

implants

international magazine of oral implantology

2²⁰¹¹ wydanie polskie



_Badania

Złamania implantów –
fizyczne mechanizmy niepowodzeń

_Badania

Ścieranie powierzchni zębów i uzupełnień

_Opinie

Sterowana implantacja

Nowa tomografia ORTHOPHOS XG 3D



sirona

- ✓ Najwyższa jakość obrazu
- ✓ Minimalna dawka
- ✓ Intuicyjne oprogramowanie
- ✓ Wydajna praca

ORTHOPHOS XG 3D

to najnowszy aparat all-in-one

– aparat posiada pole obrazowania o średnicy **8 cm**, wysokości **8 cm** i woksel **0,1** lub **0,2 mm**.

Dostępny również jako opcja rozbudowy do aparatów Orthophos XG.



Drodzy Czytelnicy!

_Za nami niezwykle pracowite miesiące, które obfitowały w ciekawe spotkania stomatologiczne. Mam nadzieję, że udało się Państwu uczestniczyć, chociaż w niektórych z nich. W niniejszym numerze staraliśmy się nawiązać tematyką do niedawnych kongresów.

W dziale *Badania* zgromadziliśmy szereg tekstów przywołujących analizy i wyniki badań, dotyczące tematów doskonale znanych z codziennej praktyki. Autorzy publikacji otwierającej numer, starali się odpowiedzieć na pytanie: ile implantów powinno się stosować przy odbudowa pojedynczego zęba trzonowego? Z kolei dr Almog przedstawił swoje rozważania na temat fizycznych mechanizmów złamań implantów. Również ciekawie prezentują się wyniki badania *in vitro* ścierania szkliwa zębów kontaktujących w zwarcu z tlenkiem cyrkonu YTZP oraz różnymi rodzajami polerowanej porcelany.

Dwa ostatnie artykuły przedstawiają opinie użytkowników i koncentrują się na możliwościach diagnostycznych, jakie dają najnowsze technologie obrazowania, ze szczególnym uwzględnieniem planowania zabiegu, wszczepiania implantów i wykonania odbudowy protetycznej.

Na koniec nie sposób nie wspomnieć o jesiennych wydarzeniach w branży stomatologicznej. Już we wrześniu kolejna edycja wystawy CEDE, podczas której odbędzie się niezwykle obiecująca sesja implantologiczna NYU, zorganizowana przy współpracy z Nowojorskim Uniwersytetem. Natomiast w październiku odbędzie się 7. Sympozjum CEIA (Central European Implant Academy) w Krakowie. Oba spotkania skupią światowej sławy wykładowców, których zdecydowanie warto wysłuchać.

Życzę Państwu owocnej lektury,

Prof. Andrzej Wojtowicz



| Od wydawcy

03 **Drodzy Czytelnicy!**

_ Prof. Andrzej Wojtowicz

| Badania

_ Odbudowa pojedynczego braku

06 **Odbudowa pojedynczego zęba trzonowego**

Jeden szeroki implant, czy dwa konwencjonalne?

_ prof. dr Amr Abdel Azim, dr Amani Zaki,
dr Mohamed el Anwar

_ Złamania implantów

12 **Złamania implantów: fizyczne mechanizmy niepowodzeń**

_ dr Dov M. Almog, dr Odalys Hector, dr Samuel Melcer,
dr Kenneth Cheng

_ Powierzchnia zębów i uzupełnień

14 **Badania *in vitro* ścierania szkliwa zębów kontaktujących w zwarcu z tlenkiem cyrkonu YTZP oraz różnymi rodzajami polerowanej porcelany**

_ T. R. Tambrá, M. E. Razzoog, B. R. Lang, R. F. Wang,
B. E. Lang

| Opinie

_ Bezpieczne leczenie implantologiczne

24 **Leczenie implantologiczne – przede wszystkim bezpieczeństwo**

_ dr Neal S. Patel & dr Jay B. Reznick

_ Sterowana implantacja

28 **Sterowana implantacja z punktu widzenia pacjenta: projektowanie, wszczepianie i odbudowa protetyczna**

_ dr Götz Grebe & dr Melanie Grebe

38 **O wydawcy**

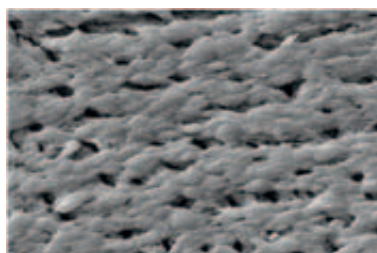
Zdjęcie na okładce wykorzystane dzięki uprzejmości firmy Camlog Biotechnologies AG.

