

## Cechy systemu implantów stomatologicznych i ich potencjalny wpływ na uzyskanie i utrzymanie efektu estetycznego

### Dental implant system design and it's potential impact on the establishing and sustainability of aesthetics

#### Streszczenie

Coraz więcej mówi się na temat znaczenia, jakie ma uzyskanie i utrzymanie estetyki uzupełnień opartych na implantach. Osiągnięcie tego celu uwarunkowane jest czterema podstawowymi czynnikami, są to: stabilizacja pierwotna implantu, powierzchnia implantu, geometria linii kontaktu pomiędzy implantem i łącznikiem oraz połączenie między implantem i łącznikiem. W niniejszym artykule omówiono wszystkie te czynniki w kontekście budowy systemu implantów stożkowatych BIOMET **3i** T3™ Tapered Implant System, a także potencjalny wpływ tych czynników na długoterminową estetykę.

#### Abstract

There is a growing appreciation of the importance of establishing and sustaining the aesthetics of implant restorations. Four of the most important factors for achieving this goal are: implant primary stability, implant surface, implantabutmentjunction geometry, and implant-abutment connection. This article reviews each of these factors as they relate to the design of the BIOMET **3i** T3™ Tapered Implant System and discusses the potential impact these factors can have on long-term aesthetics.

#### Wstęp

Minęło 30 lat odkąd Per-Ingvar Brånemark po raz pierwszy przedstawił naukowcom z Ameryki Północnej wyniki swoich prac nad śródkostnymi implantami stomatologicznymi. W tym czasie następował stały rozwój komponentów chirurgicznych i protetycznych, a także protokołów terapeutycznych w leczeniu implantologicznym. Jednocześnie dokonywały się zmiany w myśleniu lekarzy praktyków. Lekarze dentyści, którzy początkowo chcieli tylko odtworzyć prawidłowe funkcje u bezzębnych pacjentów, szybko zaczęli pracować nad tym, aby wykonywane uzupełnienia były jeszcze bardziej estetyczne. Zwracali także uwagę na przyspieszenie i uproszczenie leczenia.

W późniejszym czasie wzrosła świadomość, że nie wystarczy po prostu wszczepić implant, poczekać aż ulegnie osteointegracji, a następnie założyć estetyczną koronę ostateczną. Złożone procesy biologiczne mogą z czasem zniweczyć nawet najpiękniejszą pracę. Tak więc kluczowego znaczenia nabrały strategie, które pozwalają uzyskać, a przede wszystkim utrzymać estetykę uzupełnień opartych na implantach przez lata, a nawet przez dziesięciolecia.

Do wykonania estetycznych uzupełnień przyczynia się wiele czynników. Podobnie jest z utrzymaniem osiągniętych efektów w przyszłości. W niniejszym artykule omówione zostaną cztery czynniki, które mają największe znaczenie dla wykonania i utrzymania estetycznych uzupełnień opartych na implantach. Do czynników tych należą:

- Stabilizacja pierwotna implantu
- Powierzchnia implantu

- Geometria linii kontaktu pomiędzy implantem i łącznikiem
- Połączenie pomiędzy implantem i łącznikiem

#### *Stabilizacja pierwotna implantu*

Pierwszym krokiem w kierunku uzyskania estetycznego efektu jest wybór implantu o odpowiedniej budowie. Jeśli tylko pozwala na to sytuacja kliniczna, można wybrać odpowiedni system implantologiczny, ukierunkowany na leczenie estetyczne, już na etapie zabiegu chirurgicznego. Przykładem jest implantacja jednoetapowa z wykorzystaniem łącznika gojącego BIOMET **3i** BellaTek™ Encode® Healing Abutment, co powoduje, że tkanki miękkie są od początku odpowiednio stymulowane do gojenia. Technika jednoetapowa minimalizuje uraz dla tkanek, sprzyja ich właściwemu konturowaniu i potencjalnie pozwala zachować tkanki miękkie. Innym estetycznym rozwiązaniem, które może być oferowane przez wybrany system implantologiczny, jest możliwość zaopatrzenia tymczasowego już w dniu zabiegu chirurgicznego. Technika ta pozwala korzystać z możliwości rzeźbienia tkanek miękkich, a dodatkowo zapewnia natychmiastowy efekt estetyczny.

Krytycznym czynnikiem, warunkującym powodzenie technik opartych o wczesne formowanie tkanek miękkich, jest pierwotna stabilizacja implantu. Istnieją mocne dowody na to, że częste, choć mikroskopijne ruchy podczas wczesnych faz gojenia hamują lub uniemożliwiają osteointegrację. Może to być najczęstsza przyczyna niepowodzenia leczenia implantologicznego. Implant musi

wykazywać dostateczną stabilizację pierwotną, aby opierał się mikroprzesunięciom do czasu osiągnięcia stabilizacji wtórnej (biologicznej) [1].

Prawdopodobieństwo uzyskania stabilizacji pierwotnej przy użyciu wybranego systemu implantologicznego zależy od wielu czynników. Na przykład system stożkowatych implantów BIOMET **3i** T3 zawiera specjalne wiertła o odpowiedniej długości i średnicy, pozwalające na precyzyjne opracowanie łoża, które jest dopasowane do wszczepianych implantów (np. ma mniejszą średnicę). Jeśli po wszczępieniu implantu jego cała powierzchnia ściśle kontaktuje się z łożem kostnym na całej jego długości, mówimy o wysokim początkowym wskaźniku kontaktu tkanki kostnej z implantem (ang. Initial Bone-to-Implant Contact, IBIC) [2]. Tego rodzaju kontakt poprawia stabilizację pierwotną [3]. Ponadto stożkowate implanty T3™ wykazują cechy makrogeometryczne, które zwiększają stabilizację pierwotną. Należy do nich wysoki, wąski gwint, penetrujący kość w kierunku bocznym oraz zapewniający pewne i trwałe zamocowanie.

