

# Implantoprotetyka

*Pismo Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Implantologii Stomatologicznej*

- Dlaczego implantoprotetyka?
- Sterowana regeneracja kości
- Badania biomechaniczne
- Stosowanie implantów śródkostnych



Tom I nr 1 (1) Cena 15 zł

**1** Wrzesień 2000

RAJMUND ORLICKI<sup>1</sup>, WIESŁAW CHLADEK<sup>2</sup>, TOMASZ LIPSKI<sup>3</sup>

## WYTEŻENIE TKANEK KOSTNYCH W STREFACH REKONSTRUKCJI UZĘBIENIA WYKONANYCH Z ZASTOSOWANIEM IMPLANTÓW I WKŁADÓW KORONOWO-KORZENIOWYCH

### Praca recenzowana

<sup>1</sup> Katedra Protetyki Stomatologicznej, Collegium Medicum UJ

Kierownik: prof. dr hab. med. Stanisław Majowski

<sup>2</sup> Katedra Mechaniki i Technologii Przeróbki Plastycznej, Politechnika Śląska

Kierownik: prof. dr hab. inż. Franciszek Grosman

<sup>3</sup> Katedra i Zakład Protetyki Stomatologicznej, Śląska Akademia Medyczna  
Kierownik: prof. dr hab. med. Antoni Karasiński

**Hasło indeksowe:** modelowanie, implanty stomatologiczne, wkłady koronowo-korzeniowe, naprężenia

**Key words:** simulation models, dental implants, crown post inlays, strains.

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wyniki badań oddziaływania wybranych konstrukcji metalowych stosowanych w rekonstrukcji uzębienia na zmiany rozkładów naprężeń w tkankach naturalnych. Wykorzystując metodę elementów skończonych zamodelowano wpływ sił okluzyjnych na naprężenia w układzie kostnym w strefie kotwienia implantów stomatologicznych systemów Brånemark i Garbaccio stanowiących filary implantoprotezy zęba pojedynczego. Analizowano długość implantu oraz kierunek jego wprowadzenia. Stwierdzono istotną różnicę wyteżenia tkanki kostnej w stosunku do stanu naturalnego. Uzyskano wyniki wskazujące możliwość wpływania na wielkość naprężeń poprzez odpowiedni dobór długości wszczepu. Analizowano również metody całkowitej rekonstrukcji korony zęba wykorzystując prefabrykowane wkłady koronowo-korzeniowe. Stwierdzono, że zarówno dla zębów jedno-, jak i wielokorzeniowych metalowe konstrukcje poprawiające retencje materiału rekonstrukcyjnego przejmują rolę twardych tkanek zęba oraz, że zbyt bliska odległość końca wkładu od otworu fizjologicznego będzie sprzyjać mechanicznym uszkodzeniom korzenia.

**Summary:** The study describes the results regarding the action of selected metal structures used in the reconstruction of the dentition, on the alteration of strain distribution in the body tissues. A simulation study was carried out on the influence of occlusal forces on strains in the bony system in the region of Brånemark & Garbaccio dental implants forming implant-prostheses for single tooth abutments. There were found to be significant differences of strain distribution in bony tissue when compared to the natural state. The obtained results indicate the possibility of influencing the majority of strains by the appropriate selection of implant length. It was also found that both for single and for maltreated teeth, metal constructions that improve retention of prosthesis material take over the role of the hard tooth tissues and that too close a distance of the end of the implant to the physiological opening favours mechanical damage to the root.

