

Zarys implantologii

Część I. Od starożytności do czasów współczesnych

Tomasz Grotowski¹ i Piotr Arkuszewski²

**Outline of implantology
Part I. From ancient times to the
present day**

Praca recenzowana

¹Prywatna Praktyka Stomatologiczna w Szczecinie, Aście i Palermo we Włoszech
Kierownik: dr n. med. Tomasz Grotowski

²Klinika Chirurgii Czaszkowo-Szczękowo-Twarzowej i Onkologicznej Uniwersytetu Medycznego w Łodzi
Kierownik: prof. dr hab. med. Piotr Arkuszewski

Streszczenie

Na podstawie przeglądu piśmiennictwa światowego i obserwacji własnych autorzy przedstawiają rozwój implantologii jako nowoczesnej dziedziny stomatologii. W pracy podkreślono historyczny moment podziału implantologii na dwie główne szkoły – szwedzką i włoską, zasadniczo różniące się metodyką postępowania. W dalszej części omówiono współczesne tendencje w implantoterapii, zmierzające do postępowania jednoetapowego i minimalnie inwazyjnego.

Summary

The authors present, on the basis of their own observations and on the world literature, the development of implantology as a modern field of dentistry. The study underlines the historical moment of the division of implantology into two main schools – Swedish and Italian, that differ basically in the methodology of procedure. In continuation, there is a discussion of modern tendencies in implantology that aim at one-stage procedures that are minimally invasive.

Hasła indeksowe: implantologia starożytna, implantologia nowożytna, pionierzy implantologii

Key words: ancient implantology, modern implantology, pioneers of implantology

Implantologia jest gałęzią chirurgii stomatologicznej, która zajmuje się wprowadzaniem sztucznie wytworzonych struktur (wszczepów) w miejsce brakujących zębów: pojedynczych, braków częściowych i całkowitych. W celu rozwiązania tego problemu, najogólniej mówiąc, brak wspomnianych zębów w zależności od warunków anatomicznych podłoża kostnego uzupełnia się wszczepami wewnątrzkościami lub podokostnowymi.

Choć implantologia stomatologiczna jest najmłodszą dziedziną współczesnej stomatologii, jej korzenie historyczne są o wiele starsze, niż powszechnie się sądzi.

W swojej publikacji pt. „Różne metody alternatywne” M. Apolloni (1) przedstawia znaleziska archeologiczne z nekropolii w okolicy Reggio Emilia (Włochy) datowane na V wiek p.n.e. W cytowanej pracy znajduje się opis odlanego ze złota implantu dentystycznego. W tej samej pracy autor opisuje również inny, datowany na II wiek p.n.e. wszczep wykonany z kutego żelaza (ryc. 1), idealnie zintegrowany z tkanką kostną, znaleziony w nekropolii w Chantambre (Francja). Integracja tak prymitywnie wykonanego wszczepu została potwierdzona badaniami radiologicznymi. Konstrukcja wykonanych wszczepów, a także zastosowana w pierwszych starożytnych zabiegach implantologicznych technika chirurgiczna dają naprawdę dużo do myślenia, jeśli porówna się i prześledzi rozwój implantologii na przestrzeni ostatnich 100 lat.

Brazylijczyk, prof. A. Bobbio (2, 3), w swojej pracy pt. „Maya – pierwszy autentyczny alloplastyczny wewnątrzkościowy implant dentystyczny” opisał preparat – żuchwę jednego z członków plemienia Majów, który został znaleziony w roku 1931 przez dr W. Popenoe i D. Popenoe w okolicy Playa de los Muertos w Ullao Valley w Hondurasie. Wspomniany A. Bobbio szczegółowo zbadał i opisał ów

preparat w roku 1970. Z jego doniesienia wynika, iż zastępujące trzy siekacze wszczepy zostały umieszczone w żuchwie za życia osobnika i pełniły swoją funkcję aż do jego śmierci. W swoim doniesieniu autor podkreślił wyjątkową stabilność wykonanych z muszli morskiej trzech zastępujących siekacze wszczepów o stożkowatym kształcie (ryc. 2). Doniesienia prof. Bobbio potwierdziły późniejsze badania opublikowane w roku 2000 przez M. Pasqualiniego (4).

Z innych prac dowiadujemy się o przeszczepach zębów usuniętych i blokowanych za pomocą pierścieni bambusowych, później zaś za pomocą nici jedwabnej oraz złotej. Zabiegi takie wykonywano na dworach władców chińskich z dynastii Chin-Nong (3216 p.n.e.) czy Ang-Tu (2637 p.n.e.). Podobnej „metody” postępowania w przypadkach pourazowej utraty zębów można się również doszukać u Hipokratesa (460-377 r. p.n.e.) czy – później, około 1100 roku – u jednego z największych chirurgów Średniowiecza, arabskiego medyka Az-Zahrawi Abu Al-Kasima, znanego również jako Abulcasis.

Przechodząc do czasów nam bliższych, należy wspomnieć o ojcu nowoczesnej stomatologii, Pierre Fauchardzie, który w roku 1728 w pracy „Le Chirurgien Dentiste” opisał zabiegi replantacji zębów. Kilkadziesiąt lat później, w 1780 r., Joseph Jean Francois Lemaire zakłada pierwszy „bank przeszczepów zębów”.

Na początku XIX wieku pracujący we Francji włoski dentysta *J. Maggiolo* opublikował w pracy „Le Manuel de l'Art Du Dentiste (1809 r.) opis odbudowy zęba na wkładzie koronowym. Nieco później zaprojektował wszczep w kształcie walca (ryc. 3), wykonany z 18-karatowego złota i opublikował jego opis (5).

W 100 lat później (1913 r.) amerykański naukowiec *E. Greenfield* dokonał eksperymentalnego wprowadzenia pacjentowi wszczepu dentystycznego z irydo-platyny w kształcie pustego

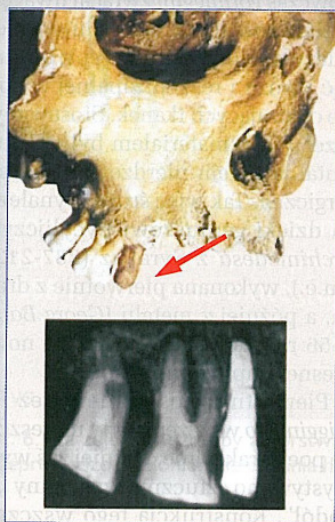
kosza-walca (6, 7). W 1934 r. *Abel* wykonuje protezy dentystyczne umocowane na wewnątrzkościowych wszzczepach porcelanowych. W kilka lat później, w 1938 roku, *Adams* używa jako wszczepu śruby pełnej, podobny implant zostaje zrealizowany w 1939 r. przez braci *Strock* (ryc. 4) z Bostonu (8).

Wprowadzenie w XX wieku najpierw sulfonamidów, a potem antybiotyków, wywołało prawdziwy entuzjazm w całym świecie lekarskim, bardzo korzystnie wpływając na rozwój implantologii.

Niezależnie od siebie, *Müller* w Niemczech w roku 1931 i *Gustaw Dahl* w Szwecji w 1939 r. (ryc. 5) zaczęli stosować z dość dobrym efektem bardzo oryginalne rozwiązanie – wszczepy podokostnowe (9, 10). Wszczepy te w kształcie rusztowania-siatki, opierające się bezpośrednio na kości, były początkowo stosowane tylko w przypadkach bezzębia i bardzo zaawansowanego zaniku tkanki kostnej. Zapoczątkowany przez *Müllera* i *Dahla* nowy typ wszczepu był szeroko stosowany po wojnie w Stanach Zjednoczonych przez *Goldberga* i *Gershkoffa* (11,12), a kilkadziesiąt lat później przez pioniera implantologii *Leonarda Linkowa* (13).

Wykonywane w latach 40. XX wieku wszczepy podokostnowe po kilku latach użytkowania traciły stabilizację, powodując ponadto zanik podłoża kostnego i pogarszając i tak już trudne warunki anatomiczne pacjentów. Te nieoczekiwane, niekorzystne doświadczenia zahamowały dalszy rozwój implantologii podokostnowej na kilkadziesiąt lat. Należy dodać, że *G. Dahl* był również autorem innego, bardzo nowatorskiego jak na tamte czasy rozwiązania – wszczepów słuzówkowych.