W praktyce klinicznej stabilizację pierwotną mierzy się w sposób pośredni poprzez pomiar momentu obrotowego podczas implantacji lub metodą analizy rezonansu częstotliwości (ang. Resonance Frequency Analysis, RFA). Zasadniczo moment obrotowy podczas implantacji przekraczający 35 Ncm lub wartość początkowego wskaźnika stabilizacji (ang. Initial Stability Quotient, ISQ), mierzonego metodą RFA, powyżej 65 oznacza uzyskanie dostatecznej stabilizacji implantu, aby możliwe było jego obciążenie [4–6].

Wykazano, że implanty stożkowate BIOMET **3i** w znacznej części przypadków spełniają te wymogi dotyczące stabilizacji pierwotnej. W badaniu prospektywnym, dotyczącym natychmiastowego obciążania, Östman i wsp. wszczępiłi 139 implantów stożkowatych BIOMET **3i** w obszarach w większości wygojonych i opisali średni moment obrotowy podczas implantacji wynoszący 53,1 Ncm oraz średnią wartość ISQ równą 73,3, podczas gdy wskaźnik utrzymania implantów wyniósł 99,2% [4]. Blok wszczępił stożkowate implanty do świeżych zębodołów poekstrakcyjnych w miejsce zębów trzonowych i uzyskał średnią wartość ISQ równą 77 w żuchwie i 73 w szczęce, przy wskaźniku utrzymania implantów równym 97,2% [7]. Te wyniki kliniczne potwierdzają wysoką stabilizację pierwotną implantów stożkowatych BIOMET **3i** [6].

System implantologiczny, który standardowo pozwala uzyskiwać wysoką stabilizację pierwotną zapewnia elastyczność niezbędną dla optymalnego spełniania potrzeb pacjenta. W przypadkach, kiedy nie ma możliwości przyspieszenia leczenia (np. w sytuacji niskiej jakości kości) wysoka stabilizacja pierwotna minimalizuje mikroprzesunięcia i zmniejsza ryzyko niepowodzenia integracji. Jeśli

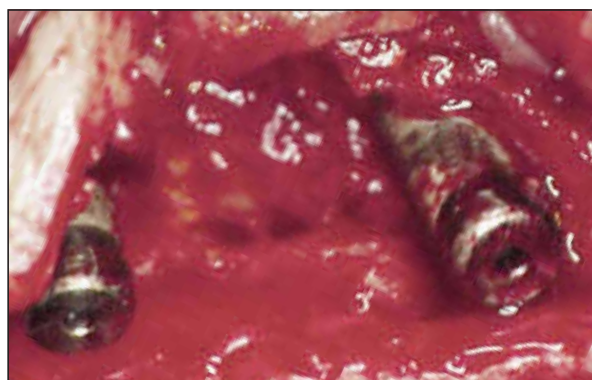
zaś warunki kliniczne są sprzyjające, stabilizacja pierwotna może zapewnić dodatkowe korzyści, pozwalając na wczesne lub natychmiastowe zaopatrzenie tymczasowe i/lub na formowanie tkanek w taki sposób, aby lepiej odpowiedzieć na oczekiwania estetyczne.

### Powierzchnia implantu

Jedną z najstarszych metod wspomaganie osteointegracji było schropowacenie powierzchni implantu. W porównaniu do stosunkowo gładkiej powierzchni toczonego tytanu, schropowana powierzchnia zwiększa pole kontaktu kości z implantem oraz siłę ich połączenia [8]. W latach 80. XX wieku producenci implantów opracowali różne techniki schropowacenia powierzchni implantów, w tym nanoszenie tytanowego aerozolu plazmowego (Straumann®) i piaskowanie tlenkiem tytanu (Astra Tech™).

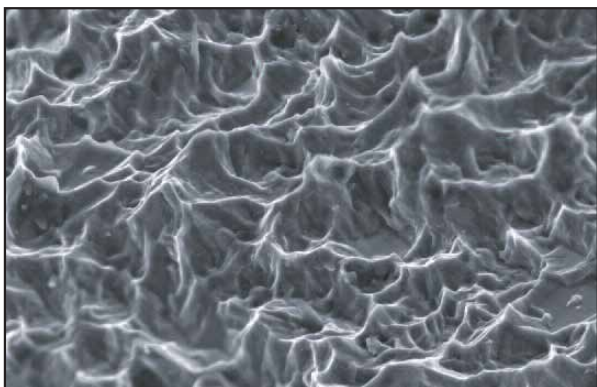
Te wczesne techniki skutecznie poprawiały osteointegrację, ale często prowadziły do niespotykanych wcześniej problemów. Opisywano występowanie powikłań ze strony błony śluzowej i innych tkanek wokół implantów pokrytych tytanowym aerozolem plazmowym (ang. Titanium Plasma Spray, TPS) oraz innych wszczępów o chropowatej powierzchni sięgającej części koronowej (Rycina 1) [9].

W odpowiedzi na te problemy firma BIOMET **3i** udoskonaliła proces chropowacenia powierzchni implantów, wprowadzając implanty o powierzchni OSSEOTITE® (Rycina 2) podwójnie wytrawianej kwasem (ang. Dual-Acid-Etched, DAE). Topografia tej powierzchni ma charakter dwupoziomowy, charakteryzuje się obecnością dołków wielkości 1–3 mikronów nałożonych na powierzchnię o minimalnym stopniu szorstkości (Sa, bezwzględna średnia szorstkość (Absolute Mean Roughness) < 1,0 μm) [9]. W celu silniejszego ograniczenia ryzyka powikłań ze strony błony śluzowej implanty OSSEOTITE mają hybrydową budowę – sprawdzoną historycznie toczoną powierzchnię na pierwszych 2–3 mm



**Rycina 1.** Prezentacja przypadku pacjenta z peri-implantitis wokół implantów pokrytych tytanowym aerozolem plazmowym (TPS)

**Figure 1.** Patient case demonstrating peri-implantitis around Titanium Plasma Sprayed (TPS) Implants



**Rycina 2.** Powierzchnia OSSEOTITE® w powiększeniu 20 000 ×

**Figure 2.** OSSEOTITE® Surface at 20,000 × magnification

od strony dokoronowej, a pozostałą powierzchnię poddaną podwójnemu wytrawianiu kwasem.

