 0,42 mm, a po 12 miesiącach – 0,52 mm. Utrzymanie 3-letnie implantów wyniosło 97,2% [19]. Jak widać z powyższych danych, w pierwszym okresie obserwacji rezultaty były bardzo obiecujące. Obecnie oczekujemy na końcowe wyniki badań. W Polsce implanty trabekularne dostępne są od początku 2012 roku. W naszym gabinecie stosujemy je od lutego 2012 roku.

Opis przypadku

Pacjentka w wieku 34 lat, na stałe mieszkająca za granicą skontaktowała się z gabinetem przez internet w celu uzyskania informacji na temat możliwości uzupełnienia braku pierwszego trzonowca w żuchwie po stronie prawej. Ząb został usunięty przed około pięciu laty w wyniku złamania korony po leczeniu przewodowym. Na podstawie otrzymanego zdjęcia panoramicznego (ryc.6) zaproponowano leczenie przy użyciu implantu trabekularnego o średnicy 4,1 mm i długości 11,5 mm. Zdecydowano się na ten rodzaj implantu ze względu na ograniczone możliwości przyjazdów pacjentki na wizyty. Zaplanowano 2 etapy leczenia. Etap pierwszy - przyjazd pacjentki na jeden dzień na zabieg wprowadzenia implantu i wykonanie uzupełnienia tymczasowego. Etap drugi – przyjazd pacjentki po 2 tygodniach na 3 dni w celu wykonania uzupełnienia docelowego. Pacjentka zaakceptowała proponowane leczenie.



Etap pierwszy

Postępowanie chirurgiczne oraz wykonanie korony tymczasowej

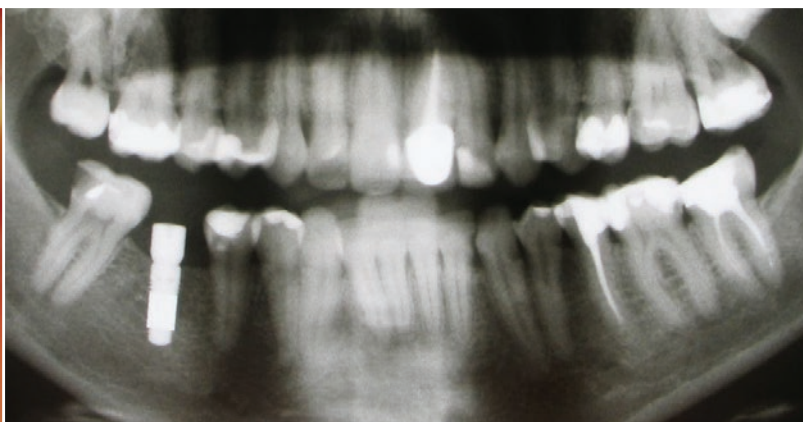
Zabieg chirurgiczny przeprowadzono w warunkach aseptycznych w sali operacyjnej. Przygotowanie przedoperacyjne pacjentki obejmowało płukanie ust 0,2% roztworem diglukonianu chlorcheksydyny (Corsodyl) przez 2 minuty. Przed zabiegiem pacjentka została znieczulona miejscowo przy użyciu 1 ampułki 4% artykainy z epinefryną 1:100000 (Citocartin 100). Po wykonaniu nacięcia tkanek miękkich na szczycie wyrostka w miejscu zęba 46 i odpreparowaniu płata śluzowo-okostnowego (ryc.7,8) nawiercono łożę dla implantu TSVTM 11, zachowując odpowiednią sekwencję wiertel podczas preparacji. Łoże dla implantu nagwintowano. Następnie wprowadzono implant, uzyskując pierwotną stabilizację na poziomie powyżej 35Ncm. Śródoperacyjnie pobrano wyciski z łącznikiem protetycznym, które niezwłocznie przekazano do pracowni. Na czas oczekiwania na koronę tymczasową, implant zamknięto śrubą gojącą oraz wykonano panoramiczne zdjęcie kontrolne (ryc. 9). Po około 2 godzinach odkręcono śrubę gojącą i zamontowano koronę tymczasową. Uzupełnienie tymczasowe zostało wyłączzone ze zgryzu.