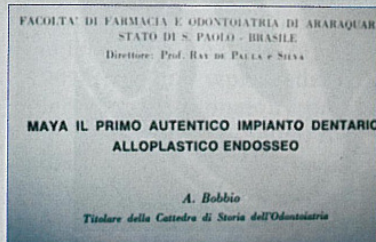
Wracając do technik podokostnowych, niewątpliwie bardzo negatywny wpływ odegrały tu takie czynniki, jak: niewłaściwe zaprojektowanie rusztowania podokostnowego, brak



NEKROPOLIA W CHANTAMBRE (ESSONE, FRANCJA)
GÓRNY, PRAWY PRZEDTRZONOWIEC
WYKONANY Z KUTEGO ŻELAZA
I-II WIEK p.n.e.

Ryc. 1

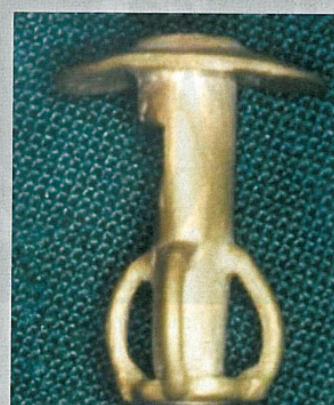
Ryc. 1. Wykonany z kutego żelaza wszczep sprzed ponad 2 tys. lat (strzałka), integracja wszczepu potwierdzona badaniem radiologicznym.



EKSPONAT - Peabody Museum University of Harvard
Nr katalogu 20/54

Ryc. 2

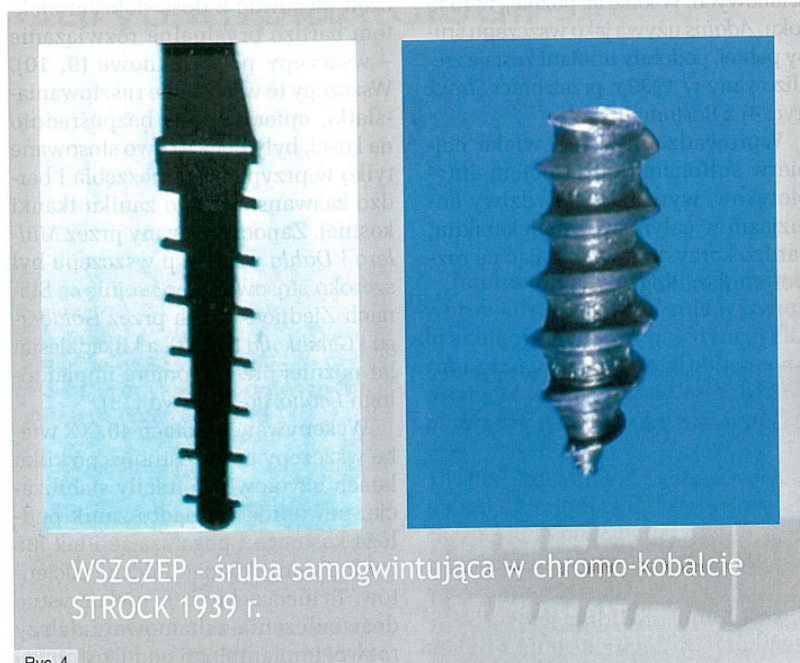
Ryc. 2. Preparat – żuchwa jednego z członków plemienia Majów zawierająca trzy wszczepy zastępujące zęby sieczne wykonane z muszli morskiej. Nagromadzony kamień nazębny na wszzczepach świadczy o tym, że pełniły one należną im funkcję za życia osobnika.



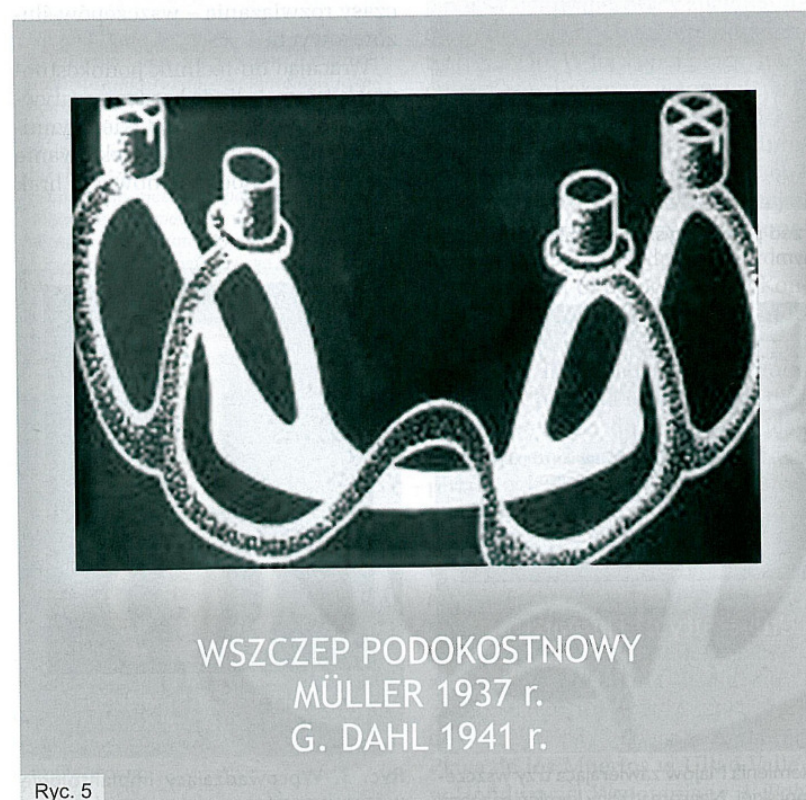
WSZCZEP WYKONANY W ZŁOCIE
MAGGILO - 1809 r.

Ryc. 3

Ryc. 3. Wprowadzający implantologię w czasy nowożytne wykonany ze złota wszczep włoskiego dentysty Maggiolo.



Ryc. 4. Różnych rozmiarów wszczepu śruby braci Strock z Bostonu.

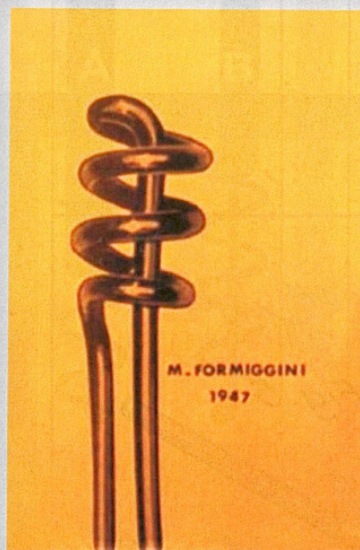


Ryc. 5. Schemat prototypu wszczepu podokostnowego żuchwy według Müllera i Dahla.

precyzji stosowanych materiałów wy-ciskowych czy sam materiał użyty do wytworzenia wszczepów. Pojęcie biogodności było wówczas nieznane, a pierwsze rusztowania wykonywa-no najpierw ze stali, a później ze sto-pów chromowo-kobaltowych i vita-lium (14).

Rozwój nowoczesnej implantologii przypada na okres powojenny i jest związany z postacią włoskiego denty-sty z Modeny *Manlio Formiggini*, który w Mediolanie, w styczniu 1957 r., przedstawił trzy leczone przez sie-bie przypadki (ryc. 6). Zaprojektowa-ny przez niego wszczep miał kształt spirali-śruby (15, 16, 17, 18, 19). Już wówczas *Formiggini* zwracał uwagę na wielkie znaczenie materiału, z jakiego należy wykonywać wszczep, by unik-nąć korozji i reakcji zapalnej w obrę-bie otaczających tkanek. Stosowanym przez niego materiałem był najpierw tantal, a potem nierdzewna stal chi-rurgiczna. Tak więc śruba wynalezio-na dzięki geniuszowi Sycylijczyka, *Archimedes* z Syrakuz (287-212 r. p.n.e.), wykonana pierwotnie z drewna, a później z metalu (*Georg Bauer*, 1556 r.), stała się kluczem do nowo-czesnej implantologii.