W prospektywnych, wieloośrodkowych badaniach nad implantami OSSEOTITE stwierdzono, że skumulowany wskaźnik powodzenia wynosi do 99,3% [11–14]. Meta-analiza opublikowanych danych wykazała, że skuteczność tych implantów nie ulega pogorszeniu w warunkach wysokiego ryzyka [15–17]. Badania histologiczne i histomorfometryczne na ludziach wykazały także znacząco większą powierzchnię kontaktu kości z implantem w przypadku powierzchni OSSEOTITE w porównaniu do powierzchni toczonych [18–20].

W roku 2010 przeprowadzono prospektywne, pięcioletnie, wieloośrodkowe, randomizowane badanie z grupą kontrolną, w którym porównywano implanty OSSEOTITE Hybrid i implanty z całą powierzchnią poddaną wytrawianiu pod kątem częstości występowania peri-implantitis [21]. Peri-implantitis to poważne, długoterminowe powikłanie, charakteryzujące się przede wszystkim przewlekłym stanem zapalnym tkanek miękkich i nieodwracalną utratą kości podpierającej implant [21]. Częstość występowania peri-implantitis to ponad 12% [22]. Wyniki badania przeprowadzonego w 2010 roku wykazały, że całkowicie wytrawiona powierzchnia nie zwiększa częstości występowania peri-implantitis. Jednocześnie dostarczyły nowych dowodów, że taka powierzchnia ogranicza utratę kości wyrostka (0,6 mm vs 1,0 mm). Wyniki te potwierdziły roczne obserwacje, jakie uzyskali w 2009 roku Baldi i wsp. [23], którzy stwierdzili także znacząco mniejszą utratę kości wokół poddanych całkowitemu wytrawianiu implantów OSSEOTITE (0,6 mm) w porównaniu do implantów hybrydowych (1,5 mm).

Wyniki obu tych badań miały ogromne znaczenie dla lekarzy praktyków, chcących utrzymać efekt estetyczny uzyskany u pacjentów wraz z upływem czasu. W cytowanych powyżej badaniach poddana całkowitemu wytrawianiu powierzchnia OSSEOTITE sprzyjała zachowaniu kości wyrostka, jed-

nocześnie zmniejszając ryzyko długoterminowej utraty kości lub utraty implantu na skutek powikłań w postaci peri-implantitis. Powszechnie wiadomo, że utrzymanie kości wyrostka jest korzystne dla wysokości i objętości tkanek miękkich, a więc w efekcie prowadzi do bardziej estetycznych efektów leczenia.

W ciągu kolejnych lat skuteczność kliniczna powierzchni OSSEOTITE była impulsem do prowadzenia dalszych badań nad powierzchniami implantów oraz ich wpływem na osteointegrację, zachowanie kości wyrostka oraz zmniejszenie ryzyka peri-implantitis. Kulminacją tych badań było najnowsze udoskonalenie powierzchni wprowadzone przez firmę BIOMET 3i: T3™ – Targeted Topography Technology™.

Powierzchnia T3 zachowała ducha OSSEOTITE, ale zarazem jest czymś więcej niż kolejną metodą chropowacenia. Rozróżnia ona dwa obszary w obrębie implantu, które odpowiadają na różne potrzeby kliniczne. Topografia w okolicy dokoronowej implantu przypomina tę stosowaną w implantach z powierzchnią OSSEOTITE – submikronową strukturę nałożoną na zagłębienia wielkości 1–3 mikronów, stworzone w powierzchni o minimalnej chropowatości ( $Sa < 1,0 \mu\text{m}$ ). Ta minimalnie chropowata powierzchnia ma zapewnić zachowanie kości wyrostka bez zwiększania ryzyka peri-implantitis.

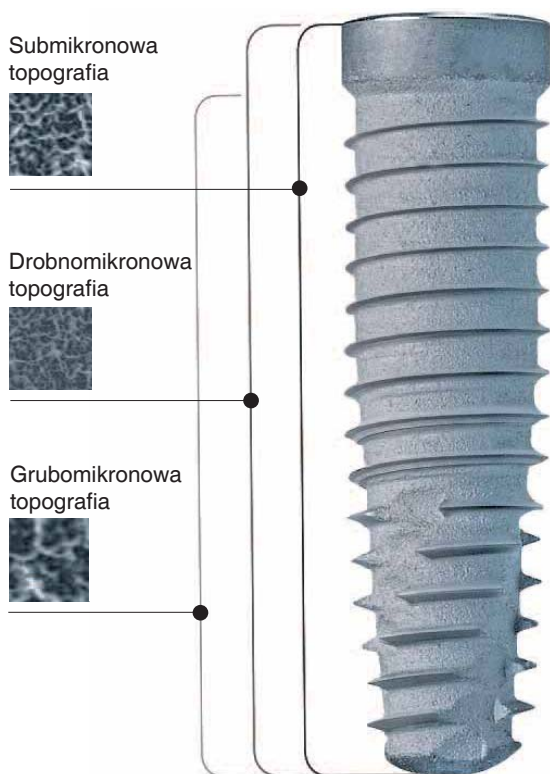
W obszarze dowierzchołkowym implantów T3 zastosowano dodatkowe udogodnienia. W tej okolicy mamy do czynienia z trójstopniową topografią, która obejmuje strukturę submikronową, naniesioną na zagłębienia wielkości 1–3 mikronów, stworzone w powierzchni o umiarkowanym stopniu szorstkości ( $Sa = 1,0\text{--}2,0 \mu\text{m}$ ) [9]. Taka topografia i uzyskane cechy ukształtowania powierzchni mają zachęcić liczne komórki prekursorowe powstającej *de novo* kości, wpływając w ten sposób na ilość i tempo jej wytwarzania [10, 24–27]. Jednocześnie te same cechy zapewniają klinowanie się powstającej kości, zwiększając siłę połączenia i stabilizację implantu podczas fazy gojenia otaczających go tkanek [28, 29].