Wiesz, że tylko dzięki odpowiedniej topografii komórki rozpoznają i reagują na otoczenie, z którym się kontaktują?

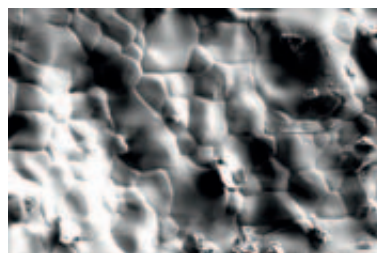


Topografia

Umożliwia fenomenalny kontakt.



Mikropory widoczne na powierzchni Geistlich Bio-Oss, powiększenie 5000x



Zwarta, gładka powierzchnia materiału bioceramicznego, powiększenie 5000x

Chropowata i wysoce porowata powierzchnia w połączeniu ze złożoną strukturą materiału Geistlich Bio-Oss tworzą doskonałe podłoże dla kierowania kontaktowego (contact guidance) osteoblastów.

Unikalna struktura Geistlich Bio-Oss sprawia, że w kontakcie z biomateriałem komórki regulują geny zwiększające aktywność osteoblastów i sprzyjają tworzeniu się nowej kości.

Geny regulowane poprzez kontakt z Bio-Oss są wyjątkowe. Różnią się znacznie od genów stymulowanych w wyniku kontaktu z biomateriałem ceramicznym lub materiałem ksenogennym poddanym obróbce w wysokich temperaturach.



Biofunkcjonalność.
Klucz do przewidywalnych i wiarygodnych sukcesów klinicznych.

Dowiedz się więcej

Zobacz topografię na www.fmdental.pl

fmdental®
FM PRODUKTY DLA STOMATOLOGII

WYŁĄCZNY DYSTRYBUTOR W POLSCE.

sprzedaz@fmdental.pl
tel. 12 423 49 21 – 22

Odbudowa pojedynczego zęba trzonowego

Jeden szeroki implant, czy dwa konwencjonalne?

Autorzy _ prof. dr Amr Abdel Azim, dr Amani Zaki, dr Mohamed El Anwar

_Odbudowa braku pojedynczego zęba to jeden z najczęściej wykonywanych zabiegów w implantologii stomatologicznej.¹ Często zdarza się, że w bocznych odcinkach łuków zębowych nie ma dostatecznej objętości i gęstości kości. Obciążenia zwarciove są w tej okolicy większe i niezależnie od występowania czy braku parafunkcji mogą z łatwością doprowadzić do utraty stabilizacji odbudowy (Ryc. 1).^{2,3}

Uzupełnienia pojedynczych zębów trzonowych oparte na implantach stanowiły w przeszłości wyzwanie pod względem morfologicznym i czynnościowym. Wymiar mezjalno-dystalny standardowych implantów (3,75 do 4,0mm). Stwarzało to ryzyko przeciążenia czynnościowego, prowadzącego do niepowodzenia leczenia – złamania implantu lub problemów z utrzymaniem uzupełnienia (Ryc. 2 i 3).⁴ Implanty o większej średnicy można stosować pojedynczo w przypadku niewielkich przestrzeni bezzębnych (8,0 do 11,0mm), kiedy szerokość wyrostka zębodołowego wynosi co najmniej 8 mm (Ryc. 4a).⁵ Dokonując wyboru proponowanego uzupełnienia należy starannie rozważyć aspekty kliniczne w świetle dostępności implantów i innych elementów, które razem dają miliardy możliwości odnośnie średnicy, budowy platformy