Etap drugi

wykonanie uzupełnienia docelowego.

Po 2 tygodniach od zabiegu, pacjentka zgłosiła się w celu wykonania korony docelowej (ryc.10,11). Zaplanowano wykonanie korony metalowej licowanej porcelaną. Na pierwszej wizycie pobrano wyciski z łącznikiem protetycznym (ryc. 12,13). Następnego dnia

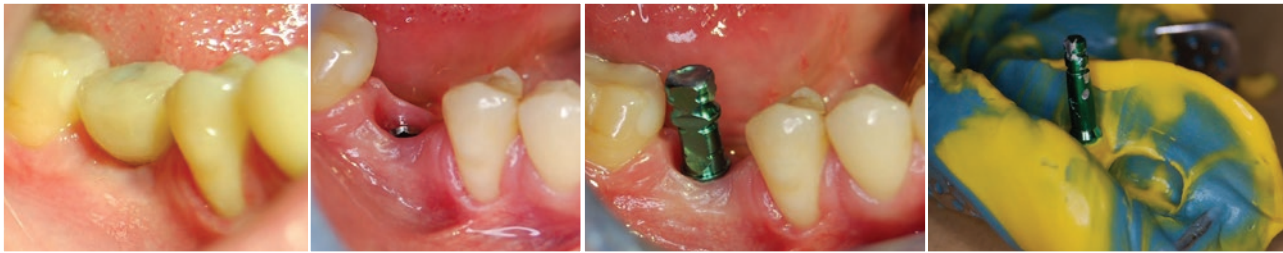


przymierzono łącznik tytanowy oraz podbudowę metalową i dobrano kolor uzupełnienia (ryc.14,15). Na kolejnej wizycie oddano gotową koronę (ryc. 16). Tego samego dnia pacjentka wróciła do swojego kraju. Po upływie roku pacjentka zgłosiła się na wizytę kontrolną, podczas której wykonano zdjęcia kontrolne zarówno panoramiczne jak i fotograficzne (ryc. 17,18).



Podsumowanie

Zastosowanie implantów trabekularnych pozwala, w niektórych sytuacjach, na znaczne skrócenie czasu leczenia implantoprotetycznego. W prezentowanym przypadku zastosowanie tradycyjnego implantu wiązało się z dodatkowymi przyjazdami pacjentki do gabinetu oraz z wydłużeniem czasu leczenia do minimum 3 miesięcy. Wykonanie natychmiastowego uzupełnienia tymczasowego pozwoliło na estetyczne wymodelowanie brodawek dziąsłowych oraz na uzyskanie optymalnego profilu dziąsłowego. Porównując zdjęcia fotograficzne wykonane bezpośrednio po oddaniu korony (ryc. 16) oraz zdjęcia kontrolne po roku od zabiegu (ryc. 17) można zaobserwować zwiększenie wolumenu dziąsła w okolicy szyjki korony od strony przedśionka jamy ustnej. Na zdjęciu panoramicznym (ryc.18) widoczny jest nieznaczny (około 0,5 mm) zanik tkanki kostnej wokół implantu, co nie stanowi powodów do niepokoju. Ze względu na stosunkowo krótki czas jaki upłynął od momentu wprowadzenia implantów trabekularnych do stomatologii, niezbędne są dodatkowe długoletnie obserwacje i badania kliniczne, które pozwolą jednoznacznie określić ich zalety i przydatność w leczeniu implantoprotetycznym pacjentów. Jednak już wstępne obserwacje wskazują na obiecujące rezultaty podobnie jak zastosowanie protez metalu trabekularnego w ortopedii.



The demographic changes of the last few decades have led to a dramatic aging of the population, which itself is a consequence of, among other things, an increase in average life expectancy and a declining birth rate. In 1860 half of the world's population was aged around 20. However, in 2030 the average age of the population is expected to be 40 [1].