W przypadku implantów stomatologicznych ich powierzchnia jest kluczowa dla uzyskania i utrzymania efektu estetycznego. Na tym etapie powierzchnia T3™ stanowi znaczący krok naprzód dzięki łączeniu kilku poziomów topografii i różnych cech w obrębie jednego implantu, co ma na celu poprawę osteointegracji, zachowanie kości wyrostka oraz ochronę przed rozwojem peri-implantitis.

#### *Geometria linii kontaktu między implantem i łącznikiem*

Trzecim czynnikiem kluczowym dla długoterminowej trwałości uzupełnień estetycznych jest wpływ geometrii linii kontaktu pomiędzy implantem i łącznikiem na szerokość biologiczną. Szerokość biologiczna stanowi naturalne uszczelnienie, które





**Rycina 3.** Topografia implantów stożkowatych BIOMET 3i T3

**Figure 3.** BIOMET 3i T3 Tapered Implant Topography

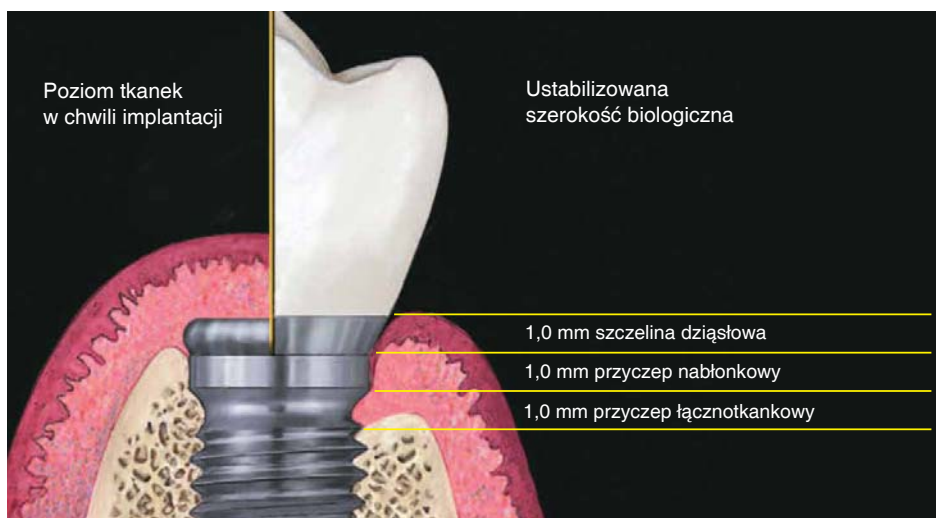
rozwija się wokół każdego elementu wystającego z kości i penetrującego przez tkanki miękkie do wnętrza jamy ustnej. Składa się ona z około 1,0 mm tkanki łącznej i 1,0 mm nabłonka, tworząc barierę chroniącą kość przed bakteriami obecnymi w jamie ustnej (Rycina 4) [30]. Po wszczepieniu implantów i założeniu na nie łączników penetrujących błonę śluzową, organizm reaguje odtwo-

zeniem niezbędnej szerokości biologicznej pomiędzy środowiskiem jamy ustnej a kością. Jeśli nie ma dostatecznej ilości tkanek miękkich, może dochodzić do resorpcji kości do momentu, kiedy zostanie odtworzona dostateczna szerokość biologiczna [31].

Odkrycie, którego dokonano na początku lat 90. XX wieku, po raz pierwszy ukazało możliwość wpływania na szerokość biologiczną poprzez odpowiednią budowę implantu. Odkrycia tego dokonano, kiedy zaczęto rutynowo stosować standardowe łączniki o średnicy 4,0 mm do odbudowy implantów o średnicy 5,0 i 6,0 mm. Kontrola radiologiczna tych implantów ze zmianą platformy (ang. *platform-switch*) doprowadziła do zaskakującego odkrycia, że zapewniają one większą ochronę kości wyrostka [31]. To doprowadziło do opracowania systemu implantologicznego, który ma wbudowaną zmianę platformy (implanty PRE-VAİL), co umożliwiło gruntowne badania na temat uczestniczących w tym zjawisku mechanizmów (Rycina 5).

Przeprowadzony ostatnio systematyczny przegląd i meta-analiza dziesięciu badań klinicznych, obejmujących 1238 implantów, wykazały znacznie statystycznie mniejszą utratę kości brzożnej wokół implantów ze zmianą platformy w porównaniu do implantów i łączników o takiej samej platformie [32].

Istnieje wiele hipotez wyjaśniających wpływ zmiany platformy na szerokość biologiczną i ostateczny poziom kości. Zgodnie z pierwszą z nich zastosowanie zmiany platformy pomiędzy implantem i łącznikiem powoduje, że tkanki znajdują się bardziej dośrodkowo, w większej odległości od kości, co pozwala na szczelniejsze odseparowanie kości od środowiska jamy ustnej w warunkach normalnej pracy, a szczególnie podczas wymiany



**Rycina 4.** Schemat przedstawiający typowy proces remodelingu kości wokół standardowego implantu po ustaleniu szerokości biologicznej

**Figure 4.** Schematic showing typical bone remodeling on a standard implant following formation of the biologic width

komponentów [33]. Inna, powiązana z nią hipoteza mówi, że szerokość biologiczna nie jest wymiarem wyłącznie pionowym, ale jest także modyfikowana przez względną odległość powierzchni, uzyskaną poprzez połączenie odpowiedniego implantu i łącznika. Zmiana platformy pomiędzy implantem a łącznikiem zapewnia większą odległość powierzchni w wymiarze pionowym i poziomym, pozwalając na ustalenie niezbędnej szerokości biologicznej zanim dojdzie do naruszenia wysokości kości [34]. Trzecia hipoteza mówi, że zmiana platformy wpływa na rozkład obciążeń biomechanicznych w obrębie zachowanej kości, co przyczynia się do jej zachowania [35]. Ostatnia z teorii opiera się na przesunięciu połączenia pomiędzy implantem i łącznikiem ku środkowi, co zmniejsza ryzyko zapalenia kości wywołanego skażeniem drobnoustrojami, wynikającym z niedostatecznej szczelności tego połączenia [36]. Prawdopodobnie w rzeczywistości skuteczność zmiany platformy wynika z połączenia kilku powyższych hipotezycznych mechanizmów.