### WPROWADZENIE

Wprowadzanie do praktyki klinicznej tytanowych elementów konstrukcyjnych pozwalających na stabilne osadzenie w łuku zębowym całkowicie utraconych koron stwarza możliwość alternatywnego podejścia do wyboru metody leczenia. Przy podejmowaniu decyzji lekarz stomatolog musi w krótkim czasie rozwiązać cały kompleks zagadnień projektowych, począwszy od oceny stanu mechanicznego tkanek własnych utrzymujących odwarzane fragmenty uzębienia, do odpowiedniego doboru materiałów i ich umiejętnego przetworzenia z dostosowaniem do indywidualnych warunków panujących w jamie ustnej pacjenta. Do najbardziej pożądanych form leczenia należy zaliczyć

metody pozwalające przywrócić wydolność funkcjonalną uzębienia przy jednoczesnym zachowaniu wysokich walorów estetycznych wykonanej rekonstrukcji. Takie właśnie efekty można uzyskać w przypadkach uzupełniania braków zębowych oraz rozległych ubytków koron przy wykorzystaniu, wkręcanych w tkanki naturalne, sreb metalowych. Bogatej ofercie materiałów pozwalających skutecznie odtwarzać zarówno fragmenty zębów własnych, jak i brakujące uzębienie nie towarzyszy odpowiednia informacja o zmianach w biomechanice układu stomatognatycznego.

Przedstawiana praca jest rezultatem badań mających za zadanie ilustrację wybranych stanów mechanicznych zachodzących w obszarach uzębienia odtworzonego z

wykorzystaniem prefabrykowanych wkładów koronowo-korzeniowych oraz różniących się sposobem podparcia o kość korową, jedno- i dwufazowych środkowych filarów implantologicznych.

### BADANIA I METODY

W przedstawionej pracy oddziaływania mechaniczne wszczepu na tkankę kostną zweryfikowano na modelach teoretycznych budowanych na podstawie dostępnych danych z piśmiennictwa. Budując modele zębów odwzorowano aparat zawieszeniowy zębów, strukturę tkanki kostnej poprzez uwzględnienie zróżnicowanych własności kości korowej i kości gąbczastej oraz, w przypadku analizy funkcjo-

niowania wkładów koronowo-korzeniowych, wielowarstwową budowę zęba złożonego ze szkliwa, zębiny, cementu kostnego i mięszki. Przeprowadzone obliczenia naprężeń dla zdrowych zębów jedno- i wielokorzeniowych stanowiły punkt odniesienia przy ocenie zmian wyteżenia tkanek własnych spowodowanych wprowadzeniem śrub tytanowych. Oceniając wszczepy śród-kostne symulowano obciążenie implantoprotez opartych na wszczepie Brånemarka oraz bikortykałnej śrubie typu Garbaccio, uzupełniającej pojedyncze braki zębów w rozważanych obszarach. Warunki obciążenia określono na podstawie pomiarów sił zgryzu spotykanych u pacjentów z zębami własnymi oraz użytkujących różnego typu protezy zębów. Ponieważ celem pracy była ocena wyteżenia kości korowej, w rozważaniach tych pominięto strukturę zębów. Dokładną budowę zębów uwzględniono w analizie mechanizmu funkcjonowania prefabrykowanych wkładów koronowo-korzeniowych. Badania modelowymi objęto przypadki, w których wypełnienie stanowi integralną całość z wkładem i zębem rekonstruowanym. Analizie poddano następujące modele: zęba zdrowego oraz zęba z koroną całkowicie odbudowaną przy wzmocnieniu rekonstrukcji sztyftami. Obliczenia prowadzono metodą elementów skończonych z wykorzystaniem programu ALGOR.

### OCENA SIŁ ZGRYZU

Elementami niezbędnymi do poprawnego przeprowadzenia badań modelowych są informacje dotyczące przewidywanych obciążeń zębów. W pracy określono siły okluzyjne, za pomocą przyrządu własnej konstrukcji umożliwiającego szybkie określenie siły w warunkach gabinetu stomatologicznego (1). W badaniach sił wzdłuż łuku zębówego uczestniczyło 14 osób w wieku od 23 do 44 lat o dobrym stanie uzębienia. Przed przystąpieniem do pomiaru instruowano osoby badane, aby nagryzały przyrząd z siłą uznaną przez nich za średnią siłę rozdrabniania pokarmu. Test rozpoczynano od siekaczy przesuwając się stopniowo przez kolejne zęby aż do zębów trzonowych.