i łączników protetycznych. Wiele nowszych systemów przeznaczonych do stosowania w tych przypadkach oferuje obiecujące efekty w badaniach klinicznych.⁶⁻⁸ Davarpanah i wsp.⁹, Balshi i wsp.², English i wsp.¹⁰ oraz Bahat i Handelsman¹¹ zasugerowali, że idealnym rozwiązaniem w przypadku uzupełnień opartych na implantach, odbudowujących brak pojedynczego zęba trzonowego, może być użycie kilku wszczepów (Ryc. 4b i c). Większość standardowych implantów oraz przeznaczonych do nich elementów protetycznych, stosowanych w połączeniu z kilkoma implantami, nie będzie pasowało do dostępnej przestrzeni zajmowanej kiedyś przez ząb trzonowy, jeśli nie zostanie ona powiększona (przynajmniej do 12 mm).⁴ Moscovitch sugeruje, że dla zastosowania 2 implantów konieczna jest dostępność silnych i stabilnych wszczepów o średnicy co najmniej 3,5 mm. Ponadto w idealnej sytuacji także stosowane wraz z nimi elementy protetyczne nie powinny przekraczać tej średnicy.²

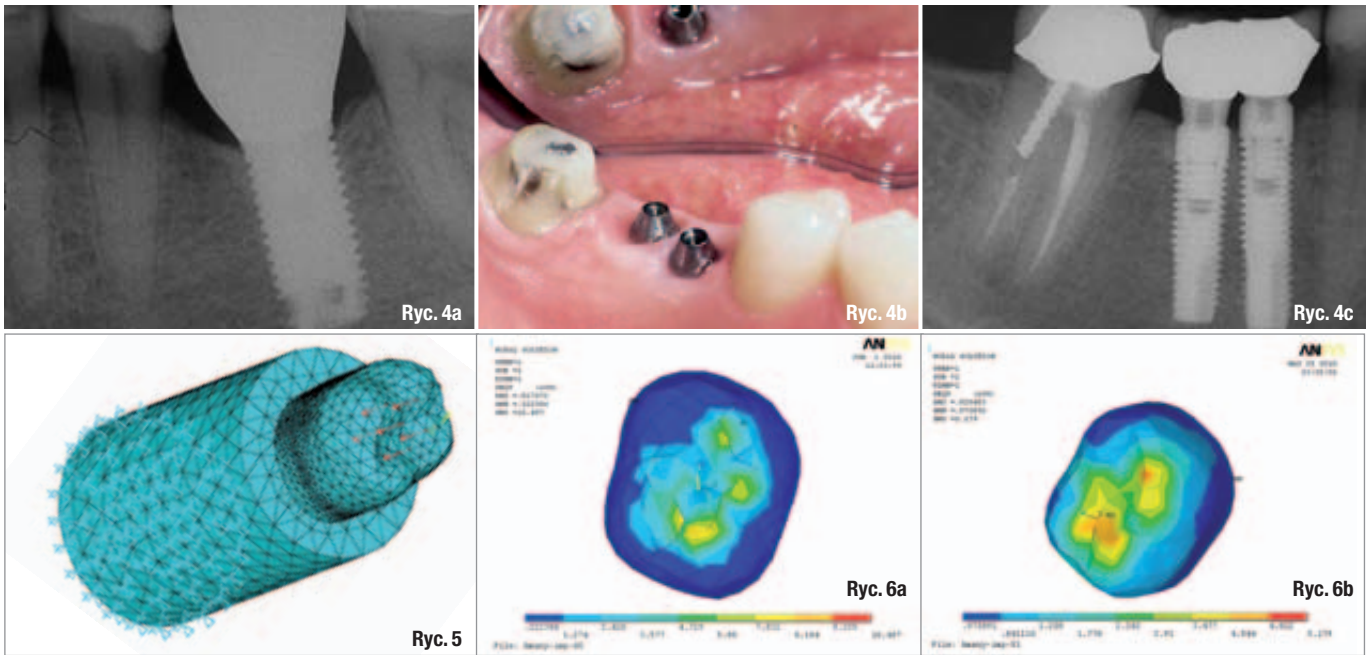
Analiza elementów skończonych (FEA) to technika inżynierska, która pozwala badaczom na ocenę obciążeń i naprężeń powstających w obrębie materiałów stałych.¹⁰⁻¹³ FEA pozwala na obliczenie obciążeń i odkształceń każdego elementu oddzielnie oraz wszystkich elemen-