Implant stożkowy T3 ma wbudowaną zmianą platformy, dzięki czemu jego budowa sprzyja zachowaniu kości wyrostka [32, 34, 35]. Eliminacja lub redukcja resorpcji na poziomie górnej części implantu pozwala zachować podparcie brodawek dziąsłowych i dziąsła brzeżnego na powierzchniach wargowych. Podparcie tkanek ma kluczowe znaczenie dla uzyskania i utrzymania efektów czynnościowych i estetycznych [37].

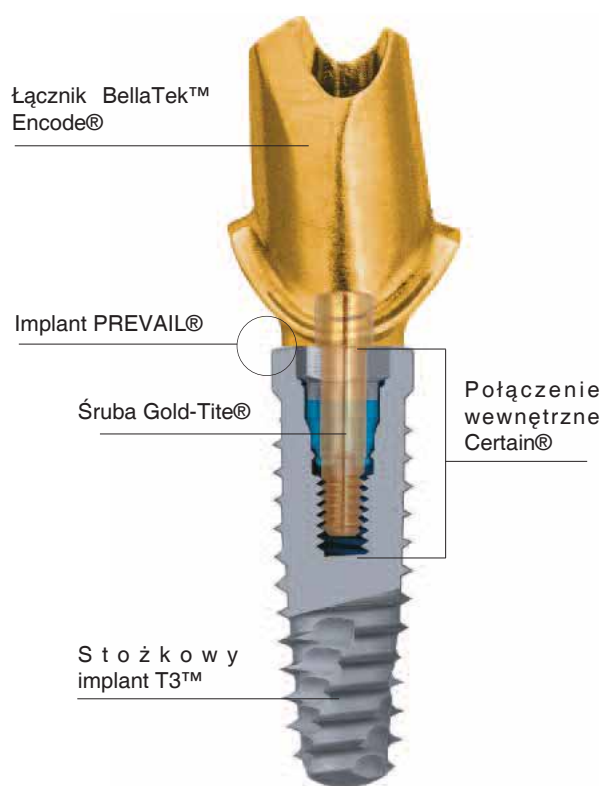
#### Połączenie pomiędzy implantem i łącznikiem

Czwartym czynnikiem, który znacząco wpływa na natychmiastowy i odległy efekt estetyczny, jest budowa połączenia pomiędzy implantem a łącznikiem. Prawdopodobnie zaprojektowane połączenie zapewnia:

- łatwość użycia
- elastyczność
- wytrzymałość
- stabilność
- dopasowanie
- precyzję

Większość z tych aspektów koreluje z estetyką. W celu spełnienia wymienionych wymogów implanty stożkowe T3 wyposażono w połączenie wewnętrzne Certain.

Połączenie Certain posiada liczne cechy, które ułatwiają jego użycie (Rycina 6). Należą do nich brak połączenia komponentów, co eliminuje pewne etapy podczas osadzania chirurgicznego, kolorowe oznaczenie łącznika implantu i stosowanych komponentów protetycznych dla ich łatwego doboru, a także opatentowany efekt „klikania”, potwierdzający retencję elementu. Ponadto to połączenie jest kompatybilne z systemem wyciskowym BellaTek Encode, co eliminuje konieczność stosowania transferów wyciskowych i pobierania wycisków z poziomu implantów.



**Rycina 6.** Schemat implantu stożkowego T3 PREVAIL

**Figure 6.** Schematic of a T3 Tapered PREVAIL Implant

Połączenie zawiera także podwójny, 12-pozycyjny heksagon. Służy on dwóm, powiązanim ze sobą celom. Po pierwsze 12 pozycji pozwala chirurgowi na optymalne umiejscowienie implantu w opracowanym łożu bez indeksowania połączenia (nadmiernego lub niedostatecznego dokręcania w celu dopasowania połączenia do znacznika przedsionkowego). Ułatwia to zabieg implantacji, a także pozwala na takie umieszczenie implantu, aby uzyskać jak największy kontakt kości z implantem (IBIC), a w efekcie stabilizację pierwotną. Po drugie połączenie o 12 pozycjach daje maksymalną elastyczność estetyczną lekarzowi wykonującemu odbudowę. Może on łatwiej skompensować nie do końca optymalne położenie implantu poprzez wykorzystanie gotowych, pochylonych pod kątem elementów.

Połączenie musi być nie tylko łatwe w użyciu, ale także współpracować synergistycznie z samym implantem, łącznikiem i śrubą, zapewniając wytrzymałość niezbędną dla długoterminowego efektu estetycznego. W celu oceny wytrzymałości systemów implantologicznych producenci implantów poddają je zwykle standaryzowanej metodzie badawczej, opisaniej w ISO14801, dynamicznemu badaniu zmęczenia dla śródkostnych implantów stomatologicznych [38]. Standaryzacja tego testu pozwala na porównywanie wyników uzyskanych przez poszczególnych producentów. W tabeli 1 przedstawiono wartości wytrzymałości na zmę-

**Tabela 1.** Wyniki badania wytrzymałości implantów na zmęczenie w oparciu o metodę badawczą ISO 14801 (projekt badania zgodny z ISO14801)**Table 1.** Results from fatigue testing of implants based on ISO 14801 test method (set-up specified as per ISO14801)

Implant nr	Opis	Źródło	Granica wytrzymałości
			N
N.d.	CP Grade 1 Ti, system Nobel Branemark (3,75 mm)	73166A - Nobel Active™ Technical and Clinical Story 2011, strona 4.	185
N.d.	CP Grade 4 Ti, Nobel Replace™ Tapered Groovy RP (4,3 mm)	23119C - Nobel Replace Tapered Brochure 2009.2, strona 23.	283
N.d.	CP Grade 4 Ti, Straumann® BoneLevel 4,1 mm	Straumann, Inc. Starget 4-2007 Brochure, strona 25.	300
XIITP4315	CP Grade 4 Ti, OSSEOTITE® 2 Certain® Tapered PREVAIL®, implant o średnicy 4,0 mm i platformie 3,4 mm	BIOMET 3i Test Report L11-030	372

czenie systemu implantologicznego BIOMET 3i Certain w porównaniu do trzech konkurencyjnych implantów.