Pierwotnie stosowane przez *For-miggini* wszczep były umieszczane poekstrakcyjnie, później zaś wyko-rzystywano sztucznie wykonany „zę-bodół”. Konstrukcja tego wszczepu była głęboko przemyślana, tak by po-między spiralami doszło do wrasta-nia tkanki kostnej (Akta I Sympozjum ASOSI, 1949 r.). Pod koniec lat 50. (1958 r., uniwersytet w Rzymie, *Zep-poni*) przeprowadzono pierwsze ba-dania histopatologiczne na materiale zwierzęcym, które potwierdziły wy-niki prac *Formiggini*. Badania te wykazały obecność cienkiej warstwy tkanki łącznej, izolującej wszczep od narastającej w jego kierunku tkanki kostnej. Obecność tkanki łącznej zbyt śmiało wówczas porównano do fizjo-logicznie występującej ozębnej. Dziś wszczep *Formiggini* określono by jako osteofibrointegracyjny. W tam-tych czasach pojęcie osteointegracji było jeszcze ciągle nieznane, toteż przytoczona wyżej interpretacja naj-pierw uszła uwadze, później wzbu-dziła nawet entuzjazm, aby w końcu w latach osiemdziesiątych wywołać prawdziwą burzę i podział implanto-



WSZCZEP - śruba pusta (tantal, stal) M. Formiggini 1947 r.
Pierwsza publiczna prezentacja leczonych przypadków Mediolan 1957 r.
Pierwsze badanie histopatologiczne (Zepponi Uniw. w Rzymie 1958 r. - osteofibrointegracja)

Ryc. 6

Ryc. 6. Na zdjęciu wszczepy autorstwa włoskiego dentysty M. Formiggini z 1947 roku. Wykorzystując ten wszczep, w roku 1958 przeprowadzono pionierskie badania histopatologiczne, potwierdzające osteofibrointegrację wszzczepu.

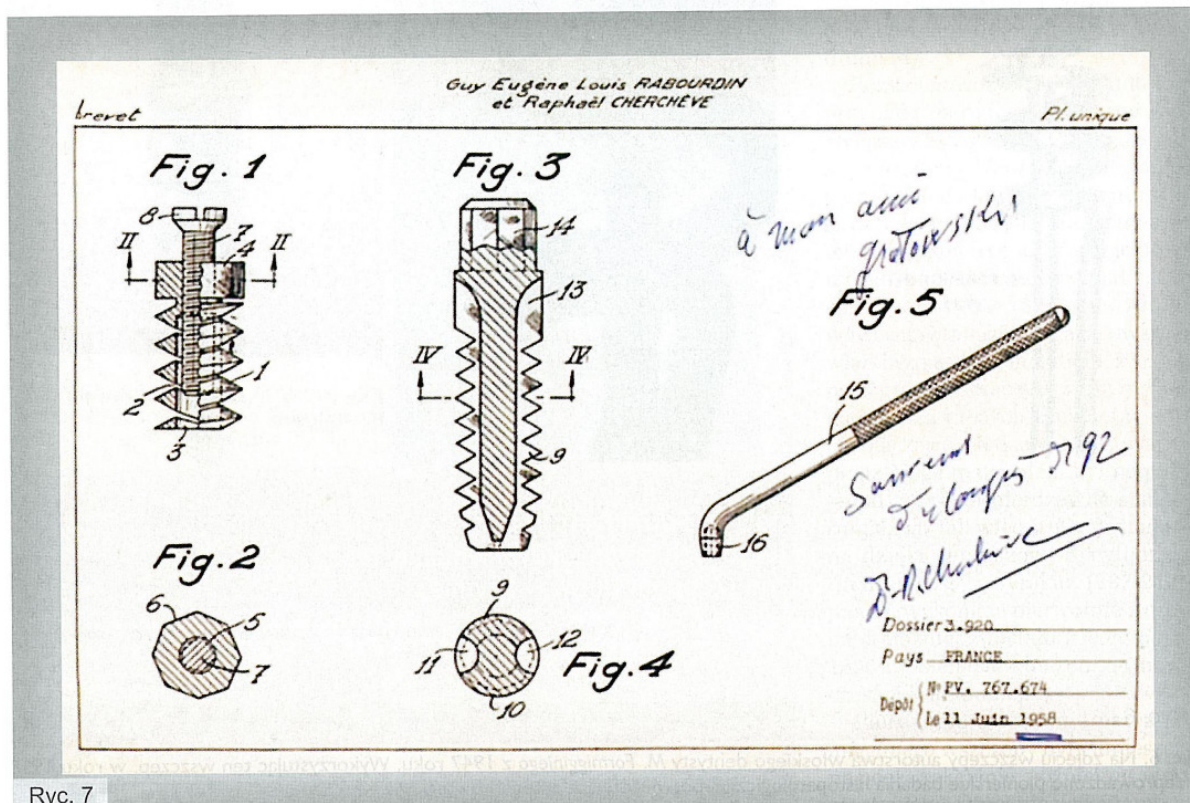
logii na osteofibrointegracyjną i osteointegracyjną. Prawdą jest, że zarówno *Formiggini*, jak i pozostali pionierzy implantologii, projektując różne formy wszzczepów, nie umieli odpowiedzieć sobie na pytanie: dlaczego mój wszczep funkcjonuje? A więc nie potrafili też odpowiedzieć na pytanie: kiedy mój wszczep przestanie funkcjonować?

Pośrednią odpowiedzią na tak postawione pytania była ciągła ewolucja wszzczepów tak pod względem kształtu, rozmiarów jak i materiałów. Analizując pierwsze fazy ewolucji wszzczepów, warto zwrócić uwagę na wielką siłę twórczą i inteligencję ich autorów. Jednocześnie uwidacznia się nieznanostwo problemów z dziedziny biomechaniki i biomateriałów.

Pod koniec lat 50. XX wieku Włoch *Stefano Tramonte* (20) próbu-

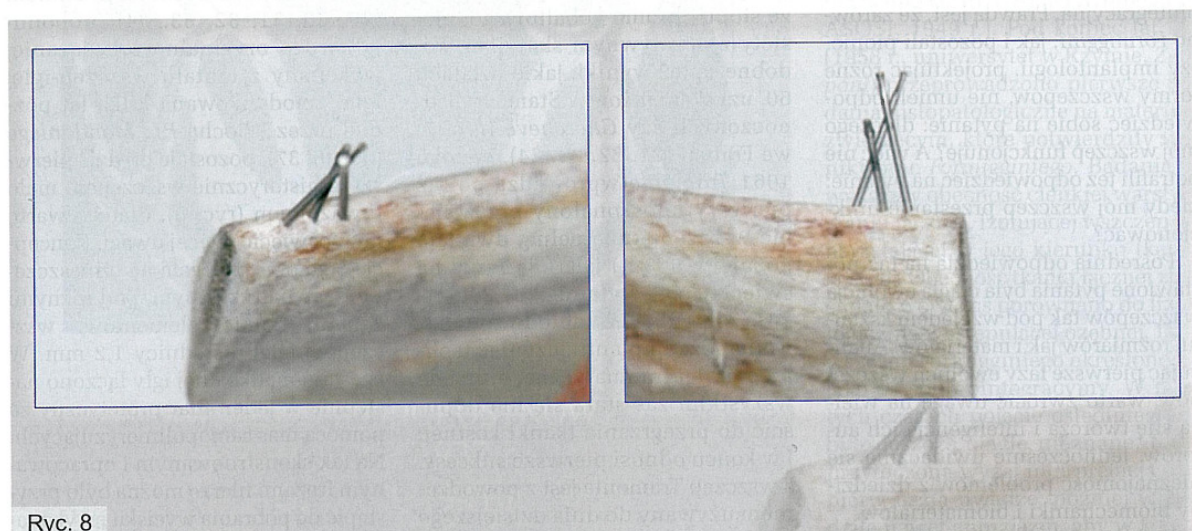
je wykorzystać wszczep wykonany ze stopu chromo-kobaltowego, niestety z negatywnym skutkiem. Podobne są też wyniki, jakie w latach 60. uzyskał *Linkow* w Stanach Zjednoczonych czy *Chercheve* (ryc. 7) we Francji (21, 22, 23, 24). W roku 1961 *Tramonte* wprowadza po raz pierwszy udoskonalony przez siebie wszczep-śrubę pełną, dwa lata później (1963 r.) jako pierwszy na świecie użyje tytanu (25, 26, 27, 28). Zmienia też metodę opracowania łoża implantu, czyniąc technikę mniej traumatyczną, a przede wszystkim zaś stara się nie dopuścić do przegrzania tkanki kostnej. I w końcu odnosi pierwsze sukcesy, a wszczep *Tramonte* jest z powodzeniem używany do dnia dzisiejszego w wielu krajach (głównie we Włoszech i Hiszpanii).