Ryc. 1 _Rozkład obciążeń w czasie żucia – widoczne znacznie większe obciążenia w okolicy zębów trzonowych i przedtrzonowych.²³

Ryc. 2 _Widok od strony powierzchni żującej, brak pierwszego zęba trzonowego. Odcinek bezzębny ma duży wymiar mezjalno-dystalny, niemożliwy do skompensowania przez uzupełnienie, dlatego dystalnie pozostała wolna przestrzeń.

Ryc. 3 _Dźwignia proksymalna widoczna na zdjęciu radiologicznym pierwszego zęba trzonowego po prawej stronie, uzupełnionego przy użyciu standardowego implantu Brånemark ze standardowym łącznikiem (Nobel Biocare).¹





tów jako całości. Model elementów skończonych tworzy się poprzez rozbięcie jednorodnego przedmiotu na szereg oddzielnych elementów, łączących się we wspólnych węzłach. Każdemu elementowi przypisuje się konkretne właściwości, odpowiadające właściwościom struktury, która ma być modelowana. Do modelu przykładają się warunki brzegowe, symulując interakcje ze środowiskiem.¹⁴ Ten model pozwala na symulację przykładania sił do określonych punktów systemu, prowadząc do wizualizacji obciążeń, jakie w efekcie powstają w otaczających strukturach. Metoda elementów skończonych jest szczególnie przydatna dla potrzeb analizy stomatologicznych uzupełnień protetycznych opartych na implantach.¹³⁻¹⁶ Przeprowadzono analizę metodą FEA dwóch modeli, aby porównać uzupełnienie odbudowujące dolny pierwszy ząb trzonowy, oparte na szerokim implantacji oraz na dwóch implantach.

_Materiał i metody

W ramach symulacji badanych przypadków modelowano trzy różne fragmenty: kość szczęki lub żuchwy, implant w połączeniu z łącznikiem oraz koronę. Dwie z tych części (kość oraz implant z łącznikiem) rysowano w trzech wymiarach przy użyciu komercyjnego oprogramowania CAD/CAM do ogólnego użytku („AutoDesk Inventor” wer. 8.0). Części te mają regularną, symetryczną budowę, a ich wymiary można bez trudu zmierzyć, nie pomijając żadnych szczegółów.

Z kolei korona ma zbyt skomplikowaną budowę geometryczną, dlatego też nie było moż-

liwe jej narysowanie w trzech wymiarach z dostateczną precyzją. W związku z tym koronę modelowano przy użyciu trójwymiarowego skanera Roland MDX-15, uzyskując w ten sposób chmurę punktów lub trójkątów, którą należało przyciąć przed zastosowaniem w jakikolwiek inny sposób.

Kolejnym etapem, na którym mogą pojawić się pewne trudności w rozwiązaniu kwestii inżynierskich, jest importowanie i praca z trzema elementami, z których jeden jest skanem, a dwa zostały wymodelowane lub narysowane, w ramach jednego komercyjnego pakietu do analizy elementów skończonych. Większość pakietów CAD/CAM i programów graficznych traktuje poszczególne części jak „skorupki” (uwzględniając tylko ich zewnętrzną powierzchnię). Z drugiej strony natomiast analiza obciążeń, niezbędna dla przeprowadzenia tego badania, opiera się na objętości poszczególnych materiałów.³ Dlatego konieczne jest przeprowadzenie szeregu operacji, takich jak cięcie brył, dodawanie i odejmowanie objętości, co pozwala na uzyskanie trzech przestrzennych brył, reprezentu-

Ryc. 4a_Obraz radiologiczny szerokiego implantu, zastosowanego w celu odbudowy brakującego pierwszego zęba trzonowego w żuchwie.^{1,24}