Pomijając wytrzymałość, stabilne i ściste połączenie pomiędzy implantem i łącznikiem może także wpływać na estetykę. Stabilny, ścisty kontakt pomiędzy implantem i łącznikiem minimalizuje mikroprzesunięcia łącznika i redukuje potencjalny mikroprzeciek. Powinno to teoretycznie redukować procesy zapalne, związane z utratą kości lub tkanek miękkich.

Połączenie wewnętrzne Certain opracowano w celu zminimalizowania ryzyka mikroprzesunięć i mikroprzecieku. W przedstawionym ostatnio badaniu Suttin i wsp. [39] oceniali wytrzymałość i szczelność czterech dostępnych w sprzedaży systemów implantologicznych, w tym systemów Thommen Medical (połączenie płaskie), Straumann (połączenie stożkowe), Astra Tech™ (połączenie stożkowe) i BIOMET 3i (połączenie płaskie). Wyniki badania wykazały potencjalne zalety implantów BIOMET 3i Certain® pod względem odporności na mikroprzeciek w warunkach dynamicznego obciążenia. Na rycinie 7. przedstawiono ostateczne obciążenia, przy których uzyskano

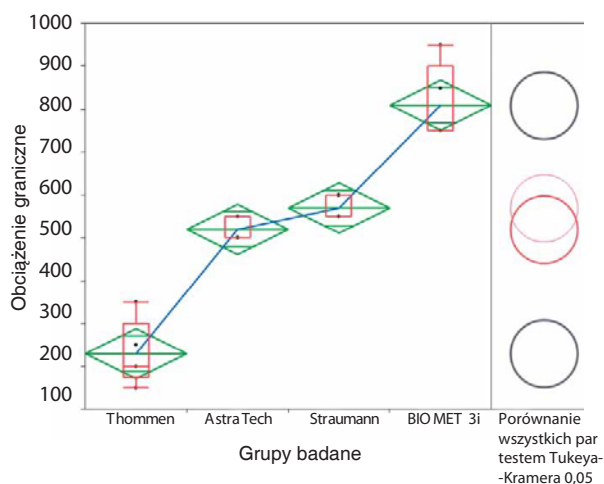
przeciek i/lub pęknięcie poszczególnych próbek (n = 5 dla każdego producenta).

Wyniki badań mikroprzecieku wokół połączenia wewnętrznego Certain stoją w sprzeczności z badaniami producentów implantów o połączeniu stożkowym. Ale nie wszystkie systemy implantologiczne o płaskim połączeniu są rzeczywiście jednakowe. System Certain ma bardzo dokładnie wykonaną powierzchnię kontaktową w celu precyzyjnego dopasowania łącznika. Wykorzystano w nim także technologię śrub łączników Gold-Tite dla uzyskania maksymalnych sił mocujących.

Śruby łączników Gold-Tite są pokryte warstwą złota o czystości 99,9% i grubości co najmniej 40 mikrocali. Powłoka ta działa jak suchy smar, redukując tarcie pomiędzy śrubą i gwintem implantu. Dzięki obecności suchego smaru śruba może się rozciągać, wkręcać głębiej w implant i ostatecznie dociskać przykręcany element (Rycina 8). W efekcie uzyskuje się o 100% większą siłę mocującą w porównaniu do śrub bez powłoki [40]. Ściste połączenie implantu i elementu odbudowującego zapewnia maksymalną stabilizację powierzchni kontaktu oraz minimalizuje szczelinę pomiędzy tymi dwoma komponentami. Technologia ta pozwala zrozumieć, skąd bierze się odporność systemu Certain na mikroprzeciek.

Ostatnią zaletą połączenia Certain jest możliwość minimalizowania błędów w wymiarze pionowym podczas wykonywania odbudowy. Błędy tego rodzaju mogą powstać na skutek niedokładnego przeniesienia pozycji osadzenia w procesie wykonywania uzupełnień, co może prowadzić do nieprawidłowych warunków zwarciovych po założeniu uzupełnień ostatecznych, nieprawidłowych kontaktów między zębami lub braku pasywnego dopasowania [41, 42]. Stała pozycja osadzania połączenia Certain eliminuje źródło błędów, które prowadzą często do niepowodzenia w przypadku połączeń stożkowych. Dailey i wsp. [41] oraz Towse i wsp. [42] rozpoznali i zmierzili źródła błędów w przypadku połączeń stożkowych, wykazując potencjalne korzyści, jakie niesie ze sobą połączenie Certain.

W miarę jak spoteczność implantologów przechodzi na cyfrowe metody leczenia odtwórczego,

**Rycina 7.** Cykliczne obciążenie na pochylni**Figure 7.** Ramped Cyclic Loading



pojawiają się nowe źródła błędów. Skuteczność tego przejścia technologicznego wymaga, aby każdy z uczestników procesu wytwarzania uzupełnień minimalizował swój wkład w całościowy poziom błędów. Implanty T3™ z połączeniem Certain prowadzą pod względem precyzji odbudowy w wymiarze pionowym i zapewniają późniejsze dobre położenie, spełniając obecne i przyszłe wymogi technologii cyfrowych.