W 1962 roku Francuz *J. Scialoma* (29, 30, 31, 32, 33, 34) proponuje bardzo oryginalne rozwiązanie, wykonany z tantalu wszczep-igłę. Igła, zmodyfikowana kilka lat później przez Włocha *P.L. Mondanigo* (35, 36, 37), pozostaje do dziś pierwszym historycznie wszzczepem mało inwazyjnym (ryc. 8), dlatego warto mu poświęcić więcej uwagi. Koncepcja *Scialoma* polegała na umieszczeniu wewnątrzkościowym, pod różnymi kątami, cienkich elementów – wszzczepów igieł o średnicy 1,2 mm. W części ponadkostnej igły łączono następnie w jeden filar protetyczny za pomocą mas samopolimeryzujących. Na tak skonstruowanym i opracowanym frezami filarze można było przystąpić do pobrania wycisku i wykonania korony protetycznej. W przypadku braków częściowych lub bezzębia



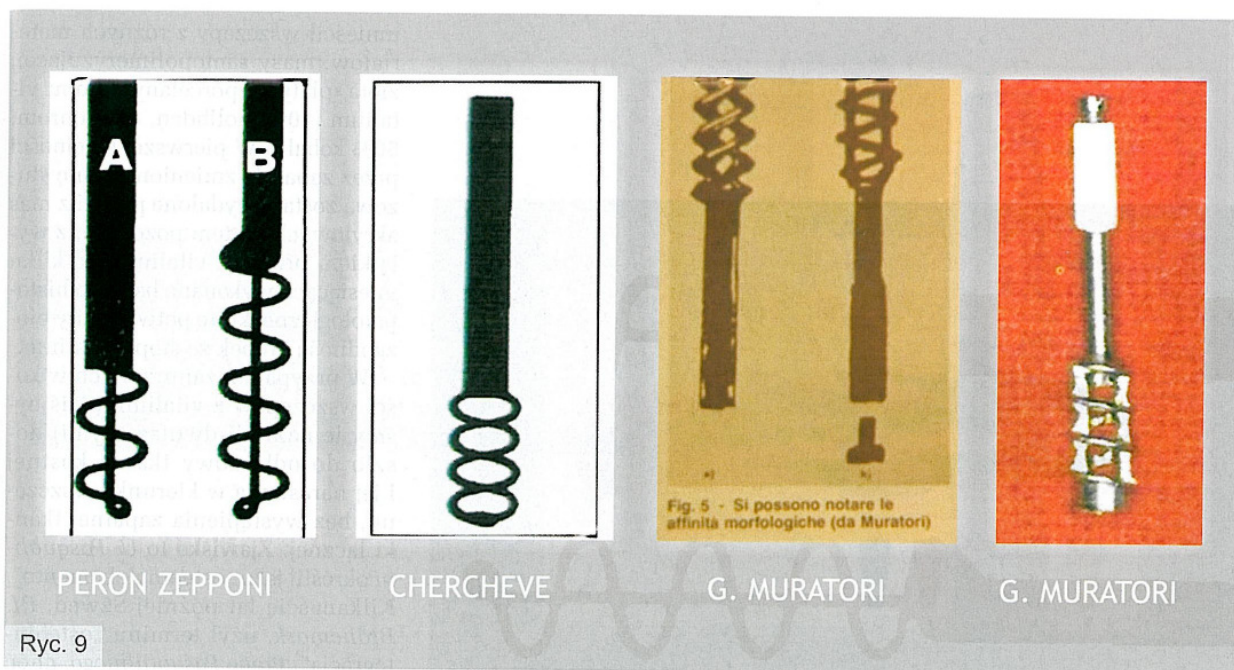
Ryc. 7

Ryc. 7. Kopia patentu przedstawiającego schemat wszczepu – pełnej śruby francuskiego dentysty R. Chercheve'a z dedykacją dla autora niniejszego artykułu.



Ryc. 8

Ryc. 8. Wszczepy igły schematycznie umieszczone w kości zwierzęcej pod różnymi kątami przed zblokowaniem w jeden filar protezy.



Ryc. 9. Konstrukcje wszczepów opracowanych przez pionierów implantologii: Perona, Zepponi, Chercheve'a, Muratoriego naśladujące ideę Formigginiego.

całkowitego wykonywano cały szereg filarów protetycznych. Niestety słabym punktem genialnego rozwiązania Scialoma było zastosowanie jako elementu zespalającego samopolimeru, który po kilku latach użytkowania pękał w wyniku przenoszenia przez implantoprotezę sił żucia. Wcześniej zablokowane wszczepy igły traciły uzyskaną stabilizację, co przekładało się na język kliniczny, oznaczało osteolizę okołowszczepową i w rezultacie niepowodzenie implantoterapii. Zjawisko to bardzo negatywnie wpłynęło na popularyzację tej techniki implantacji. Wielkim zwolennikiem wszczepów igieł był wspomniany P.L. Mondani. Technika Mondaniego zastosowana w latach 70. XX wieku sprowadzała się w pierwszym rzędzie do zastąpienia tantalu tytanem, następnie do skonstruowania i zastosowania urządzenia pozwalającego w sposób trwały połączyć cienkie wszczepy igłowe – czyli punktowej zgrzewarki oporowej. Urządzenie to o nazwie NIMCRYAL, skonstruowane w Klinice Stomatologicznej Uniwersytetu w Modenie, po raz pierwszy zostało zaprezentowane w roku 1974. na kongresie ANIO w Modenie, pierwszą homologację po okresie prób uzyskano w 1976 r., ale do

pierzo następna publiczna prezentacja na Kongresie Implantologii i Chirurgii Szczerkowo Twarzowej w Ortisei w 1978 r. przyniosła mu rozgłos i szerokie zastosowanie w gabinetach stomatologicznych (38).

W 1962 r. *Giordano Muratori* (ryc. 9) udoskonalił wszczep Formigginiego, formułując dwie fundamentalne zasady:

- Konstrukcja wszczepów powinna być bardzo zróżnicowana, podobnie jak zróżnicowane są warunki podłoża, z którymi implantolog ma do czynienia w naturze.
- Wszczepy powinny być izotopiczne, tzn. należy je umieszczać w identycznej pozycji, w jakiej występowały uprzednio zęby naturalne.

Te dwie zasady miały służyć temu, by implantolog mógł się dostosować do każdego warunków anatomicznych, jakie może napotkać (39, 40, 41, 42, 43, 44).

Coraz częściej z rozwojem implantologii światowej są i będą związane po dziś dzień nazwiska implantologów włoskich. Cały zarysowany tu w skrócie rozwój implantologii do późnych lat 60. XX wieku był dziełem lekarzy uprawiających wolny zawód, którzy za swe niepowodzenia częstokroć płacili nie tylko od-