Ryc. 4b_Widok od strony policzkowej – dwa standardowe łączniki nachylone pod kątem 20 stopni na implantach Astra Tech o średnicy 3,5 mm, zastosowanych w celu odbudowy pierwszego zęba trzonowego żuchwy po prawej stronie.^{1,24}

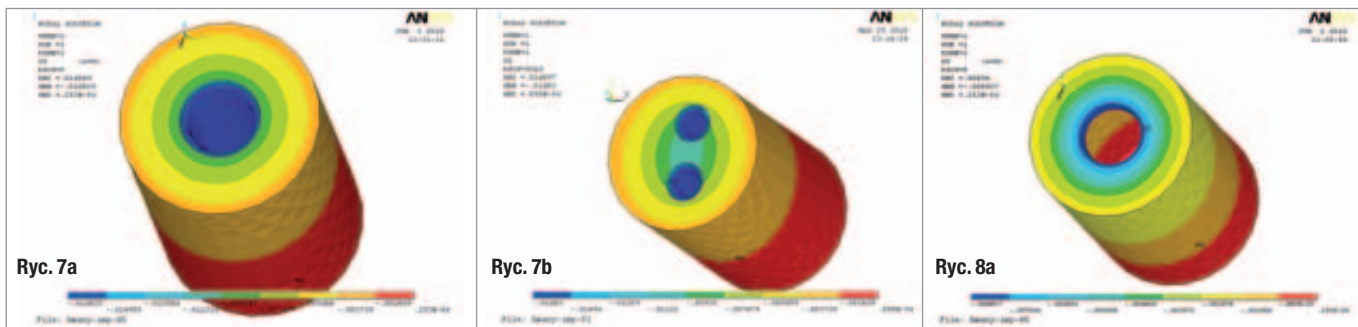
Ryc. 4c_Obraz radiologiczny odbudowy.^{1,24}

Ryc. 5_Korona, implant i kość uwzględnione w modelu (program do analizy elementów skończonych).

Ryc. 6a i b_Siły von Mises działające na koronę (a. szeroki implant; b. dwa implanty).

Tab. 1_Właściwości materiałów.

Materiał	Współczynnik Poisson	Moduł Younga MPa
Warstwa licowa (porcelana)	0.3	67,200
Uzupełnienia (złoto)	0.3	96,000
Implanty (tytan)	0.35	110,000
Kość gąbczasta	0.3	150
Kość zbita	0.26	1,500



Ryc. 7a i b _Odkształcenia kości gąbczastej w kierunku osiowym (a. szeroki implant; b. dwa implanty).
Ryc. 8a i b _Odkształcenia kości zbitiej w kierunku osiowym (a. szeroki implant; b. dwa implanty).

jących kość, implant z łącznikiem oraz koronę.² W ramach symulacji kość traktowano jako wałek, składający się z dwóch części. Część wewnętrzna odpowiadała kości gąbczastej (wałek o średnicy 14 mm i wysokości 22 mm) i wypełniała część zewnętrzną („skorupki” o grubości 1 mm), odpowiadającą kości zbitiej (średnica 16 mm i wysokość 24 mm). Wymodelowano dwa implanty, jeden o średnicy 3,7 mm, drugi o średnicy 6,0 mm. Kształt i budowę implantów oraz łączników oparto na katalogu stomatologicznym firmy Zimmer (Ryc. 5).

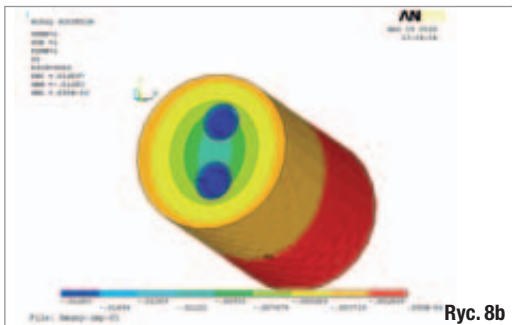
Przeprowadzono liniową analizę statyczną. Modelowanie brył i analizę elementów skończonych przeprowadzono na komputerze Intel Pentium IV z procesorem 2,8 GHz i 1,0 GB RAM. W celu stworzenia siatki zastosowano oprogramowanie ANSYS w wersji 9.0. Elementem zastosowanym podczas tworzenia siatek dla wszystkich trzech modeli był element Brick o ośmiu węzłach (SOLID45) i o trzech stopniach swobody (translacje w kierunkach światła). Listę materiałów użytych dla tej analizy można znaleźć w tabeli 1. Oba modele poddano obciążeniu osiowemu równemu 120 N, rozłożonemu w sposób równomierny (20 N na każdy z sześciu punktów symulujących zwarcie – po jednym na każdym guzku i jeden w bruzdzie centralnej). Z drugiej strony warunkiem brzegowym było unieruchomienie podstawy walca kości zbitiej we wszystkich kierunkach.¹⁷⁻²¹

