

Zastosowanie łączników indywidualnych wykonywanych w technologii CAD/CAM w implantoprotetyce

Słowa kluczowe:
implantoprotetyka, łączniki indywidualne, CAD/CAM

Key words:
implantoprosthesis, individual connectors, CAD/CAM

PRACA RECENZOWANA

Streszczenie: W artykule przedstawiono zalety stosowania w implantoprotetyce łączników indywidualnych wykonywanych z wykorzystaniem technologii cyfrowej. W oparciu o dane z piśmiennictwa i własne doświadczenia autorzy prezentują, w jaki sposób dostępna współcześnie technologia pozwala na ułatwienie pracy klinicznej, skrócenie procedur, a jednocześnie zwiększenie przewidywalności prowadzonej terapii w aspekcie funkcjonalnym i estetycznym.

Abstract: The article presents the advantages of using individual connectors made with the help of digital technology in implantoprosthesis. Based on the data presented in literary resources as well as on own experience, the authors describe how contemporary technology allows us to facilitate clinical operations and shorten procedures with a simultaneous improvement of therapeutic predictability in the functional and aesthetic aspects.

Implantologia jest obecnie nieodłączną częścią stomatologii, bez której żadna z jej specjalności, od chirurgii poczynając, a na ortodoncji kończąc, nie byłaby kompletna. Mówiąc o implantach z reguły mamy na myśli sytuacje, kiedy służą one do uzupełnienia braków zębowych, ale nie można zapomnieć także o innych możliwościach jakie mamy dzięki zjawisku osteointegracji – uzyskiwaniu punktów zakotwiczenia w ortodoncji czy możliwości mocowania ektoprotez. Pozostając jednak przy tematyce dotyczącej implantów służących do odtworzenia brakującego uzębienia, należy wspomnieć o zmianach, do jakich doszło w stosowanych procedurach i instrumentarium, dzięki wiedzy jaką dało nam 40 lat doświadczeń. W przeciwieństwie do pierwszego okresu implantoprotetyki, który w przybliżeniu trwał do końca XX w., ewolucja w tej dziedzinie sto-

matologii polegała na przejściu z okresu *bone driven* (implantacja kierowana warunkami kostnymi) do *restoration driven* (implantacja kierowana potrzebami protetycznymi). Proces ewolucji w implantoprotetyce szczególnie wyraźnie widoczny jest w zmianach dotyczących połączenia implant/łącznik i rozwiązań dotyczących samych łączników protetycznych. Zgodnie z dzisiejszą wiedzą oczywistym jest, że najlepiej zaplanowana i przeprowadzona chirurgiczna część leczenia implantologicznego może być zaprzeczona poprzez błąd na etapie wykonywania rekonstrukcji protetycznej. Stąd dążenie do opracowania powtarzalnych procedur dających w każdym przypadku możliwość przewidywalności i trwałości tak funkcjonalnego, jak i estetycznego efektu leczenia. Warunkiem powodzenia w leczeniu implantoprotetycznym jest stabilny

.....
dr n. med. Jan K. Pietruski¹,

dr hab. n. med. Małgorzata D. Pietruska^{1, 2}

.....
¹ Praktyka Stomatologiczna,

ul. Waszyngtona 1/34, 15-269 Białystok

² Zakład Chorób Przyzębia i Błony

Śluzowej Jamy Ustnej,

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

Kierownik: dr hab. n. med.

Małgorzata D. Pietruska

Adres korespondencyjny

Mailing address:

dr hab. n. med.

Małgorzata D. Pietruska

Zakład Chorób Przyzębia i Błony

Śluzowej Jamy Ustnej,

Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

ul. Waszyngtona 13, 15-269 Białystok

tel.: 85 748 59 05

e-mail: perio@umwb.edu.pl

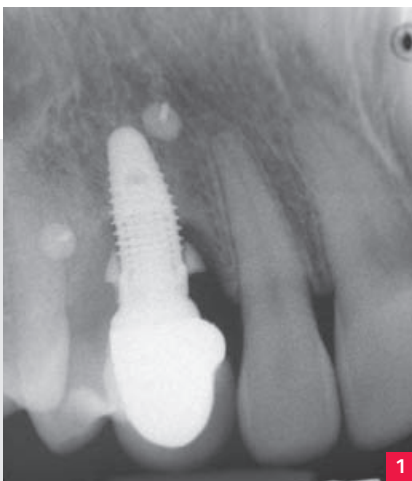
.....

poziom kości i tkanek miękkich otaczających implant. Pomijając samą pozycję implantu w wymiarze poziomym i pionowym będącą podstawą sukcesu *per se*, istnieje wiele czynników mających wpływ na położenie i zachowanie się tkanek z upływem czasu – płytką bakteryjną, obciążenie, wpływ drażnienia tkanek podczas procedur protetycznych, reakcja tkanek na połączenie implant/łącznik i materiały z jakich wykonywane są nadbudowy itd. [1–3]. Dlatego zmiany do jakich doszło na przestrzeni lat w kształtach, połączeniach i materiałach łączników wynikają zarówno z biomechaniki implantów i nadbudów, jak i biologii tkanek je otaczających. Z mechanicznego punktu widzenia zmiany, jakich byliśmy świadkami, polegały na przejściu z połączenia typu heksagon zewnętrz-