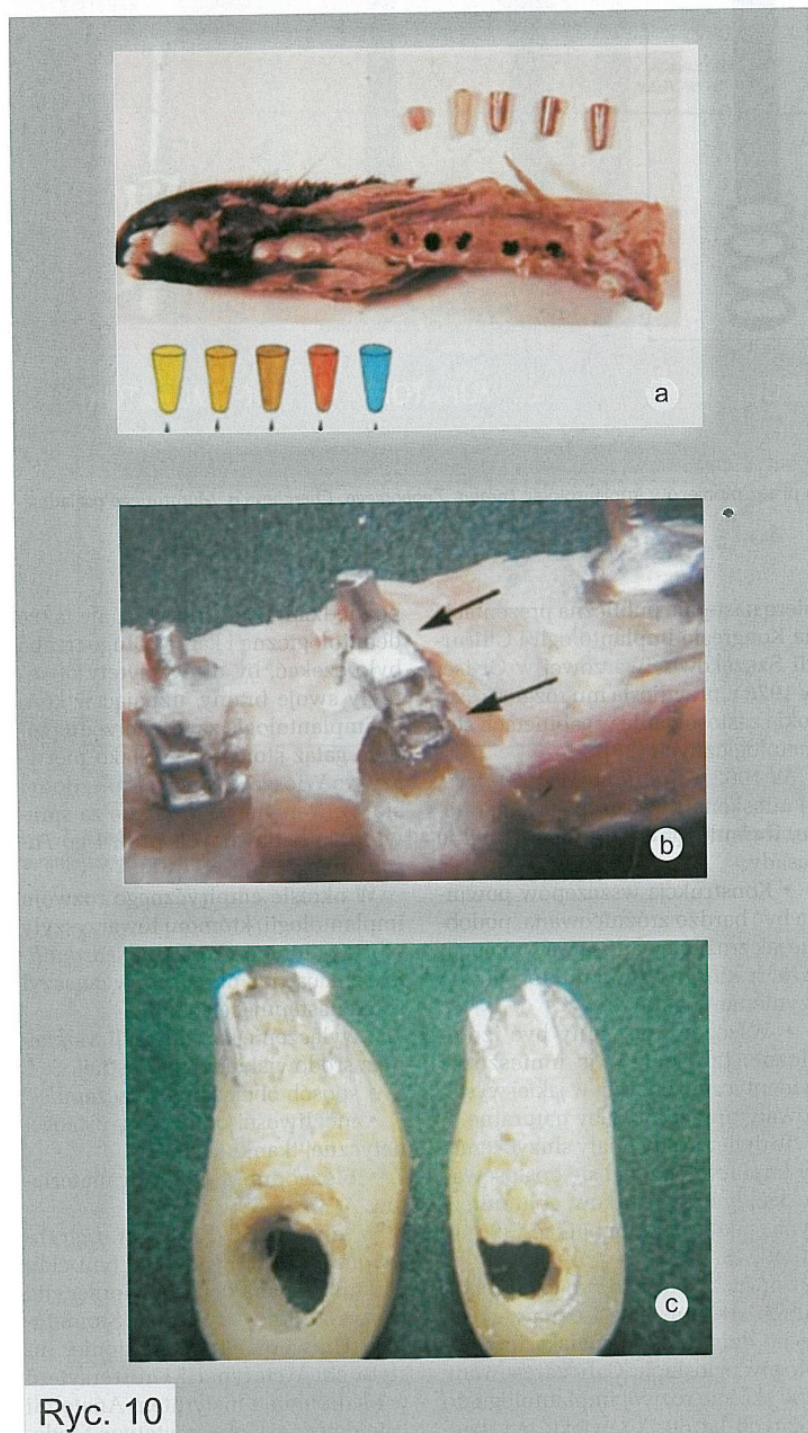
powiedzialnością moralną, ale także deontologiczną i karną. Długo trzeba było czekać, by uniwersytety otworzyły swoje bramy, uznając w końcu implantologię za równorzędną innym gałęziom stomatologii. Jako pierwszy we Włoszech na taki krok zdobył się Uniwersytet w Modenie za sprawą prac badawczych prof. *Ugo Pasqualini*.

W okresie empirycznego rozwoju implantologii, któremu towarzyszyły olbrzymie niepowodzenia, *Pasqualini*, szukając ich przyczyn, wyznaczył sobie następujące cele:

- wyłączenie komunikacji wszczepu z środowiskiem jamy ustnej,
- sposób obciążania wszczepu,
- możliwości odbudowy osteogenetycznej tkanki kostnej,
- biogodność różnych materiałów.

W latach 1957-1961 prof. *Ugo Pasqualini* przeprowadził w tym celu badania na materiale zwierzęcym, we współpracy z Kliniką Stomatologii Uniwersytetu w Modenie, Instytutem Weterynarii Uniwersytetu w Mediolanie i Instytutem Anatomii Patologicznej Uniwersytetu w Modenie (45, 46).

Po spreparowaniu łoża dla wszczepów w kości żuchwy psów (ryc. 10)



Ryc. 10

Ryc. 10. Eksperyment U. Pasqualiniego: a) z różnymi materiałami użytymi do implantacji; b) i c) w obrazie makroskopowym „osteoglobamento” (osteointegracja) wszczepów ze stopu vitalium, potwierdzona później histologicznie.

umieścił wszczepy z różnych materiałów: masy samopolimeryzującej, złota, platyny, porcelany i stopu vitalium (10% molibden, 40% chrom, 50% kobalt). W pierwszej kolejności przez zapalnię zmienioną błonę śluzową zostały wydalone próbki z mas akrylowych, potem pozostałe, z wyjątkiem próbki z vitalium. Po kilku miesiącach wykonano badania histopatologiczne, które potwierdziły biogodność próbek ze stopu vitalium.

W przypadku zanurzonych w kości wszczepów z vitalium (dziś byśmy je nazwali dwufazowymi) doszło do odbudowy tkanki kostnej i jej narastania w kierunku wszczepu, bez wystąpienia zapalnej tkanki łącznej. Zjawisko to U. Pasqualini określił jako „osteoglobamento”. Kilkanaście lat później Szwed, P.I. Brånemark, użył terminu „osteointegracja”. Prace Pasqualiniego, choć opublikowane, niestety nie zostały wówczas zauważone przez świat nauki. Przypomniano sobie o nich kilkadziesiąt lat później.

W 1963 roku L. Linkow stworzył w Stanach Zjednoczonych wszczepy śruby puste (Vent Plant), nieco później (1967 r.) wprowadził bardzo oryginalne rozwiązanie – wszczepy ekstensyjne typu ostrze (ryc. 11). Ponieważ w końcu lat 60. rynek implantologiczny zdecydowanie był zdominowany przez ostrza Linkowa, dlatego badania histopatologiczne, przeprowadzone przez Linkowa i Jamesa z Uniwersytetu Loma Linda w Kalifornii odnosiły się do tych właśnie wszczepów (47, 48, 49, 50, 51, 52). Później swój wkład w badania histopatologiczne wnieśli i inni badacze: Misch, Fagan, Doms, Weiss, Schnitman, Kraut czy Judy Kenneth (53, 54, 55, 56, 57, 58, 59). Należy dodać, że początkowo wszczepy ostrza wg techniki Linkowa były umieszczane wzdłuż osi bezzębnych wyrostków szczęki i żuchwy, a więc były zanurzone w części gąbczastej kości. Metodyka wprowadzania tych wszczepów warunkowała ujawniony w późniejszych badaniach obraz histologiczny; wykazały one pojawienie się tkanki łącznej okołowszczepowej. Implantolodzy amerykańscy wprowadzili wówczas termin „więzadło implantarne”, zmieniły w następnych latach w Euro-



WSZCZEP - OSTRZE I GENERACJI
Leonard Linkow 1967 r.



VENT - PLANT 1963 r.

Ryc. 11

Ryc. 11. Po stronie lewej – pierwsze wszczepy ekstensyjne z lat 60. XX wieku wg Linkowa, po stronie prawej – wszczep typu śruba tego samego autora.

pie na określenie „fibrointegracja”. Z czasem ostrze Linkowa przeszło szereg modyfikacji, tak że współczesne ostrza V generacji mają łagodne brzegi i pokryte są plazmą z tytanu, zwiększając tym samym ok. 25-krotnie powierzchnię wszczepu. Tak zmodyfikowane ostrza Linkowa są używane do dziś.

Jeśli prześledzi się rozwój implantologii w latach 60-70., można zaobserwować powstanie i rozwój różnych technik chirurgicznych, kształtów wszczepów, np. śruby pełne i puste, ostrza, igły, jak i stosowanych materiałów. W roku 1969 *Standhaus* np. zaproponował użycie jako materiału syntetycznego szafiru, oprócz stosowanych dotychczas stali chirurgicznej, chromo-kobaltu, tantalu czy tytanu. Wypada w tym miejscu dokonać próby wyciągnięcia pierwszych wniosków dotyczących tego okresu implantologii.