#### Znaczenie kliniczne

Pacjenci chcą i coraz częściej będą oczekiwali, że ich uzupełnienia oparte na implantach będą pomimo upływu czasu nadal wyglądały równie dobrze, jak w dniu ich osadzenia. Osiągnięcie tego celu wymaga zwrócenia uwagi na wiele czynników. Budowa implantu może wywierać znaczący wpływ na spełnienie warunków niezbędnych dla uzyskania i utrzymania efektu estetycznego.

System implantów stożkowatych BIOMET 3i T3™ opracowano z myślą o spełnieniu tych podstawowych wymogów klinicznych, zapewniając:

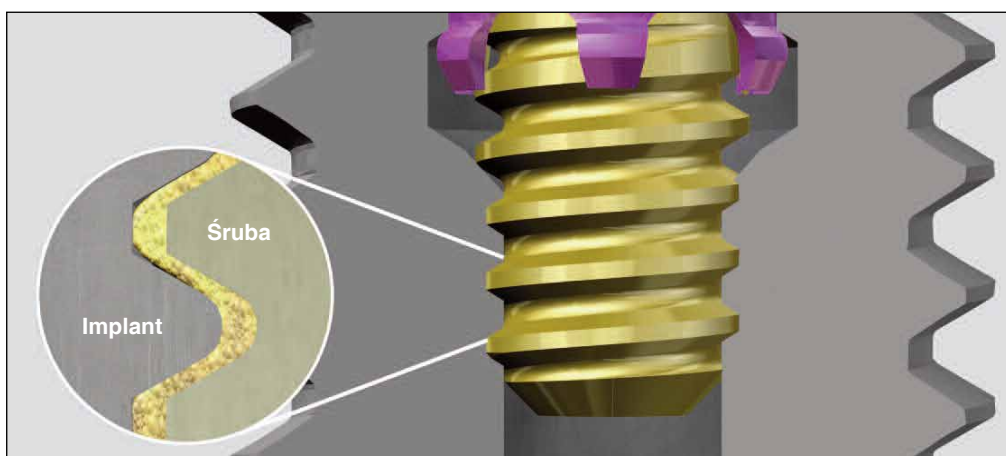
- stabilizację pierwotną, niezbędną dla podparcia wcześniej wykonanych estetycznych uzupełnień tymczasowych i/lub rzeźbienia tkanek;
- współczesne ukształtowanie powierzchni, wspomagające osteointegrację, oszczędzające tkanki twarde i minimalizujące ryzyko powikłań w postaci peri-implantitis;
- wytrzymałość systemu niezbędną dla zapewnienia długoterminowej estetyki i funkcjonalności;
- geometrię linii kontaktu implantu i łącznika oraz odpowiednie cechy połączenia między nimi, zapewniające zachowanie kości wokół implantu, a dzięki temu trwałe podparcie dla optymalnego ukształtowania tkanek miękkich;
- bardzo dokładne połączenie, usytuowane w odpowiedni sposób, spełniający współcze-

sne i przyszłe wymogi cyfrowego leczenia ortwórczego.

Przedstawione doświadczenia chirurga są prawdziwe, ale uzyskane wyniki nie zawsze muszą być typowe, reprezentatywne ani być wskaźnikiem dla wszystkich procedur, w których wykorzystywano implanty BIOMET 3i i związane z nimi komponenty. Komponenty BIOMET 3i z powodzeniem stosowano u pacjentów. Jednak w przypadku każdego systemu implantologicznego istnieją czynniki chirurgiczne i pozabiegowe, które mogą ostatecznie doprowadzić do nieprzewidywalnych skutków. Do czynników tych należą między innymi stan zdrowia pacjenta przed i po zabiegu, jakość kości, liczba procedur chirurgicznych oraz przestrzeganie zaleceń i wytycznych dotyczących zabiegów. Wobec tych zmiennych nie można przewidzieć ani zagwarantować określonych efektów, ani satysfakcji pacjenta i lekarza.

#### Piśmiennictwo

- [1] Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, et al. Timing of loading and effect of micro-motion on bone-implant interface: A review of experimental literature. *J Biomed Mat Res* 1998;43:192–203.
- [2] Meltzer AM. Primary stability and initial bone-to-implant contact: The effects on immediate placement and restoration of dental implants. *J Implant Reconstr Dent* 2009;1(1):35–41.
- [3] Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont*. 1998 Sep-Oct;11(5):491–501.
- [4] Östman PO, Wennerberg A, Ekestubbe A, et al. Immediate occlusal loading of NanoTite™ tapered implants: A prospective 1-year clinical and radiographic study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012 Jan 17. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00437.x. [Epub ahead of print]
- [5] Östman PO, Hellman M, Wendelhag I, Sennerby L. Resonance frequency analysis measurements of implants at placement surgery. *Int J Prosthodont* 2006; 19:77–83, discussion 84.



**Rycina 8.** Śruba łącznika Gold-Tite® Abutment Screw jest pokryta warstwą co najmniej 40 mikrocali złota o stopniu czystości 99,99%, która działa jak suchy smar, redukując tarcie pomiędzy śrubą a gwintami implantu, pozwalając w ten sposób na rozciąganie się śruby

**Figure 8.** The Gold-Tite® Abutment Screw, coated with a minimum of 40 micron inches of 99.99% pure gold, acts as a dry lubricant to reduce friction between the screw and the implant threads, thus permitting the screw to stretch