Uzyskano następujące średnie wartości sił dla poszczególnych zębów: siekacze 120 N, kły 340 N, pierwsze przedtrzonowce 300 N, drugie przedtrzonowce 370 N, pierwsze trzonowce 390 N, drugie trzonowce 390 N. Należy zaznaczyć, iż wyznaczone we wcześniejszych badaniach maksymalne siły zgryzu osiągały u niektórych osób wartości kilkakrotnie większe od podanych.

### ODDZIAŁYWANIE IMPLANTÓW NA UKŁAD KOSTNY

Analizę wpływu warunków podparcia i cech geometrycznych implantu na wyteżenie podłoża kostnego w obszarach mocowania wszczepu przeprowadzono dla płaskiego stanu naprężenia. Kształt zębów oraz przekrojów szczęki i żuchwy dobrano tak, aby ująć ich cechy charakterystyczne opisane w literaturze (3, 4, 5). Własności mechaniczne kości zbitiej, kości gąbczastej, oębnej, szkliwa, zębiny, mięszki i cementu kostnego, przyjęto na podstawie danych z piśmiennictwa (6, 7, 8). Zęby jednokorzeniowe obciążano w płaszczyźnie przekroju siłą równą 150 N przyłożoną do brzoju siecznego zęba, a zęby wielokorzeniowe siłą 350 N przyłożoną do guzka zębówego. Analizie poddawano naprężenia zredukowane wyznaczone z hipotezy Hubera-Misesa. Na rycinie 1 pokazano rozkład naprężeń zredukowanych w strefie osadzenia: 1a – dla zdrowego zęba jednokorzeniowego (dolny siekacz), 1b – dla pojedynczej implantoprotezy opartej na krótkim wszczepie Brånemarka, 1c – na długim wszczepie Brånemarka, 1d – protezy osadzonej na śrubie bikortykałnej.

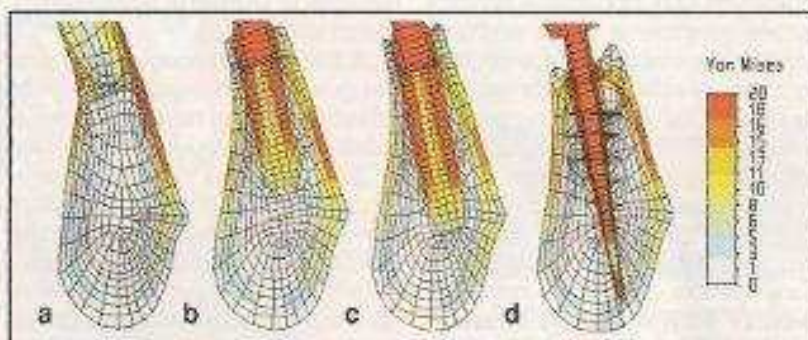
Widoczny we wszystkich przypadkach uzupełnień implantoprote-

tycznych spadek naprężeń wynika ze zmiany warunków osadzenia. Zastąpienie reakcji elastycznej tkanki kostnej stosunkowo płytkiego wzrostu zębodołowego przez oddziaływanie kolejnych warstw kości na głęboko kotwiczone wszczepy powoduje odciążenie kości korowej. W przypadku zębów, których korzenie są osadzone głęboko, wchodząc w strefę kości gąbczastej, efekt zastosowania filaru implantologicznego nie powoduje lokalnego spadku naprężeń. Odpowiednie mapy naprężeń, na przykładzie górnego zęba naturalnego, pokazano na rycinie 2.