ny (np. Nobel Biocare typ Branemark MKI, II, III itd.) na heksagon czy czasem oktagon wewnętrzny (np. Alpha Bio, Straumann), potem na połączenie *tube in tube* – rura w rurze (Camlog, Nobel Biocare Replace Select, Vital) i w końcu na połączenie stożkowe, którego prekursorami były systemy Astra, Ankylos, Bicon, a obecnie spotykane jest w większości liczących się systemów [4, 5]. Efektem tej ewolucji jest mniejsza zawodność połączenia, znacznie rzadziej niż kiedyś zdarzające się problemy z rozkręcaniem się śrub łączących implant z łącznikiem. Okazało się również, że połączenie stożkowe jest także korzystniejsze z biologicznego punktu widzenia i to z dwóch powodów. Po pierwsze wyeliminowano problem mikroprzecieku pomiędzy implantem i łącznikiem,

Mówiąc o implantach z reguły mamy na myśli sytuacje, kiedy służą one do uzupełnienia braków zębowych, ale nie można zapomnieć także o innych możliwościach, jakie mamy dzięki zjawisku osteointegracji – uzyskiwaniu punktów zakotwiczenia w ortodoncji czy możliwości mocowania ektoprotez.

When speaking generally about implants we think about situations when they serve to supplement dental losses, but we should not forget about other possibilities we can make use of thanks to the phenomenon of osteointegration, i.e. obtaining anchor places in orthodontics or the ability to fix ecto prostheses.

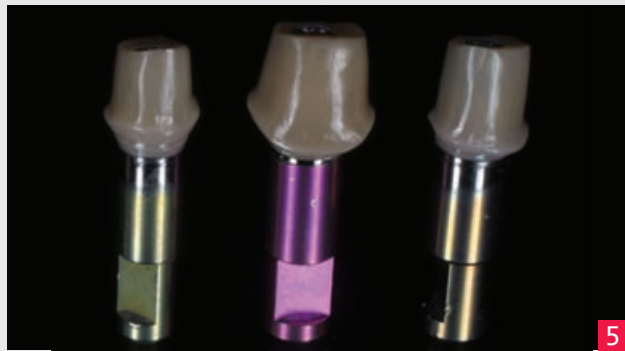


Ryc. 1. Cementitis. Resorpcja kości wokół implantu na skutek wtłoczenia w kieszonkę cementu w czasie cementowania korony.

Fig. 1. Cementitis. Bone resorption around an implant as a result of pushing cement into a pocket during crown cementation.

The application of individual connectors made in the CAD/CAM technology in implantoprosthesis

Presently, implantology is an essential field of dentistry, without which no specialization, beginning with surgery and ending on orthodontics, would be complete. When speaking generally about implants we think about situations when they serve to supplement dental losses, but we should not forget about other possibilities we can make use of due to the phenomenon of osteointegration, i.e. obtaining anchor places in orthodontics or the ability to fix ecto prostheses. As regards the application of implants with the aim of reconstructing missing dentition, it is necessary to mention the changes that have taken place in the procedures and tools in the last 40 years of development in this field. As opposed to the first period of implantoprosthesis, which lasted until the end of the 20th century, the evolution of this domain of dentistry was based on the transition from the bone driven period (implantation determined by bone conditions) to the restoration driven period (implantation determined by prosthetic needs). The process of evolution in implantoprosthesis is particularly evident in the changes concerning the implant/connector combination and solutions connected with the very prosthetic connectors. According to the current state of knowledge, it is obvious that even the most effectively planned and conducted surgical stage of an implantological treatment can be squandered by a mistake made during prosthetic reconstruction making. Hence, scientists and researchers have been striving to work out repeatable procedures



Ryc. 2. Korony tymczasowe wstępnie wymodelowane na modelu oraz wykonany w oparciu o nie indeks silikonowy. **Fig. 2.** Temporary crowns shaped initially on a model and a silicone index made on their basis. **Ryc. 3.** Gips wokół replik wyfrezowany w celu stworzenia na łącznikach indywidualnych profilu wylania. Docięte w odniesieniu do indeksu metalowe części łączników. **Fig. 3.** Gypsum around replicas milled to create an emergence profile on individual connectors. Metal parts of connectors cut in relation to the index. **Ryc. 4.** Sklejanie koronowych części łączników z metalowymi. **Fig. 4.** Gluing the crown parts of connectors with metal elements. **Ryc. 5.** łączniki indywidualne na replikach. **Fig. 5.** Individual connectors on replicas. **Ryc. 6.** łączniki indywidualne i korony tymczasowe. **Fig. 6.** Individual connectors and temporary crowns. **Ryc. 7.** Przenośniki wyciskowe do techniki na łyżce zamkniętej dokręcone do implantów. **Fig. 7.** Impression carriers screwed into implants used with the help of an impression spoon. **Ryc. 8.** Ruchomy wax up na modelu. Możliwość zdjęcia wax upu jest konieczna, ponieważ model będzie skanowany zarówno z wax upem, jak i bez. **Fig. 8.** Movable wax up on a model. Possibility to remove the wax up is necessary because the model will be scanned both with and without the wax up.