_ Wyniki i ich omówienie

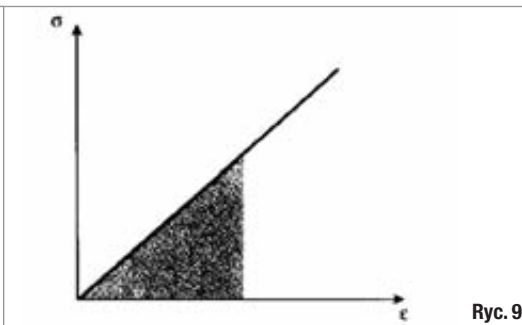
Wyniki EFA przyniosły mnóstwo szczegółów na temat obciążeń i zniekształceń powstających we wszystkich częściach dwóch modeli objętych tym badaniem. Na rycinach 6a i b przedstawiono graficzne porównanie pomiędzy koronami w tych dwóch modelach, które są bezpieczne w tym zakresie obciążeń (zakres bezpieczeństwa był taki sam dla koron licowanych porcelaną, koron złotych oraz implantów). Nie stwierdzono znaczących różnic dla tych części systemu. Wszystkie zaobserwowane różnice wynikają z różnic dotyczących punktów podparcia i absorpcji energii obciążenia przez objętość każdej z części (równanie 2).^{**} Generalnie korona osadzona na dwóch implantach jest słabsza niż taka sama korona osadzona na jednym implantcie. Ten fakt znajduje swoje bezpośrednie odzwierciedlenie w przypadku korony licowanej porcelaną i dwóch implantów, kiedy stwierdzono więcej odchyłeń. Porównując model z szerokim implantem z modelem z dwoma implantami z geometrycznego punktu widzenia, można bez trudu zauważyć, że powierzchnia przekroju zmalała o 43,3%, podczas gdy powierzchnia boczna wzrosła o 6,5%. Przeprowadzając szczegółowe porównanie dwóch modeli przy użyciu równania (1) oraz pojedynczego implantu jako modelu referencyjnego uzyskano dane dotyczące licowania porcelaną, koron złotych, implantów, oraz kości gąbczastej i zbitiej, przedstawione w tabeli 2.

Tab. 2_ Wyniki.

Różnica %	Warstwa licowa z porcelany (1 mm)	Korona złota	Implanty	Kość gąbczasta	Kość zbita
U_{sum}	-17.86	-16.70	-8.18	-0.28	-19.57
U_2	-11.10	-11.10	-2.72	-0.03	-19.62
S_{sum}	31.59	-179.99	-6.72	5.96	-37.17
S_3	0.71	-33.44	-310.74	-11.24	-70.43
S_{int}	-1.26	-18.08	-166.39	4.75	-31.82
S_{eqv}	0.25	-10.22	-196.86	4.00	-39.17



Ryc. 8b



Ryc. 9

Ryc. 9_ Energia naprężenia = pole powierzchni pod krzywą.