- [6] Östman PO, Wennerberg A, Albrektsson T. Immediate occlusal loading of NanoTite PREVAIL implants: a prospective 1-year clinical and radiographic study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 Mar;12(1):39–47.
- [7] Block MS. Placement of implants into fresh molar sites: results of 35 cases. *J Oral Maxillofac Surg*. 2011 Jan;69(1):170–4. Epub 2010 Nov 2.
- [8] Cochrane DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol* 1999;70(12):1523–1539.
- [9] Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, et al. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res* 1996;7:201–211.
- [10] Svanborg LM, Andersson M, Wennerberg A. Surface characterization of commercial oral implants on the nanometer level. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010 Feb;92(2):462–9.
- [11] Testori T, Wiseman L, Woolfe A, et al. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: Four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001;16:193–200.
- [12] Sullivan DY, Sherwood RL, Porter SS. Long term performance of Osseotite implants: A 6-year clinical follow-up. *Compend Contin Educ Dent* 2001;22:326–334.
- [13] Mayer TM, Hawley CE, Gunsolley JC, et al. The single-tooth implant: A viable alternative for single tooth replacement. *J Periodontol* 2002;73:687–693.
- [14] Khang W, Feldman S, Hawley CE, et al. A multi-center study comparing dual acid-etched and machined-surfaced implants in various bone qualities. *J Periodontol* 2001;72:1384–1390.
- [15] Feldman S, Boitel N, Weng D et al. Five-year survival distributions of shortlength (10mm or less) machined-surfaced and Osseotite implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6:16–23.
- [16] Stach RM, Kohles SS. A meta-analysis examining the clinical survivability of machined-surfaced and Osseotite implants in poor quality bone. *Implant Dent* 2003;12:87–96.
- [17] Bain CA, Weng D, Meltzer A, et al. A meta-analysis evaluating the risk for implant failure in patients who smoke. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23:695–708.
- [18] Trisi P, Lazzara R, Rebaudi A, et al. Bone-implant contact on machined and Osseotite surfaces after 2 months of healing in the human maxilla. *J Periodontol* 2003;74:945–956.
- [19] Trisi P, Lazzara R, Rao W, et al. Bone-implant contact and bone quality: Evaluation of expected and actual bone contact on machined and Osseotite implant surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:535–545.
- [20] Lazzara RJ, Testori T, Trisi P, et al. A human histologic analysis of Osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:117–129.
- [21] Zetterqvist L, Feldman S, Rotter B, et al. A prospective, multicenter, randomized-controlled 5-year study of hybrid and fully etched implants for the incidence of peri-implantitis. *J Periodontol* 2010;81:493–501.
- [22] Zitzmann NU, Berglundh T. Definition and prevalence of peri-implant diseases. *J Clin Periodontol*. 2008 Sep;35(8 Suppl):286–91. Review.
- [23] Baldi D, Menini M, Pera F, et al. Plaque accumulation on exposed titanium surfaces and peri-implant tissue behavior. A preliminary 1-year clinical study. *Int J Prosthodont* 2009;22:447–455.
- [24] Kikuchi L, Park JY, Victor C, Davies JE. Platelet interactions with calciumphosphate-coated surfaces. *Biomaterials*. 2005 Sep;26(26):5285–95.
- [25] Park JY, Gemmell CH, Davies JE. Platelet interactions with titanium: modulation of platelet activity by surface topography. *Biomaterials*. 2001 Oct;22(19):2671–82.
- [26] Davies, JE. Understanding Peri-Implant Endosseous Healing. *J Dent Educ*. 2003 Aug;67(8):932–49.
- [27] Kuzyk PR, Schemitsch EH. The basic science of peri-implant bone healing. *Indian J Orthop*. 2011 Mar;45(2):108–15.
- [28] Mendes VC, Moineddin R, Davies JE. The effect of discrete calcium phosphate nanocrystals on bone bonding to titanium surfaces. *Biomaterials* 2007;28:4748–4755.
- [29] Davies JE. Bone bonding at natural and biomaterial surfaces. *Biomaterials*. 2007 Dec;28(34):5058–67. Epub 2007 Aug 13.
- [30] Gargiulo A, Krajewski J, Gargiulo M. Defining biologic width in crown lengthening. *CDS Rev*. 1995 Jun;88(5):20–3.
- [31] Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling post restorative crestal bone levels. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2006;26:9–17.
- [32] Atieh MA, Ibrahim HM, Atieh HA. Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol* 2010;81(10):1350–1366.
- [33] Rodríguez X, Vela X, Méndez V, Segalà M, Calvo-Guirado JL, Tarnow DP. The effect of abutment dis/reconnections on peri-implant bone resorption: A radiologic study of platform-switched and non-platform-switched implants placed in animals. *Clin Oral Implants Res*. 2011 Oct 3. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02317.x. [Epub ahead of print]
- [34] Al-Nsour MM, Chan HL, Wang HL. Effect of the platform-switching technique on preservation of peri-implant marginal bone: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012 Jan-Feb;27(1):138–45.
- [35] Rodríguez-Ciurana X, Vela-Nebot X, Segalà-Torres M, Rodado-Alonso C, Méndez-Blanco V, Mata-Bugueroles M. Biomechanical repercussions of bone resorption related to biologic width: a finite element analysis of three implant-abutment configurations. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2009 Oct;29(5):479–87.
- [36] Fickl S, Zuh R, Stein JM, Hürzeler MB. Peri-implant bone level around implants with platform-switched abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010 May-Jun;25(3):577–81.
- [37] Vela X, Méndez V, Rodríguez X, Segalà M, Tarnow DP. Crestal bone changes on platform-switched implants and adjacent teeth when the tooth-implant distance is less than 1.5 mm. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012 Apr;32(2):149–55.
- [38] ISO 14801 – Dentistry – Implants – Dynamic fatigue test for endosseous dental implants, ISO, 2007.
- [39] Suttin Z, Towse R, Cruz J. A novel method for assessing implant-abutment connection seal robustness. Poster Presentation (P188): Academy of Osseointegration, 27th Annual Meeting; March 2012; Phoenix, AZ.
- [40] Biomet 3i, Data on File.
- [41] Dailey B, Jordan L, Blind O, et al. Axial displacement of abutments into implants and implant replicas, with the tapered cone-screw internal connection, as a function of tightening torque. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24(2):251–256.
- [42] Towse R, Ouellette D, Suttin Z. A theoretical analysis of component-level vertical restorative error. Poster Presentation (P190): Academy of Osseointegration, 27th Annual Meeting; March 2012; Phoenix, AZ.

Adres do korespondencji:  
Dental Depot Wasio  
al. Lipowa 32, 53-124 Wrocław  
tel.: 71 335 70 71, fax: 71 335 70 90  
e-mail: biura@dental-depot.com