którego efektem było przyjmowane za normę przesuwanie się brzegu kości w kierunku doapikalnym w pierwszym roku po obciążeniu o 1,5–2 mm [6]. Bez mikroprzecieku wartości rzędu 2 mm uznać należy za niepowodzenie, a obecnie przy połączeniu stożkowym nie przekraczają one 0,25–0,5 mm [6]. Drugi aspekt to koncepcja *platform switching* polegająca na odsunięciu połączenia implant/łącznik od brzegu kości do osi implantu. Prowadzi to do zmniejszenia wartości, o jaką obniża się poziom kości wokół implantu [8–10]. W połączeniu stożkowym koncepcja *platform switching* stosowana jest zawsze, nie ma innej możliwości ze względu na mechaniczne wymagania samego połączenia, chociaż ze względu na absolutną szczelność połączenia

i możliwość traktowania kompleksu implant-łącznik jako monobloku staje się ona drugorzędna.

Przy wykonywaniu rekonstrukcji protetycznej na implantach kluczowym elementem jest wybór odpowiedniego łącznika protetycznego. Każdy system oferuje szeroką gamę łączników różniących się wieloma parametrami – pozycją stopnia, kątem w stosunku do osi implantu, wysokością, szerokością, materiałem z jakiego są wykonane itd. Mimo tego, fabrycznie przygotowane łączniki są dużym ograniczeniem przy planowaniu odbudowy protetycznej, dlatego każdy system oferuje też łączniki umożliwiające indywidualne wyodelowanie i odlanie części koronowej (popularnie zwane UCLA) i od dawna

MKI, II, III, etc.) to internal hexagon or sometimes octagon junctions (e.g. Alpha Bio, Straumann), followed by tube in tube connections (Camlog, Nobel Biocare Replace Select, Vital) and finally conical junctions (initially Astra, Ankylos, Bicon) that can be now found in the majority of eminent systems [4–5]. The effect of this evolution is better reliability of a junction and fewer than in the past problems connected with the unscrewing of screws which combine an implant with a connector. Moreover, it turned out that a conical junction is also much more favourable from the biological point of view for two reasons. First of all, the problem with a micro leak between an implant and a connector was eliminated; as a result of such micro leaks it was considered normal for the edge of a bone to move towards the apex by 1.5–2 mm during the first year after burdening [6]. Without a micro leak the values of approximately 2 mm need to be regarded as failure, whereas currently, in case of a conical junction, they do not exceed 0.25–0.5 mm [6]. The second aspect is the platform switching concept based on moving away the implant/connector junction from the edge of a bone to the implant's axis. Such a solution leads to a reduction of the value by which the level of the bone around an implant is reduced [8–10]. In a conical junction the platform switching concept is used every time; there is no other option due to the mechanical requirements of the very junction, although – because of the necessity of ensuring absolute tightness of the connection and the ability of treating the implant-connector complex as a monoblock – it is considered secondary.

Przy wykonywaniu rekonstrukcji protetycznej na implantach kluczowym elementem jest wybór odpowiedniego łącznika protetycznego. Każdy system oferuje szeroką gamę łączników różniących się wieloma parametrami – pozycją stopnia, kątem w stosunku do osi implantu, wysokością, szerokością, materiałem z jakiego są wykonane itd.

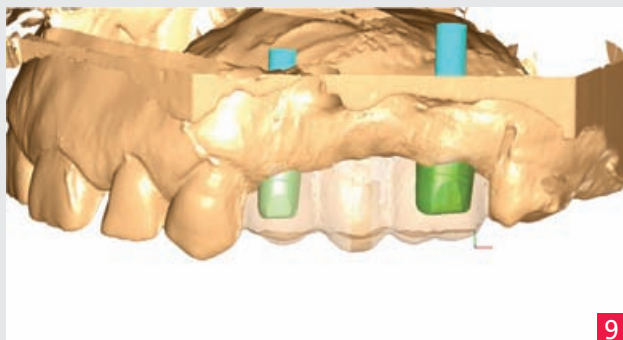
Selecting an adequate prosthetic connector is a key element when performing a prosthetic reconstruction on implants. Each system offers a wide array of connectors which differ in respect to many parameters: position of step, angle in relation to implant's axis, height, width, material used, etc.

which – in each case – ensure predictability and durability of both the functional and aesthetic effect of the therapy.

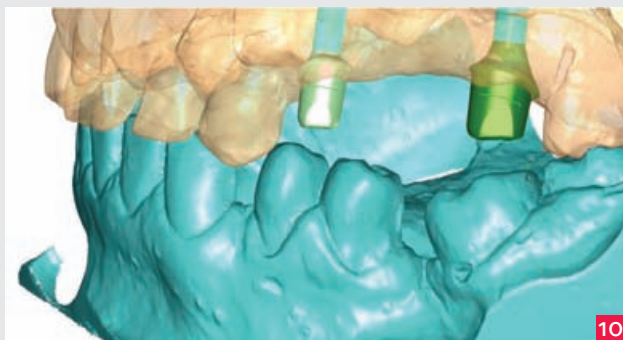
The success-determining condition in an implantoprosthesis treatment is a stable level of bones and soft tissues that surround an implant. Besides the very position of an implant in horizontal and vertical planes being the basis for success in itself, there are many other factors that influence the location and behaviour of tissues with the passing of time, such as bacterial flora, burdening, tissue irrita-

tion during prosthetic procedures, tissue's reaction to the implant/connector combination and the material used to make superstructures, etc. [1–3]. Therefore, the changes that have taken place over the course of years in the shapes, junctions and materials of connectors result from both the biomechanics of implants and superstructures as well as from the biology of surrounding tissues. From the mechanical point of view the changes we have witnessed consisted in the transition from external hexagon type junctions (e.g. Nobel Biocare type Branemark