According to the latest research, by 2025 25% of the EU population will be aged over 65 [1, 2]. At the present time 20% of Germans, French, Hungarians and Italians as well as 18% of Czechs are aged 65 or above. In Poland, the population will age dramatically in the years after 2020. The average age of a Pole will rise to around 45 (compared with 37 currently) (fig. 1) [2,3]. The changes outlined above are reflected in the percentage of people nowadays requiring prosthetic treatment. Extensive atrophy of maxillary alveolar processes and their base, a problem exacerbated by premature tooth loss caused mainly by periodontal disease, creates complex occlusal and aesthetic conditions. A reduction in bone tissue volume and quality (osteoporosis, aging bone), results in a loss of retention, stability, functionality and aesthetically poorer prosthetic restorations. This in turn leads to masticatory disorders, and thus undermines the patient's quality of life. It is believed that approximately 50% of removable dentures do not function properly. They offer incorrect contact force and there is insufficient saliva to moisten food. The patient adjusts his diet to his ability to chew; his diet becomes mushy, poor and eating loses its pleasure.

The use of implants to stabilise removable dentures or make implant-supported permanent dentures, significantly improves the patient's quality of life. They not only help to inhibit bone tissue loss, but also to form new bone in the area around implants in reaction to the force being transferred through them. Implant-prosthetic treatment is a complicated procedure consisting of 3 stages: a planning stage, a surgical stage, and a prosthetic stage. The success of such treatment depends largely on proper planning and above all on primary and secondary implant stability [4].

Primary stability is the initial, mechanically stable anchorage of the implants. To achieve this it is important to ensure no implant mobility immediately after its placement. Primary stability is achieved through proper shaping of the implant and using the correct thread, i.e. one that suits the implant's macrostructure [4,5]. At the present time, the majority of implant systems ensure good and very good primary stability even with reduced volume of bone tissue. Modern implants possess suitably aggressive thread, thanks to which sufficient primary stability is achieved to support temporary restorations without the need for temporary implants [6]. On the other hand, achieving the fastest possible secondary stability, i.e. biological stability [7], poses a great challenge. This process involves direct structural and functional connection between live bone tissue and the surface of the implant, i.e. osseointegration [8]. Achieving fast secondary stability and thus early placement of a prosthetic restoration and long-term treatment success does not always require a long submerged healing period.

The aim of recent studies has been to determine a way to achieve the right implant shape and surface that will ensure the best and fastest possible osseointegration.

Thanks to such studies the company Zimmer Dental has launched a titanium-tantalum trabecular implant, which differs from traditional implants in the fact that the central section includes a three-dimensional "collar" made from tantalum, the elastic modulus of which is almost identical to the modulus of cancellous bone (Fig. 2) [9]. The purpose of such a "collar", which also resembles cancellous bone in its structure (Fig. 3), is to allow the bone tissue to not only "grow around" the implant, but also to grow into its structure [10,11]. This process is known as osseoincorporation [12,13,14]. Thanks to the trabecular part, the implant surface increases in area by around 80%, which considerably enhances secondary stability due to the larger surface possible for bone ingrowth [14,15]. A clinical study conducted on animals has shown the appearance of new bone tissue in the trabecular part of an implant just 2 weeks after implant placement (figs 4,5) [16]. Trabecular metal has been used for around 16 years in orthopaedics and is best described and documented in that field. It is used in prostheses for hip, knee and shoulder joints [15,18]

Trabecular implants were first utilised in dentistry in 2010. A 3-year clinical study commenced at that time, the purpose of which was to assess the impact of immediate trabecular implant loading on the bone tissue loss around implants [19]. Implants placed at the site of missing molars in the mandible and the maxilla were then loaded immediately with a temporary crown and the final restoration was fitted after 14 days. Excluded from the study group were smokers, patients who had undergone augmentation procedures as well as those with Lekholm and Zarb D-4 type bone structures

The study demonstrated that bone tissue loss in the alveolar process in the implant

area amounted to 0.42 mm in the first 6 months and 0.52 mm after 12 months. The 3-year survival rate for the implants was 97.2% [19]. As can be seen from this data the results were very promising in the first observation period. We are currently awaiting the final results of the study. Trabecular implants have been available in Poland since the beginning of 2012. We have been using them in our clinic since February 2012.