Jednym z pierwszoplanowych zagadnień na etapie racjonalnego projektowania wymienionych wszczepów był pomysł zastąpienia fizjologicznie występującej ozębnej przez „pseudowieżadła”, zaproponowany przez *Linkowa* i *Chercheve’a* w 1970 r., a później przez *Jamesa* i *Weissa* (60, 61). *Chercheve* i *Linkow* byli zdania, że prawidłowo zaprojektowany wszczep musi zintegrować siły biomechaniczne w miejscu, w którym został zakotwiczony. Obaj autorzy twierdzili, że część wewnątrzkościwna wszczepu powinna mieć kształt nieregularny, tak by tkanka kostna mogła proliferować do wewnątrz i poprzez te nieregularności. Uważali, że pomiędzy wszczepem a otaczającą go tkanką kostną dochodzi do wytworzenia warstwy tkanki łącznej, która spowija część wewnątrzkościwną wszczepu. Autorzy ci postulowali, by występujące włókna tkanki łącznej

uznać za pseudowieżadła, te zaś powinny zachowywać się w następujący sposób:

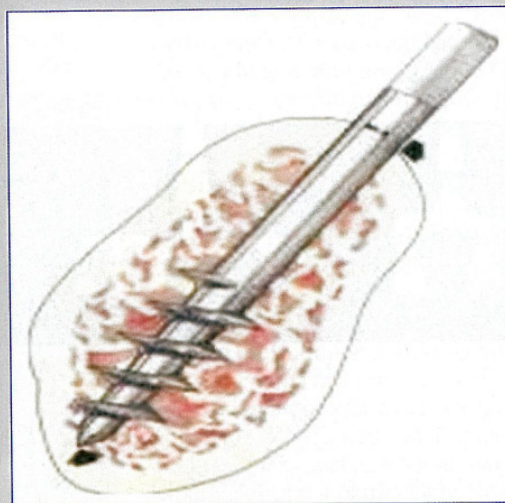
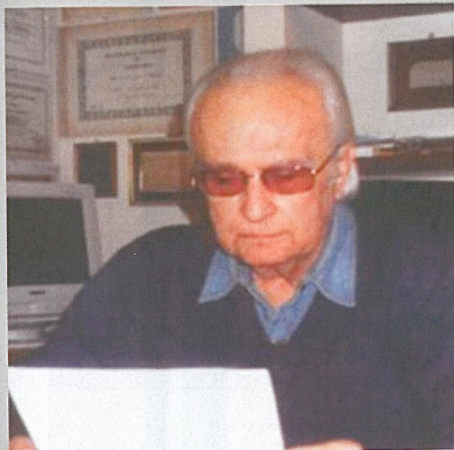
1. Mechanizm połączenia występujących włókien jest analogiczny jak włókien *Sharpeya*.

2. Gdy wszczep zostanie obciążony protezą, to występujące włókna mogą wywołać efekt „pociągnięcia” otaczającej kości.

3. Występujący efekt ciągnięcia spowoduje bezpośrednie napięcie w kości czyli będzie bodźcem stymulującym, niezbędnym do jej wzrostu.

Przez lata badacze nie sformułowali jednoznacznego stanowiska dotyczącego występującej tkanki łącznej okołowszczepowej. Niektórzy, jak np. *Cate*, uznawali istnienie analogii między tkanką łączną a normalnym przyzębiem na podstawie kompozycji komórkowej i biologicznego pochodzenia komórek.

NA POCZĄTKU LAT 70-TYCH GARBACCIO OPRACOWAŁ IMPLANT MAŁOINWAZYJNY DLA TKANKI KOSTNEJ ORAZ WPROWADZIŁ POJĘCIE BIKORTYKALIZMU



Ryc. 12

Ryc. 12. Dino Garbaccio – pionier implantologii, twórca idei bikortykalizmu. Po stronie prawej – schemat utrzymania śruby Garbaccia, opartego na warstwie zbitych kości wejścia i przeciwstawnej.

Argumentacja *Chercheve'a* i *Linkowa* pozostawała jednak czysto teoretyczna, niewystarczająca była bowiem liczba długoterminowych badań eksperymentalnych, potwierdzających, że obecna na powierzchni wszczepu tkanka łączna zachowuje się tak, że można ją przyrównać do fizjologicznie występujących włókien Sharpeya.

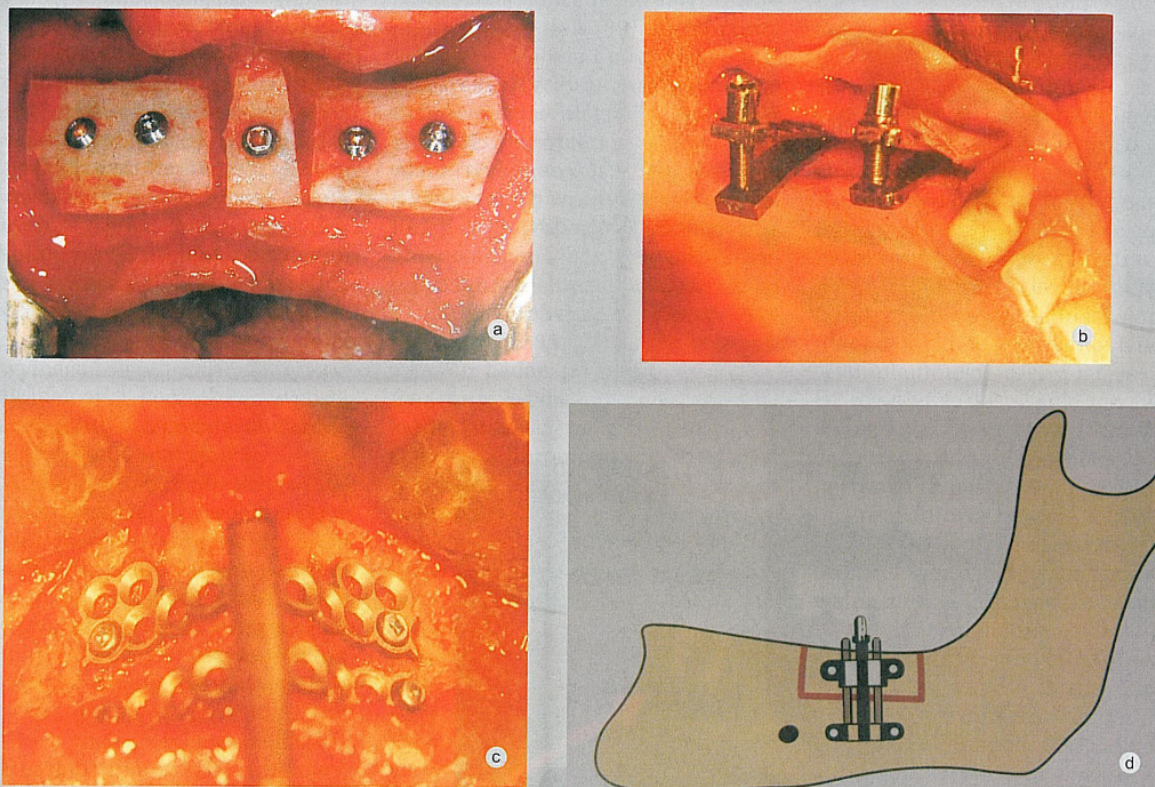
Kontynuując historię implantologii lat 70. XX wieku, nie sposób pominąć jeszcze jednego włoskiego nazwiska – *Dino Garbaccia* (62, 63, 64, 65). Analizuje on na preparatach budowę podłoża kostnego szczęki i żuchwy, dochodząc do wniosku, że stabilnym długoczasowo oparciem wszczepu może być jego oparcie na częściach zbitych kości (ryc. 12). Opracowuje metodykę postępowania tak, by była jak najmniej inwazyjna, wyklucza przy tym tak popularne wówczas

stosowanie gwintownika w celu opracowania łoża implantu. W rezultacie powstaje jego wszczep – śruba bikortykarna samogwintująca. Wszczep ten pod numerem IT-976232 zostaje opatentowany we Włoszech w 1972 roku, następnie w roku 1981 w Niemczech i w 1983 roku w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Swoje pierwsze przypadki kliniczne, w których wykorzystał śrubę bikortykarną, *Garbaccio* po raz pierwszy zaprezentował (66) na kongresie GISI w Bolonii w 1975 r. Jego idea bikortykalizmu początkowo nie spotyka się z zainteresowaniem, nieznchęcony tym jednak dokonuje licznych modyfikacji wszczepu i udoskonala go. „La verita e figlia del tempo” (prawda jest córką czasu) – słowa te wypowiedział *Garbaccio* podczas Kongresu GISI w Bolonii w 1986 roku. I czas to zweryfikował: założe-

nia teoretyczne *Garbaccia* pozostały aktualne i przetrwały do naszych czasów. Jego wszczep jest do dziś stosowany (67, 68, 69).