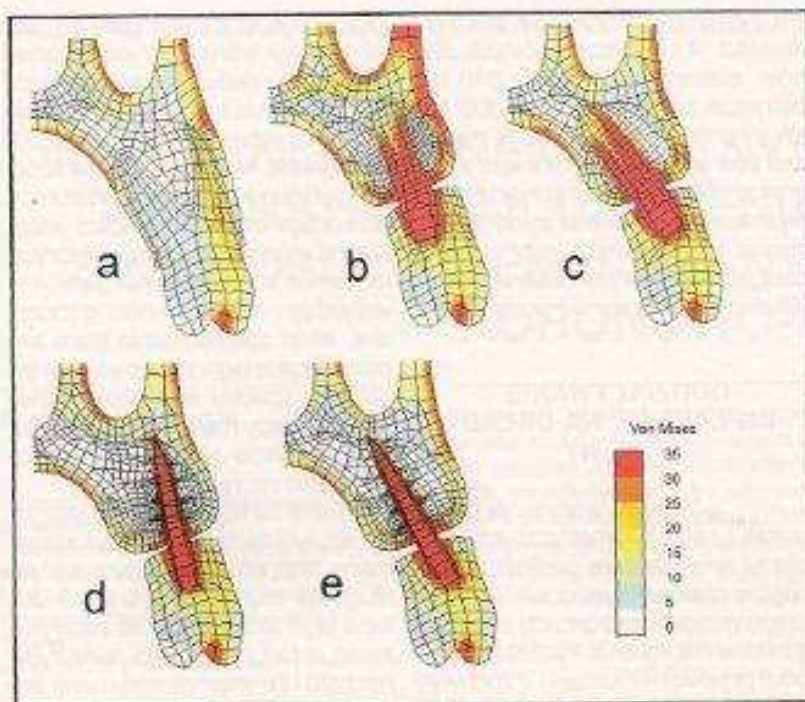
Rycina 2a ilustruje stan naturalny, na rycinach 2b i 2c pokazano mapy naprężeń ilustrujące wpływ długości wszczepu Brånemarka i kąta jego wprowadzenia na wyteżenie układu kostnego, a na rycinach 2d i 2e analogiczne mapy dla śruby bikortykałnej. Przedstawione wyniki wskazują, iż obciążenie implantoprotezy opartej na wszczepie Brånemarka siłą zbliżoną do obciążenia zębów zdrowych, powoduje wyraźny wzrost wyteżenia układu kostnego w obszarze kotwiczenia wszczepu. Zastosowanie większej długości wszczepu, pomimo wprowadzenia go niezgodnie z przebiegiem osi długiej zęba, powoduje odciążenie układu kostnego. Wprowadzenie drugiego punktu podparcia, filaru typu Garbaccio, zmniejsza znacznie wrażliwość układu kostnego na sposób wprowadzenia wszczepu.

### OCENA FUNKCJONOWANIA WKŁADÓW WZMACNIAJĄCYCH CAŁKOWITĄ REKONSTRUKCJĘ KORONY ZĘBA

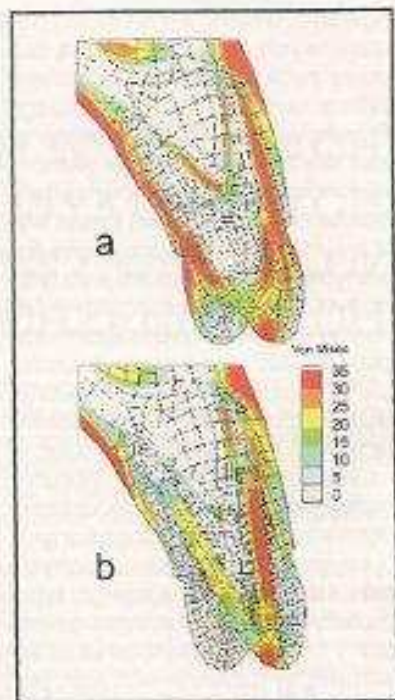
Całkowita utrata korony zęba jest zaliczana do przypadków klinicz-



Ryc. 1. Opis w tekście.



Rycina 2. Opis w tekście.