Case study

A female patient, aged 34 and permanently residing abroad, contacted our clinic via the internet to find out if it was possible to restore a missing first molar on the right side of the mandible. The tooth had been extracted around five years earlier after the crown had fractured following root canal treatment. Based on panoramic X-rays (Fig. 6) the recommended treatment for the patient was a trabecular implant with a diameter of 4.1 mm and 11.5 mm in length. This type of implant was chosen because of the patient's restricted opportunities for dental visits. The treatment was to be divided into 2 stages: stage one – the patient came to the clinic for one day to have the implant placed and a temporary restoration fitted; stage two – the patient arrived 2 weeks later for 3 days for the purpose of having the final restoration fitted. The patient accepted the proposed treatment.

Stage one – surgical procedure and providing temporary crown

The surgical procedure was carried out in aseptic conditions in an operating theatre. The patient's pre-operative preparations included rinsing with a mouthwash containing a 0.2% Chlorhexedrine digluconate (Corsodyl) solution for two minutes. Prior to the operation the patient was administered a local anaesthetic with 1 ampule of 4% articaine with epinephrine 1:100000 (Citocartin 100).

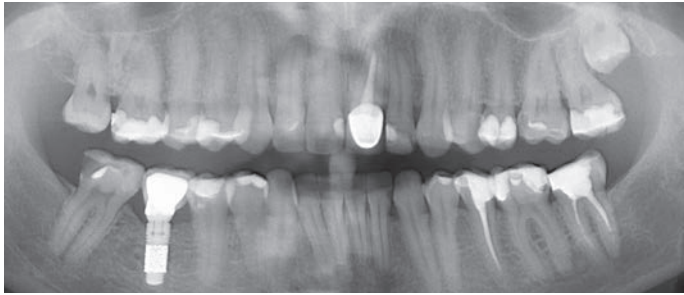
After an incision was made in the soft tissue at the top of the alveolar process at the site of tooth 46 and a muco-periosteal flap was detached (Figs 7,8), the osteotomy was prepared for a TSVTM 11 implant, with the correct sequence of drills being observed during the preparation. The implant bed was tapped. The implant was then placed with primary stability achieved at a level higher than 35Ncm. Impressions with a prosthetic abutment were taken midway through the procedure and immediately sent to the lab. While the patient waited for the temporary crown the implant was closed with a healing screw and monitoring panoramic X-ray was taken (Fig. 9). Around 2 weeks later the healing screw was removed and a temporary crown fixed. The temporary restoration was excluded from occlusion.

Stage two – fitting of the final restoration 2 weeks after the operation the patient returned to our clinic to have a final crown fitted (Figs 10, 11). A porcelain-veneered metal crown was planned. During the first visit impressions with a prosthetic abutment were taken (Figs 12, 13). The following day a titanium abutment was fitted together with a metal coping and the colour of the restoration was chosen (Figs 14, 15). During the next visit the patient was fitted with the final crown (Fig. 16). The patient returned to her country the following day. A year later the patient returned for a follow-up visit during which monitoring panoramic X-ray was taken (Figs 17, 18).

Summary

In certain situations trabecular implants can significantly shorten implant-prosthetic treatment. In the case presented above the use of a traditional implant would have required the patient to make additional trips to the clinic and the treatment would have been prolonged by up to a minimum of 3 months. By using an immediate temporary restoration we could aesthetically shape the interdental papilla and achieve the optimal gingival profile. A comparison of photographs taken directly after the crown was fitted (Fig. 16) with follow-up photographs taken a year after the procedure (Fig. 17) showed an increase in gingival volume in the region around the neck of the crown on the vestibular side of the oral cavity. A panoramic X-ray (Fig. 18) shows insignificant (approx. 0.5 mm) bone tissue loss around the implant, which is no reason for concern. Owing to the relatively short time which has passed since trabecular implants were first introduced in dentistry, additional, long-term observations and clinical studies are essential to unequivocally determine their benefits and usefulness in implant-prosthetic treatment of patients. However, preliminary observations already indicate promising results similar to those for trabecular metal prostheses in orthopaedics.