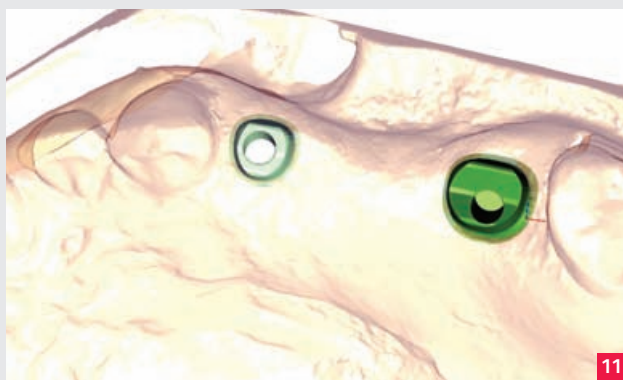
Selecting an adequate prosthetic connector is a key element when performing a prosthetic reconstruction on implants.



9



10



11



12



13



14

Ryc. 9–11. Obrazy przedstawiające wirtualny projekt łącznika w odniesieniu do zarysu przyszłego mostu (9), granicy tkanek miękkich i przeciwstawnego łuku zębowego (10) i sąsiednich zębów (11). **Fig. 9–11.** Images presenting a virtual design of the connector in relation to an outline of a future bridge (9), the margin of soft tissues and the opposite dental arch (10) and neighbouring teeth (11). **Ryc. 12.** Duplikaty łączników indywidualnych na modelu: 24 – tytan pokryty azotkiem tytanu, 26 – tytan. **Fig. 12.** Duplicates of individual connectors on a model: 24 – titanium covered by titanium nitride, 26 – titanium. **Ryc. 13.** Natychmiastowy most tymczasowy na przykręconych łącznikach (Luxatemp DMG). **Fig. 13.** An immediate temporary bridge on screwed in connectors (Luxatemp DMG). **Ryc. 14.** Docelowy most metalowo-ceramiczny po zacementowaniu. **Fig. 14.** Target metal-ceramic bridge after cementing.

tego typu łączniki są wykonywane. Łącznik typu UCLA umożliwia niemal dowolne dobudowanie części koronowej metodą odlewu. Niestety jedyny materiał, z którego taki odlew można wykonać to stop złota, który z kolei nie jest biokompatybilny z tkankami. Pojawia się tu kolejne zagadnienie związane z łącznikami protetycznymi – biokompatybilność materiału, innymi słowy, czy sam materiał może mieć wpływ na stabilność tkanek otaczających implant. Z dostępnych obecnie materiałów do wykonywania łączników cechami biokompatybilności charakteryzują się: tytan, tlenek cyrkonu i tlenek glinu. Stopy złota, ceramika dentystyczna oraz wszelkiego rodzaju żywice niestety nie są biokompatybilne. W praktyce w przeciwieństwie do łączników tytanowych i cyrkonowych przy łącznikach złotych dochodzi do doapikalnego przesunięcia nabłonka granicznego oraz poziomu kości, a 80-mikronowa warstwa tkanki łącznej ma mniej kolagenu i fibroblastów, jest więc mniej stabilna i podatniejsza na uszkodzenia [3, 11–13]. Jeżeli więc decydujemy się na wykonanie łączników indywidualnych, należy używać do tego celu któregoś z wymienionych powyżej materiałów biokompatybilnych. W laboratorium dentystycznym

Each system offers a wide array of connectors which differ in respect to many parameters: position of step, angle in relation to implant's axis, height, width, material used, etc. Despite that factory-made connectors constitute a real limitation when planning a prosthetic reconstruction, hence every system offer connectors that enable individual modelling and casting of crown parts (referred to as UCLA abutments); connectors of this type have been produced for a long time.

Fabrycznie przygotowane łączniki są dużym ograniczeniem przy planowaniu odbudowy protetycznej, dlatego każdy system oferuje też łączniki umożliwiające indywidualne wymodelowanie i odlanie części koronowej (popularnie zwane UCLA) i od dawna tego typu łączniki są wykonywane.

Factory-made connectors constitute a real limitation when planning a prosthetic reconstruction, hence every system offer connectors that enable individual modelling and casting of crown parts (referred to as UCLA abutments); connectors of this type have been produced for a long time.

najłatwiej wykonać jest łącznik, a właściwie jego część koronową z tlenku cyrkonu, następnie przykleja się do niej część tytanową, która z kolei zapewnia dokładne połączenie z implantem. Zastosowanie łącznika indywidualnie modelowanego ma wiele zalet w porównaniu do łączników standardowych. Jego kształt modelowany jest pod kątem przyszłej rekonstrukcji protetycznej, z reguły modeluje się go na podobieństwo oszlifowanego kikutka zęba. Indywidualnie projektowany kształt części poddziąsłowej pozwala na precyzyjne ukształtowanie tzw. profilu wyłaniania, co z kolei zapewnia optymalne podparcie dla tkanek miękkich i ich przewidywalną pozycję z upływem czasu [14]. Przy indywidualnym modelowaniu technik ma większe możliwości rozbudowania łącznika niż ma to miejsce przy łącznikach standardowych, co z kolei pozwala protetycznie