$Różnica \% = \frac{\text{Wynik dla jednego implantu} - \text{Wynik dla dwóch implantów}}{\text{Wynik dla jednego implantu}} \cdot 100$ (1)

Deformacja i obciążenia działające na kość gąbczastą (Tab. 2) wydają się nie różnić pomiędzy tymi dwoma przypadkami. Można wyciągnąć prosty i szybki wniosek, że stosowanie jednego szerokiego implantu jest równoważne użyciu dwóch konwencjonalnych implantów. Z drugiej strony można też wyciągnąć inny, bardzo ważny wniosek, że w chwili działania obciążenia osiowego 10% wzrost powierzchni bocznej implantu równoważy redukcję pola powierzchni jego przekroju o 50%. Innymi słowy zwiększanie powierzchni bocznej implantu może mieć pięciokrotnie bardziej korzystny wpływ na poziom obciążeń występujących w obrębie kości po obciążeniu osiowym niż zwiększanie pola powierzchni przekroju implantu. Poczynając od rycin 7a i b można zauważyć niewielkie różnice pomiędzy tymi dwoma modelami w obrębie kości gąbczastej. Obciążenia działające na kość gąbczastą są o około 5% mniejsze w modelu z dwoma implantami w porównaniu do jednego implantu o dużej średnicy. Wyjątek stanowi względny wzrost maksymalnych sił ściskających i odkształceń, odpowiednio o 12% i 0,3%. Jak wiadomo, kość najlepiej reaguje na siły ściskające, najgorzej zaś na siły rozrywające.²² Tak więc biorąc pod uwagę, że różnica dotycząca sił ściskających jest mniej istotna, dwa implanty wywierają bardziej korzystny wpływ na kość gąbczastą. Z kolei na rycinach 8a i b przedstawiono korzystniejszą sytuację w obrębie kości zbitej w przypadku zastosowania jednego szerokiego implantu w porównaniu do dwóch implantów. Odkształcenia w obrębie kości zbitej są mniejsze o 20%, natomiast obciążenia są mniejsze o około 40%. Obciążenia i odkształcenia były znacząco większe w modelu obejmującym dwa implanty ze względu na istnienie dwóch położonych blisko siebie otworów, pomiędzy którymi istnieje słaby punkt.

_ Wnioski

Przeprowadzone badanie dało różne wyniki w obrębie kości zbitej i gąbczastej. Oczekiwano, że największe obciążenia w obrębie kości zbitej będą powstawały w słabym punkcie pomiędzy dwoma implantami. Ponadto spodziewano się, że będą one większe niż w przypadku stosowania jednego szerokiego implantu. Chociaż środkowa część kości gąbczastej ulegała w obu przypadkach takim samym obciążeniom, stosując dwa implanty uzyskiwano absorpcję energii obciążenia** przez większą objętość kości gąbczastej, co prowadziło do większego rozpraszania sił i łagodzenia ich skutków poprzez odsuwanie ich od implantów. Z mechanicznego punktu widzenia taki rozkład obciążeń uważa się za bardziej korzystny, co może prowadzić do uzyskania większej trwałości. Licowa warstwa porcelany wykazywała mniejsze obciążenia w przypadku dwóch implantów, dlatego można oczekiwać, że będzie bardziej odporna na pęknięcie. Tymczasem w przypadku korony ze złota osadzonej na dwóch implantach stwierdzono istnienie większych obciążeń, co może wynikać z jej zmniejszonej objętości (mniejsza objętość materiału poddawanego takim samym obciążeniom). Jest to wyraźnie widoczne podczas zwiększania nacisku na oba implanty. W przypadku słabszej korony obserwowano bardziej nasilone przenoszenie obciążeń na dwa implanty. Maksymalne obciążenia w obrębie implantów powstawały w okolicy poniżej korony. Szeroki implant wykazywał istnienie największych obciążeń w okolicy wierzchołka. Oceniano także absorpcję energii** i koncentrację obciążeń w całym systemie, poczynając od warstwy licowej po kość gąbczastą i zbitą. Poziom obciążenia był zbyt niski i nie istniało ryzyko pęknięcia, natomiast możliwe było wyciągnięcie sformułowanych niżej wniosków. Uzyskane wyniki przemawiają na korzyść dwóch implantów jeśli chodzi o kość gąbczastą i pojedynczego szerokiego implantu w kontekście kości zbitej. Jednak wyrostek zębodołowy składa się z kości gąbczastej otoczonej warstwą kości zbitej.