Piśmiennictwo

- [1] MARCINIAK G, Przewidywane zmiany poziomu diety kobiet i ich konsekwencje (do roku 2010) "Wiadomości Statystyczne" nr 12/1999.
- [2] Polska w obliczu starzenia się społeczeństwa. Diagnoza i program działania. Warszawa 2008.
- [3] Prognoza ludności na lata 2008 – 2035. GUS. http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/PUBL_L_prognoza_ludnosci_na_lata2008_2035.pdf
- [4] CAVALLARO et al, Clinical Methodologies for Achieving Primary Dental Implant Stability: The Effects of Alveolar Bone Density. J Am Dent Assoc' 2009; 140;1366-1372.
- [5] O'SULLIVAN D, SENNERBY L, MEREDITH N, Measurements comparing the initial stability of five designs of dental implants: a human cadaver study. Clin Implant Dentistry Relat Res; 2000; 2: 85-91.
- [6] RABELA, KÖHLER SG, SCHMIDT-WESTHAUSEN AM. Clinical study on the primary stability of two dental implant systems with resonance frequency analysis. Clin Oral Investig.;2007 Sep; 11(3);257-65. Epub 2007 Mar 31.
- [7] BUSER D, et al. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. J Biomed Mater Res; 1991 Jul; 25(7);889-902.
- [8] BRÄNEMARK P-I. Introduction to osseointegration. In Bränemark PI, Zarb GA, and Albrektsson T (Eds.) Tissue-Integrated Protheses. Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago, IL: Quintessence Publishing Co, Inc, 1985:11-76.
- [9] GUNSON A, KRAL M, POGGIE RA. Three-dimensional reconstruction and modeling of a porous tantalum biomaterial. Presented at the Annual Meeting of the American Society for Biomaterials; April 24-29, 2001.
- [10] UNGER AS, LEWIS RJ, GRUEN T. Evaluation of a porous tantalum uncemented acetabular cup in revision total hip arthroplasty. Clinical and radiological results of 60 hips. J Arthroplasty; 2005; 20(8):1002-1009.
- [11] COHEN R. A porous tantalum trabecular metal: basic science. Am J Orthop; 2002;31(4):216-217.
- [12] WIGFIELD C, ROBERTSON J, GILL S, NELSON R. Clinical experience with porous tantalum cervical interbody implants in a prospective randomized controlled trial. Br J Neurosurg; 2003;17(5):418-425.
- [13] BOBYN JD, STACKPOOL GJ, HACKING SA, TANZER M, KRYGIER JJ. Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. J Bone Joint Surg Br; 1999; 81:907-914.
- [14] WIGFIELD C, ROBERTSON J, GILL S, NELSON R. Clinical experience with porous tantalum cervical interbody implants in a prospective randomized controlled trial. Br J Neurosurg; 2003;17(5):418-425.
- [15] NASSER S, POGGIE RA. Revision and salvage patellar arthroplasty using a porous tantalum implant. J Arthroplasty; 2004;19(5):562-572.
- [16] KIM D-G, LARSEN PE, KREUTER KS, CHIEN H-H, JOO W, WEN HB. Trabecular metal dental implants in an animal model, Abstract No. 1511, presented at the Annual Meeting of the American Academy for Dental Research, March 3-6, 2010, Washington, D.C.
- [17] KIM D-G, HUJA SS, LARSEN PE, KREUTER KS, CHIEN H-H, JOO W, WEN HB. Evaluation of Trabecular Metal dental implants in a canine model. Presented at the 19 th Annual Scientific Meeting of the European Association of Osseointegration, October 6-9, 2010, Glasgow, Scotland, UK.
- [18] MACHERAS GA, PAPAGELOPOULOS PJ, KATEROS K, KOSTAKOS AT, BALTAS D, KARACHALIOS TS. Radiological Evaluation of the metal-bone interface of a porous tantalum monoblock acetabular component. J Bone Joint Surg Br; 2006 ;88-B:304-309.
- [19] WEN HB, NAMBISAN A, SCHLEE M, VAN DER SCHOOR WP, KIM D-G, HUJA SS. Dental implants made of Trabecular Metal: developmental findings, Accepted for presentation at the Annual Meeting of the Academy of Osseointegration, March 1-3, 2012, Phoenix, Arizona.