An UCLA abutment makes it possible to freely add a crown part by means of casting; however the only material enabling such casting is a gold alloy, which in turn is not biocompatible with tissues. At this point another problem connected with prosthetic connectors arises, i.e. material biocompatibility. In other words it means if the material itself can influence the stability of implant-surrounding tissues. Among the presently available materials used to make connectors, biocompat-

ibility features are displayed by titanium, zirconium oxide and aluminium oxide. Gold alloys, dental ceramics and various types of resin unfortunately are not biocompatible. In practice, as opposed to titanium and zirconium connectors, gold alloys lead to an apical shift of marginal epithelium and bone level, and an 80-micron layer of connective tissue has less collagen and fibroblasts, hence is less stable and more susceptible to damage [3, 11–13]. Therefore, if we decide to make individual connectors, one of the above-mentioned biocompatible materials needs to be used. Making a connector (actually its crown part) from zirconium oxide in a dental laboratory is the easiest method. Next, a titanium part is glued to the connector to ensure precise adhesion with an implant. Using a shaped individual connector has many advantages in comparison with standard connectors. Its shape is modelled considering a future prosthetic reconstruction; in most cases, it is shaped to resemble a polished tooth stump. An individually adjusted shape of the subgingival part enables precise shaping of the so-called emergence profile, which in turn guarantees support for soft tissues and their predictable position with the passing of time [14]. During individual modelling, a technician has greater possibilities of extending the connector than in case of standard connectors, which enables to compensate slight imperfections in implant's positioning in the horizontal



15



16



17



18



19



20

Ryc. 15. Pełna rehabilitacja górnego łuku zębego – 6 łączników indywidualnych. **Fig. 15.** Full rehabilitation of the upper dental arch – 6 individual connectors. **Ryc. 16.** Duplikaty łączników z ryciny 15 na modelu roboczym. Zastosowanie łączników indywidualnych umożliwia usytuowanie ich w idealnych protetycznych pozycjach poprzez skorygowanie nieznacznych odchył w pozycji implantów. **Fig. 16.** Duplicates of the connectors from figure 15 on a working model. The application of individual connectors enables their positioning in ideal prosthetic locations by means of correcting minor deviations of implants' position. **Ryc. 17.** Pełna rehabilitacja dolnego łuku zębego – 6 łączników indywidualnych. **Fig. 17.** Full rehabilitation of the lower dental arch – 6 individual connectors. **Ryc. 18.** Duplikaty łączników z ryciny 17 na modelu roboczym. **Fig. 18.** Duplicates of the connectors from figure 17 on a working model. **Ryc. 19.** Górny most przed zacementowaniem. Skorygowana przez kształt łączników pozycja filarów umożliwia idealne wymodelowanie koron w moście w osi łączników. **Fig. 19.** Upper bridge before cementing. The position of pillars, corrected by the shape of connectors, allows perfect modelling of a crown on the bridge in the connectors' axis. **Ryc. 20.** Dolne mosty przed zacementowaniem. **Fig. 20.** Lower bridges before cementing.

skompensować niewielkie niedokładności pozycji implantu w rzucie na płaszczyznę horyzontalną. Dotyczy to również kąta posadowienia implantu. Kolejną, nie mniej ważną zaletą łączników indywidualnych jest możliwość umieszczenia stopnia tuż pod granicą tkanek miękkich. Umożliwia to przede wszystkim większą szerokość łącznika w porównaniu do standardowych. Stopień usytuowany tuż poddźiąsłowo lub dodźiąsłowo praktycznie eliminuje niebezpieczeństwo powikłania w postaci zapalenia tkanek wokół wszczepu na skutek wciśnięcia do kieszonki cementu (cementitis) (ryc. 1), które prowadzić może nawet do utraty implantu [15–18]. Procedurę wykonania łączników indywidualnych metodą modelowania części koronowej z tlenku cyrkonu i sklejenia jej z metalową częścią łączącą z implantem przedstawiono na rycinach 2–6. Jak obrazują to zdjęcia, jest to procedura żmudna i czasochłonna, a co za tym idzie droga. Przy obecnym rozwoju technologii i powszechnej w stomatologii technice CAD/CAM, w wykonawstwie łączników indywidualnych pojawiły się nowe możliwości, dzięki którym łącznik indywidualny stał się łatwiej dostępny, jego wykonanie jest prostsze, przewi-

plane. This also applies to implant's settling angle. A possibility of placing a step just below the edge of soft tissues is yet another, equally important advantage of individual connectors. It is mainly possible due to greater width of such connectors as compared to standard types. A step located subgingivally or gingivally practically eliminates the risk of complications such as tissue inflammation around the graft as a result of cementitis (fig. 1), which in turn can even lead to an implant loss [15–18]. The procedure of making in-

Zastosowanie łącznika indywidualnie modelowanego ma wiele zalet w porównaniu do łączników standardowych. Jego kształt modelowany jest pod kątem przyszłej rekonstrukcji protetycznej, z reguły modeluje się go na podobieństwo oszlifowanego kikuta zęba.