Rycina 3. Opis w tekście.

nych pozwalających na alternatywny wybór metody leczenia – usunięcie pozostałości po zębie korzeni i zastosowanie leczenia protetycznego lub wykorzystanie korzeni do osadzenia wkładów mających za zadanie zapewnienie odpowiedniej retencji dla materiału rekonstrukcyjnego. Współcześnie dużą popularnością (9) cieszą się prefabrykowane wkłady osadzone na gwincie w kanałach zębów. Kształty części koronowych wkładów są zróżnicowane, począwszy od bogato rozwiniętych wałców czy stożków do nieznacznie karbowanych sztyftów, co zwiększa możliwość ich doboru zgodnie z indywidualnymi wskazaniami klinicznymi. Mechanizm działania wkładów ilustrują mapy naprężeń pokazane na rycinie 3.

Jak widać, w przypadku zębów zdrowych (3a), obciążenia przenoszone są głównie przez szkliwo i zębinę stanowiące twarde struktury zęba. W zębach z koronami odbudowanymi przy wykorzystaniu wkładów (3b) widzimy, iż rolę tych wysoko wytrzymałych stref przejmują konstrukcje metalowe przenoszące obciążenia na korzenie pozostałe po zębach własnych. Taki sposób odbudowy zęba powoduje jedynie zmianę sposobu obciążenia korzenia natomiast nie pociąga za sobą zmian w biome-

chanicznych warunkach pracy szeroko rozumianego przyzębia.

## WNIOSKI

1. Uzupelnianie braków zębowych za pomocą protez opartych na filarach implantologicznych powoduje zmiany w charakterze obciążenia układu kostnego.
2. W przypadku stosowania wszczepów typu Brånemarka istnieje możliwość kształtowania naprężeń w strefach kolwiczania poprzez odpowiedni dobór wielkości wszczepu.
3. Wprowadzenie wszczepu o zwiększonej długości, pomimo jego odchylenia od osi długiej zęba, powoduje spadek wyężenia tkanki kostnej w odniesieniu do wszczepu krótkiego poprowadzonego wzdłuż osi.
4. Bikortyczne podparcie wszczepu powoduje mniejszą wrażliwość układu kostnego na kierunek wprowadzenia wszczepu.
5. Odbudowa całkowicie utraconej korony zęba z wykorzystaniem prefabrykowanych wkładów koronowo-korzeniowych gwarantuje dobrą wytrzymałość rekonstrukcji bez negatywnego oddziaływania na tkanki przyzębia.

## Piśmiennictwo

1. Chładek W., Lipski T.: Metoda badania sił zgryzu wykorzystująca deformację plastyczną próbek z blachy aluminiowej. *Inżynieria Materiałowa* 1998, nr 2. – 2. Chładek W., Orlicki R., Lipski T., Piłża M.: Ocena wyężenia kości w obszarach oddziaływania implantów stomatologicznych. *Materiały Seminarium Biomechanika w Implantologii*. Ustroń 1997. – 3. Grotowski T.: Atlas wszczepów dentystycznych. Bellona, Warszawa 1992. – 4. Łasiński W.: Anatomia głowy dla stomatologów. PZWL, Warszawa 1978. – 5. Dejak B., Młotkowski A.: Analiza naprężeń w modelach dwu- i trójwymiarowych zębów badanych metodą elementów skończonych. *Protetyka Stomatologiczna* 1994,4. – 6. Martin R.B., Burr D.B.: Structure, Function, and Adaptation of Compact Bone. Raven Press, New York 1989. – 7. Schroeder A. i inni: Oral Implantology Basics ITI Hollow Cylinder System. Thieme, Stuttgart, 1996. – 8. Tamatsu Y., Kaimoto K., Arai M., Ide Y.: Properties of the elastic modulus from buccal compact bone of human mandible. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, 1996, Vol. 37, 2. – 9. Krynicki M., Ilewicz L., Chładek W., Wierucka B.: Ocena wypełnień rozległych ubytków twardych tkanek zębów bezmiazgowych zbrojonych retencyjnie wkładami koronowo-korzeniowymi na podstawie badań modelowych. *Annales Academiae Medicinae Silesiensis*. Supl. 26, Katowice 1998.