W roku 1965, po okresie prób badawczych na zwierzętach, zostaje eksperymentalnie wprowadzony w kość ludzką implant dwufazowy *P.I. Brånemarka* (70). Szwedzki biolog *Brånemark* prowadził w latach 50. badania dotyczące mikrokrozenia krwi – najpierw u zwierząt, później u ludzi. *Brånemark* posłużył się oryginalnym urządzeniem w postaci tzw. komór obserwacyjnych w kształcie cylindra wykonanych z metalu. Po upływie okresu badań uczony musiał się zmierzyć z dużym problemem usunięcia niepotrzebnych już komór obserwacyjnych. Zjawisko silnego obrośnięcia tkanką kostną pozostawionych w spoczynku metalowych cylindrów (komór obserwacyj-



Ryc. 13

Ryc. 13. Na rycinie przedstawiono tzw. nowoczesne techniki przedimplantacyjne: a) onlay kostny; b) rozszczenie kości wyrostka zębowodolowego szczęki – ERE (edentulous ridge expansion); c) i d) dystrakcja kości – OAD (osteogenetic alveolar distraction).

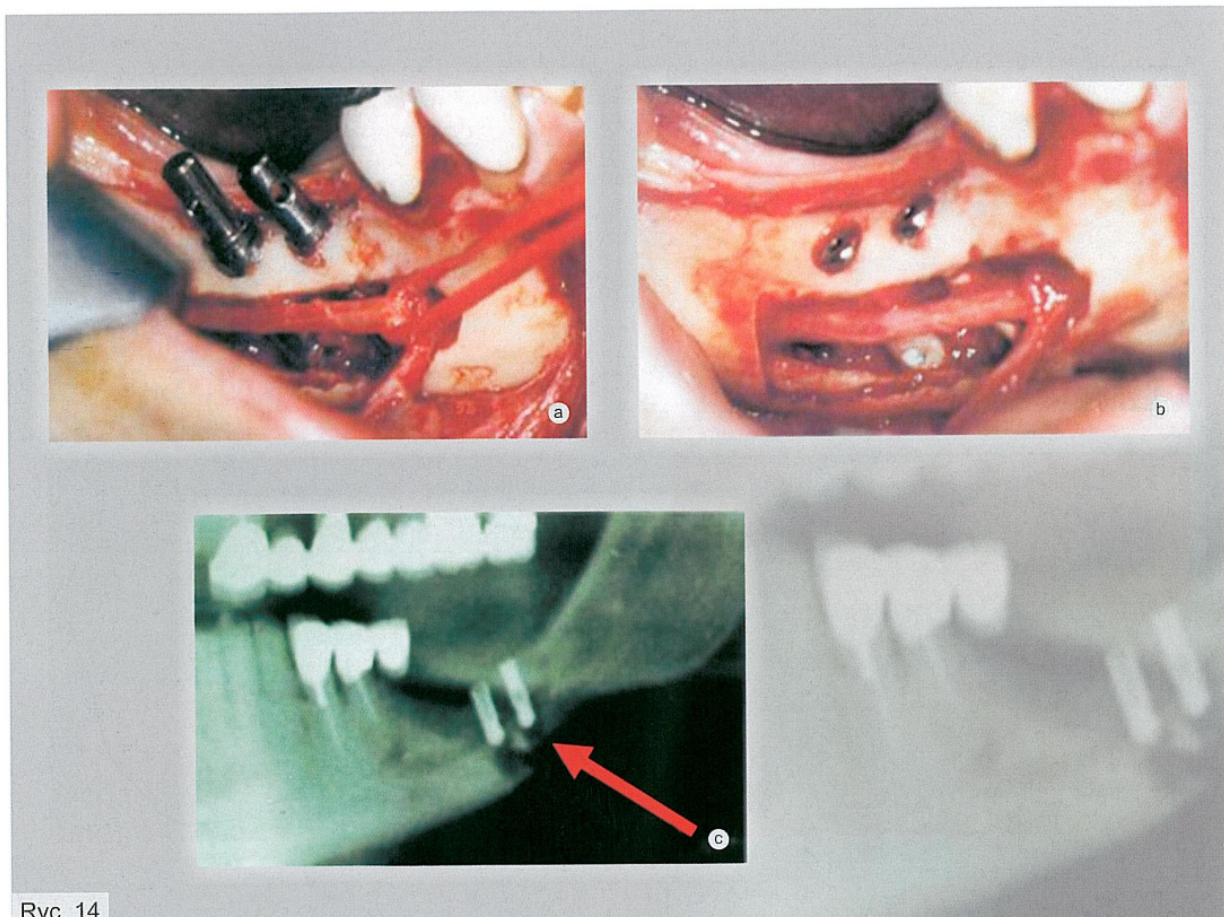
nych) w niedalekiej przyszłości zostało przeniesione do implantologii i miało wkrótce zaowocować pojawieniem się nowego terminu – osteointegracja. W kilku następnych latach Brånemark dopracowuje własną metodykę postępowania, tj. odroczonego obciążania wszczepów, i w 1976 roku jego metoda zostaje zaakceptowana przez Szwedzki Narodowy System Ubezpieczeń Zdrowotnych. Rok później pojawia się definicja osteointegracji: „Bezpośrednie czynnościowe i strukturalne połączenie zorganizowanej żywej tkanki kostnej z powierzchnią obciążonego implantu”. W 4 lata później, 1.01.1981 r., zostaje powołana do życia Nobelpharma, która od tej pory zajmuje się dystrybucją wszczepów i szkoleniami wg metodyki Brånemarka. W następnym roku (1982 r.) w Toronto odbyła się konferencja na temat osteointegra-

cji, do wzięcia udziału w której zaproszono największe sławy w dziedzinie implantologii. Efektem konferencji w Toronto była z jednej strony akceptacja definicji osteointegracji, z drugiej zaś podział implantologii na jedno- i dwufazową – wg metodyki Brånemarka.

Obciążenie wszczepu jednoczasowe (tzn. obciążenie protezą natychmiast po zabiegu) przez lata nie mogło znaleźć pełnej akceptacji, ponieważ wg Brånemarka prowadziło bezpośrednio do zjawiska pojawienia się i rozbudowy zapalnej tkanki łącznej (osteofibrointegracji), a więc do niepowodzenia w przyszłości. Jednofazowa metodyka postępowania w tamtych czasach była dla Brånemarka „antynaukowa”. Z tego powodu w tym właśnie okresie (lata 80. XX wieku) w świecie implantologicznym doszło do podziału na

dwie szkoły – „szwedzką”, związaną z Brånemarkiem, i „włoską” – skupiającą wymienionych już Tramonte, Pansqualini, Garbaccio i innych.

Wprowadzenie przez Brånemarka nowej (tj. dwufazowej) metodyki postępowania, oprócz narodzenia się nowej szkoły w implantologii, przyniosło daleko idący wpływ na rozwój implantologii. Wraz z osteointegracją w latach 80. XX wieku zapanała moda na wszczepy właśnie *ad modum* Brånemark. Od tej pory wszczepy Brånemarka będzie się nazywać *a priori* osteointegracyjnymi, zanim jeszcze zostaną wprowadzone do kości. Ponieważ jednak „La verita e figlia del tempo”, z czasem praktyka kliniczna wykazała, że również w przypadku wszczepów dwufazowych może dojść do pojawienia się wokół nich tkanki łącznej. Również w tej metodzie nie było 100% powo-



Ryc. 14

Ryc. 14a) i b). Przesunięcie pęczka naczyniowo-nerwowego żuchwy dla celów implantologicznych; c) powikłanie pozabiegowe w postaci złamania żuchwy! („Implantoprotezi”. UTET 1999, A. Bianchi).

dzenia. W następnych latach wprowadzono nowy termin – *periimplantitis*, oznaczający niepowodzenie implantacji, wskazując jednocześnie płytkę bakteryjną jako bezpośredni czynnik zapalny, powodujący także zanik tkanki kostnej okłószczepowej (71,72, 73, 74, 75).