Using a shaped individual connector has many advantages in comparison with standard connectors. Its shape is modelled considering a future prosthetic reconstruction; in most cases, it is shaped to resemble a polished tooth stump.

dywalne, tańsze i możliwe z zastosowaniem biokompatybilnych materiałów – nie tylko tlenku cyrkonu, ale i tytanu – bez konieczności łączenia poszczególnych części. Na rynku dostępnych jest kilka systemów wykorzystujących technologię cyfrową do projektowania łączników indywidualnych [19–21]. Jednym z nich jest system Atlantis firmy Astra Tech opracowany według pomysłu dr. Juliana Osorio [22]. Autorzy niniejszego artykułu od około 1,5 roku wykonują bez wyjątku wszystkie prace cementowane na łącznikach indywidualnych Atlantis. Dzięki temu estetyka rekonstrukcji jest lepsza, bardziej przewidywalna, procedury kliniczne szybsze i łatwiejsze, co przy umiarkowanych cenach łączników prowadzi do większej efektywności praktyki. Istotnym atrybutem cyfrowo projektowanych łączników jest też możliwość wyprodukowania dowolnej ilości

individual connectors with the method of modelling the crown part from zirconium oxide and adhering it to the metal part connected with the implant has been presented in figures 2–6. As can be seen in the pictures, this procedure is arduous and time-consuming, hence expensive. With the current development of technology and the widespread use of CAD/CAM techniques in dentistry, new possibilities have appeared, thanks to which an individual connector is more accessible, its making is simpler, more predict-

able, less expensive and possible with the use of biocompatible materials – not only zirconium oxide but also titanium – without the necessity of connecting particular parts to one another. There are several systems in the market which use digital technology in the designing of individual connectors [19–21]. One of them is the Atlantis system by Astra Tech created according to a concept by Dr. Julian Osorio [22]. For approximately a year and a half, the authors of this article have been performing or cementing works on Atlantis individual connectors without exceptions. Hence, the aesthetics of a reconstruction is better and more predictable, clinical procedures are faster and easier, which leads to increased effectiveness of running a dental practice; additionally, the connectors are available at moderate prices. A significant attribute of digitally designed connectors is the possibility of making any amount of identical connectors; it means that a connector screwed into an implant once will never need to be unscrewed, which has a great influence on soft tissues, and the operations in a laboratory are carried out on the second connector or a set of connectors [23, 24]. Below you will find a brief description of the procedures performed while making individual connectors with the use of the CAD/CAM technology.

The execution of Atlantis connectors is based on a completely different philosophy as opposed to standard connectors.



Ryc. 21. Zacementowany górny most. **Fig. 21.** Cemented upper bridge. **Ryc. 22.** Zacementowane dolne mosty. **Fig. 22.** Cemented lower bridges. **Ryc. 23.** Mosty po zacementowaniu, widok z przodu. W dolnym moście, uzupełniającym brakujące kły i siekacze, różowa ceramika uzupełniająca deficyt kości będący efektem zaawansowanej choroby przyzębia. **Fig. 23.** Bridges after cementing, view from the front. In the lower bridge, which supplements missing canine teeth and incisors, pink ceramics fills the bone deficit being an effect of an advanced periodontal disease. **Ryc. 24.** Stan przed leczeniem pacjenta. **Fig. 24.** Condition before treatment.

With the latter ones, a dental technician is forced to adjust the design of a prosthetic reconstruction – a crown or bridge – to factory-made connectors, which he or she can modify in a limited manner. The situation is reversed in case of using digitally designed connectors. First, a target prosthetic reconstruction is designed. Then, after the process of scanning its wax up, the connector is designed virtually in a way that ensures its best fit in relation to the future reconstruction. Due to the fact that the design is conducted virtually, a dental practitioner or technician can make all corrections without any additional costs. Once all necessary modifications have been made, the connectors are milled from titanium or zirconium oxide. Hence, after performing an impression at the implant level (fig. 7) on a working model, a movable wax up (fig. 8) is made based on a previously conducted functional and aesthetic analysis on models placed in an articulator. Hav-

ing filled in an online order form, which enables selecting a material from which the connector is to be made, its relation to soft tissues and parallelism towards potential subsequent connectors, a wax up model is sent to the milling centre located in Mölndal, Sweden (for European countries). After a virtual design is complete, it is sent via email to a laboratory, where a technician or dental practitioner can make their own corrections or simply accept the proposed shape of the connector (fig. 9–11). Taking all corrections into account, the connectors are milled and sent back (fig. 12); the entire procedure takes only a few days. Having received the connectors and after screwing them into the implants, subsequent stages of completing a prosthetic denture are identical as in case of a classic prosthesis based on natural dentition. The possibility of making identical duplicates of connectors enables screwing the connectors and making an impression, whereas the

identycznych łączników, dzięki czemu raz przykręcony do implantu łącznik nigdy więcej nie musi być odkręcany, co jest nie bez znaczenia dla tkanek miękkich, bowiem do pracy w laboratorium służy drugi łącznik lub komplet łączników [23, 24]. Poniżej przedstawiono w zarysie kolejność procedur przy wykonywaniu łączników indywidualnych wykorzystujących technologię CAD/CAM.

Wykonawstwo łączników Atlantis oparte jest na zupełnie innej filozofii niż ma to miejsce w przypadku łączników standardowych. Przy tych ostatnich technik dentystyczny zmuszony jest dopasować się z projektem odbudowy protetycznej – korony lub mostu – do fabrycznie przygotowanych łączników, które może modyfikować w ograniczony sposób. Przy łącznikach projektowanych cyfrowo sytuacja ulega odwróceniu. Najpierw projektowana jest docelowa odbudowa protetyczna, następnie po zeskanowaniu jej symulacji woskowej (wax up) łącznik projektowany jest wirtualnie w taki sposób, aby najlepiej pasował do przyszłej re-

Najważniejsze zalety stosowania łączników indywidualnych to: znaczne przyspieszenie procedur, ułatwienie procedur protetycznych, minimalizacja traumatyzacji tkanek dzięki eliminacji konieczności wielokrotnego odkręcania łączników, eliminacja niebezpieczeństwa cementitis, biokompatybilność materiałów, przewidywalność i trwałość uzyskiwanych efektów estetycznych.

The most important advantages of their application include: significant acceleration of procedures, facilitation of prosthetic procedures, minimisation of tissue traumatization due to the elimination of repeated unscrewing of connectors, elimination of the risk of cementitis, biocompatibility of materials, predictability and durability of aesthetic effects obtained.

konstrukcji. Ponieważ projekt wykonywany jest wirtualnie, lekarz lub technik może nanosić dowolne poprawki, nie ponosząc żadnych kosztów. Dopiero po ich naniesieniu łączniki są frezowane z tytanu bądź tlenku cyrkonu. Tak więc po wykonaniu wycisku z poziomu implantu (ryc. 7) na modelu roboczym wykonywany jest ruchomy wax up (ryc. 8) w oparciu o wcześniej przeprowadzoną analizę funkcjonalno-estetyczną na modelach montowanych w artykulatorze. Po wypełnieniu online formularza zamówienia, w którym oznacza się materiał z jakiego ma być wykonany łącznik, jego relacji w stosunku do tkanek miękkich i równole-

głości do ewentualnych kolejnych łączników, model z wax upem jest wysyłany do centrum frezowania, które dla krajów europejskich zlokalizowane jest w Mölndal w Szwecji. Po wykonaniu projektu wirtualnego jest on wysyłany pocztą e-mail do laboratorium, gdzie technik lub lekarz może nanieść swoje poprawki bądź zaakceptować zaproponowany kształt łącznika (ryc. 9–11). Po uwzględnieniu poprawek łączniki są frezowane i odsyłane do zamawiającego (ryc. 12), a cała procedura trwa kilka dni. Po otrzymaniu łączników i ich przykręceniu do implantów kolejne etapy wykonania pracy protetycznej są identyczne jak ma to miejsce

laboratory can work on the second set of connectors to carry out further stages of the process. This way implant-surrounding tissues are not subject to traumas, and subsequent prosthetic appointments are much quicker and do not require anaesthetising, which is frequently a necessity in case of soft tissues characterised by substantial thickness and a large variance of the subgingival part of connectors (fig. 13, 14). No need for unscrewing connectors is of significant importance in case of large reconstructions when the process of performing extensive works requires several visits connected with passivity tests of the structures, a control pro-

cedure without glazing, etc. Repeated screwing in and unscrewing many (up to a dozen or so in case of a full reconstruction) connectors takes many hours of precious time (fig. 15–24).

Based on the data presented above and various clinical examples, the authors of this article encourage taking the opportunity provided by contemporary digital technology used in the process of making individual connectors. To sum up, the most important advantages of their application include:

- significant acceleration of procedures,
- facilitation of prosthetic procedures (no necessity to provide information concern-

ing the shape of soft tissues that surround a connector because a connector's duplicate can be used by laboratory staff),

- minimisation of tissue traumatization due to the elimination of repeated unscrewing of connectors,
- elimination of the risk of cementitis,
- biocompatibility of materials,
- predictability and durability of aesthetic effects obtained.

Jan K. Pietruski M.D. Ph.D., Małgorzata D. Pietruska M.D. Ph.D.

List of references is also available in electronic form at: www.e-Dentico.pl 

w klasycznej protetyce opartej na naturalnym uzębieniu. Możliwość wykonania identycznych duplikatów łączników pozwala na przykręcenie łączników, wykonanie wycisku z ich poziomu, a na kolejnych etapach wykonywania rekonstrukcji, laboratorium pracuje na drugim komplecie łączników. W ten sposób tkanki otaczające implant nie są traumatyzowane, a kolejne wizyty protetyczne są znacznie szybsze i nie wymagają znieczulania, co niejednokrotnie jest konieczne w przypadkach znacznej grubości tkanek miękkich i dużej rozbieżności ścian poddziąsłowej części łącznika (ryc. 13, 14). Brak konieczności odkręcania łączników nabiera zasadniczego znaczenia przy dużych rekonstrukcjach, kiedy proces wykonania rozległych prac wymaga kilku wizyt związanych z próbami pasywności struktur, prób bez glazury itd., a wielokrotne przykręcanie i odkręcanie licznych – przy pełnej rekonstrukcji czasem kilkunastu – łączników sumarycznie pochłania nawet kilka godzin cennego czasu klinicysty (ryc. 15–24).

W oparciu o przedstawione powyżej dane i przykłady kliniczne autorzy artykułu zachęcają do wykorzystania możliwości, jakie daje nam współczesna technologia cyfrowa zaangażowana w wytwarzanie łączników indywidualnych. Reasumując, najważniejsze zalety ich stosowania to:

- znaczne przyspieszenie procedur,
- ułatwienie procedur protetycznych (brak konieczności przekazywania w wycisku informacji dotyczących kształtu tkanek miękkich wokół łącznika dzięki duplikatowi łącznika służącemu do pracy w laboratorium),
- minimalizacja traumatyzacji tkanek dzięki eliminacji konieczności wielokrotnego odkręcania łączników,

- eliminacja niebezpieczeństwa cementitis,
- biokompatybilność materiałów,
- przewidywalność i trwałość uzyskiwanych efektów estetycznych.

Piśmiennictwo/References:

1. Barboza E.P., Caula A.L., Carvalho W.R.: Crestal bone loss around submerged and exposed unloaded dental implants: a radiographic and microbiological descriptive study. *Implant Dent.*, 2002, 11, 2: 162–169.
2. Mish C.E. i wsp.: A bone quality-based implant system: First year of prosthetic loading. *J. Oral Implantol.*, 1999, 25, 3: 185–197.
3. Abrahamsson I., Berglund T., Lindhe J.: The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J. Clin. Periodontol.*, 1997, 24, 5: 568–572.
4. Kraft S. i wsp.: Analytical approach to determine the rotational freedom of dental abutment connections [w:] 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, ECIFMBE 23–27 November 2008, Antwerp, Belgium, Vander Sloten J. i wsp. (eds), IFMBE Proceedings, 2009, 22, part 10: 1484–1487.
5. Mangano C. i wsp.: Prospective clinical evaluation of 1920 Morse taper connections implants: results after 4 years of functional loading. *Clin. Oral Implants Res.*, 2009, 20, 3: 254–261.
6. Abrahamsson I., Berglund T., Lindhe J.: Soft tissue response to plaque formation at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin. Oral Implants Res.*, 1998; 9: 73–79.
7. Laurell L., Lungren D.: Marginal bone level changes at dental implants after 5 year in function: a meta-analysis. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.*, 2011, 13, 1: 19–28.
8. Canullo L. i wsp.: Platform switching and marginal bone-level alterations: the results of a randomized-controlled trial. *Clin. Oral Implant Res.* 2010, 21, 1: 115–121.
9. Wagenberg B., Froum S.: Prospective study of 94 platform-switched implants observed from 1992 to 2006. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2010, 30, 1: 9–17.
10. Cappiello M. i wsp.: Evaluation of peri-implant bone loss around platform-switched implants. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 2008, 28, 4: 347–355.

11. Welander M., Abrahamsson I., Berglund T.: The mucosal barrier at implants abutments of different materials. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2008, 19, 7: 635–641.
12. Gomes A.L., Montero J.: Zirconia abutments: a review. *Med. Oral Patol. Cir. Bucal*, 2011, 16, 1: e50–e55.
13. Linkevicius T.: Influence of abutment material on stability of peri-implant tissues: a systematic review. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2008, 23, 3: 449–456.
14. Papazian S., Morgano S.M.: A laboratory procedure to facilitate development of an emergence profile with custom implant abutment. *J. Prosthet. Dent.*, 1998; 79, 2: 232–234.
15. Gapski R. i wsp.: Endosseous implant failure influenced by crown cementation: a clinical case report. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 2008, 23, 5: 943–946.
16. Pauletto N., Lahiffe B.J., Walton J.N.: Complications associated with excess cement around crowns on osseointegrated implant: a clinical report. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 1999, 14, 6: 865–868.
17. Agar J.R. i wsp.: Cement removal from restorations luted to titanium abutments with simulated subgingival margins. *J. Prosthet. Dent.*, 1997, 78, 1: 43–47.
18. Wadhvani C., Piñeyro A.: Technique for controlling the cement for an implant crown. *J. Prosthet. Dent.*, 2009, 102, 1: 57–58.
19. Vafiadis D.C.: Computer-generated abutments using a coded healing abutment: a two-year preliminary report. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.*, 2001, 19, 7: 443–448.
20. Adams M.W.: Computer-designed and milled patient-specific implant abutments. *Dent. Today*, 2005, 24, 6: 1–4.
21. Ganz S.D.: Computer-milled patient-specific abutments: incredible quality with unprecedented simplicity. *Pract. Proced. Aesthet. Dent.*, 2003, 15, Suppl. 8: 37–44.
22. Osorio J.: Use of the Atlantis Abutment in restorative practice speeds time to function and aesthetics. *Dent. Implantol. Update*, 2000, 11, 8: 57–62.
23. Ceruti P. i wsp.: Management of prosthetic abutments respecting peri-implant soft tissues. *Minerva Stomatol.*, 2005, 54: 601–605.
24. Degidi M., Nardi D., Piattelli A.: One abutment at one time: non-removal of an immediate abutment and its effect on bone healing around subcrestal tapered implants. *Clin. Oral Impl. Res.*, 2011, 22, 11: 1303–1307.

Lista piśmiennictwa dostępna jest także w formie elektronicznej na stronie www.e-Dentico.pl