Według definicji osteointegracji, podanej przez twórcę szkoły szwedzkiej P.I. Brånemarka w 1977 roku, proces integracji przebiega w pierwszym semestrze od zabiegu implantacji. W odróżnieniu od śruby bikortykálnej wszczepu dwufazowe, z uwagi na swoją budowę, mogą osiągnąć właśnie w pierwszych kilku miesiącach po zabiegu tzw. stabilizację wtórną i w kosekwencji osteointegrację. W celu polepszenia i przyspieszenia stabilizacji wtórnej na przestrzeni lat wypracowano różne techniki modyfikujące powierzchnię wsz-

czepów dwufazowych w następujący sposób:

- TPF (titan-plasma-flame)
- Piaskowanie
- Wytrawianie kwasem
- TPS (titan-plasma-spray)
- MTX (grit-blasted)
- SLA (sand blasted, large grit, acid etched)
- Materiały biologicznie aktywne (np. HA)

Odmienne przedstawia się sytuacja w przypadku wszczepów jedno-fazowych, a w szczególności śrub bikortykálnych. Zarówno budowa wszczepu, jak i oparcie o warstwy zbite kości pozwalają na uzyskanie jego natychmiastowej stabilizacji, tzw. stabilizacji pierwotnej implantu. Od lat liczni badacze próbowali odpowiedzieć na pytanie, jaki wpływ na tkankę kostną będzie miała budowa wszczepu, stabilizacja pierwotna i wtór-

na, a co za tym idzie – również zastosowanie metodyki jedno- i dwufazowej. Z licznych publikacji i zaproponowanych kryteriów oceny powodzenia leczenia w roku 1986 wynika, że szkoła szwedzka akceptuje zanik tkanki kostnej występujący w przypadku wszczepów dwufazowych. Podając za tą szkołą: najintensywniejszy zanik tkanki kostnej występuje w pierwszym roku (76, 77, 78, 79) po obciążeniu odbudową protetyczną, jako wartość średnią przyjmuje się 1,7 mm. Zanik kości rzędu 0,2 mm na rok, do którego dochodzi w następnych latach, jest uznawany za akceptowalny. Na podstawie wstępnych badań przeprowadzonych w Instytucie Biomechaniki Politechniki w Turynie (80) G. Lorenzon wykazał maksymalną koncentrację napięć w okolicy szyjki wszczepów dwufazowych. Zjawisko to, potwierdzone obserwacja-

mi klinicznymi, jest odpowiedzialne za zanik tkanki kostnej okołowszczepowej w postaci tzw. stożka resorpcji. Według G. Lorenzona trudno się zgodzić z określeniem „zanik fizjologiczny”, jeśli nie jest on zjawiskiem powszechnym, tzn. nie odnosi się do wszystkich wszczepów, lecz głównie do ówczesnych wszczepów dwufazowych.

Kolejnym skutkiem panowania szkoły szwedzkiej było zjawisko masowej modyfikacji podłoża kostnego pacjentów, tj. jego dostosowywania do wymagań standardowego wszczepu Brånemarka, początkowo w postaci osteoplastyki, a później tzw. zabiegów przedimplantacyjnych.

Z czasem, w latach 90., zwolennicy szkoły szwedzkiej zdali sobie sprawę, że tym, co jest niezbędne do zabiegu implantacji, nie jest sam wszczep, tylko przede wszystkim kość, której bardzo często brakuje w wymiarach poprzecznym i pionowym. Pojawiły się więc metody poprawy warunków podłoża kostnego (81, 82, 83, 84, 85) w postaci: augmentacji kości, podnoszenia dna zatoki szczękowej, sterowanej regeneracji kości, transpozycji nerwu zębodołowego dolnego, dystrakcji kostnej, rozszczepiania wyrostka zębodołowego (ryc. 13, 14). Te wymienione zabiegi przedimplantacyjne nie są niezbędne w przypadku zastosowania wszczepów o mniejszych wymiarach, takich jak np. igły czy ostrza. Należy dodać, że wspomniane zabiegi przedimplantacyjne dodatkowo obciążają pacjenta. Oceniając burzliwy okres implantologii w latach 80.-90., należy zaznaczyć, że już w roku 1987 bliski współpracownik Brånemarka, Tomas Albrektson, zauważył, że sama definicja osteointegracji z 1977 r. stawiała więcej pytań, aniżeli była w stanie dać odpowiedzi. Po 1977 roku wielu badaczy krytycznie próbowało przez cały czas ustalić, czym jest właściwie osteointegracja (86, 87).

Jak wykazały wczesne badania mikroradiologiczne P. Domsa (88) z Uniwersytetu w Brukseli w latach 80., wiązanie wszczep-kość w praktyce występuje w granicach 30%, pozostałe 70% zajmuje interpozycja glikoprotein i włókien kolagenowych. Temat wgajania się wszczepu oraz odbudowy i przebudowy obciążonej wszcze-

pem tkanki kostnej wzbudza zainteresowanie naukowców na całym świecie po dziś dzień (89). Zaproponowaną przez siebie i początkowo niemal bezkrytycznie zaakceptowaną definicję osteointegracji Brånemark sformułował, opierając się na badaniach wykonanych w mikroskopie świetlnym. Po wprowadzeniu tej definicji do słownika implantologicznego w dalszym ciągu były prowadzone badania histopatologiczne: Gould i Brunette (1984 r.), Mc Kinney, Stefflik i Koth (1985 r.) (90, 91). W wyniku tych badań po raz pierwszy zauważono, że tam, gdzie wszczep miał kontakt z częścią gąbczastą kości, występowała fibrointegracja, natomiast w miejscu, w którym doszło do jego kontaktu z częścią zbitą kości – następowała osteointegracja. Na podstawie tych badań wysunięto pierwsze interesujące wnioski:

1. osteointegracja nie dotyczy tylko jednego określonego typu implantu,

2. osteointegracja nie jest związana z morfologią wszczepu ani wyłącznie z techniką chirurgiczną, ale głównie z jakością tkanki kostnej, tj. jej gęstością.

Użycie w dalszych badaniach histopatologicznych mikroskopu elektronowego potwierdziło wczesne doniesienia P. Domsa i ostatecznie wyjaśniło trwającą od lat dyskusję nad osteointegracją. W późniejszych badaniach Ruggeri (92) udokumentował obecność cienkiej warstwy proteoglikanów pomiędzy wszczepem a tkanką kostną.

Należy dodać, że prowadzone na całym świecie szeroko zakrojone badania histologiczne odnosiły się nie do jednego, lecz do różnych wszczepów, w tym również wszczepów jednofazowych. Badania te ostatecznie udowodniły (93), że dwie różne techniki implantacyjne – jedno- i dwufazowa – w obrazie histologicznym są porównywalne.

Bardzo istotny wpływ na rozwój implantologii (oprócz badań histologicznych) miały wnioski zawarte w Aktach VI Kongresu European Association for Osseointegration, który odbył się w Bernie w 1987 roku. Weber, Corso i inni oficjalnie potwierdzili wówczas, że jakikolwiek wszczep, który uzyska stabilizację pierwotną, może być natychmiast obciążony pro-

tezą, osiągnie bowiem osteointegrację. Wnioski kongresu EAO potwierdziły dotychczasowe zdobycze szkoły włoskiej, uzasadniając tym samym stosowanie również innych wszczepów, a nie tylko bezkrytycznie narzuconego przez szkołę szwedzką wszczepu Brånemarka.

Co prawda, zaproponowana przez Brånemarka i szeroko przyjęta doktryna zaowocowała z czasem drastycznym obniżeniem odsetka niepowodzeń, jednocześnie jednak ulepszenie metodyki postępowania tzw. starej implantologii (śruby, igły, ostrza), jak również zastosowanie zgrzewania wszczepów wg metodyki Mondanigo, a zwłaszcza zwrócenie szczególnej uwagi na postępowanie protetyczne i prawidłowe zwanie zębów (statyczną i dynamiczną) – wszystko to razem dało przewidywalne, porównywalne ze szkołą szwedzką rezultaty. Metodyka Brånemarka była szeroko akceptowana w ośrodkach uniwersyteckich i pojawiły się liczne odmiany wszczepów dwufazowych, by wspomnieć tylko: Bonelit, Pitt Easy, IMZ, Tubingen, Core Vent, Screw Vent, Astra, TBR i wiele innych.

Trwające przez lata badania i dyskusja nad osteointegracją spowodowały z czasem w specjalistycznym piśmiennictwie pojawienie się głosów krytyki nawet w samej Szwecji. Jako pierwszy zabrał głos wspomniany wcześniej prekursor wszczepów podokostnowych Gustaw Dahl. Nobelpharma-monopolista zablokowała ukazywanie się jego publikacji w Szwecji; w związku z tym Dahl zaczął publikować swoje krytyczne artykuły poza jej granicami, nie szczędząc słów krytyki w stosunku do „osteointegracji” Brånemarka podczas licznych konferencji i kongresów (94). Dodać należy, że Dahl, który zasłynął pionierskimi pracami związanymi z wszczepami podokostnowymi, w roku 1947 r. uzyskał stopień doktora Northwestern University w Chicago za pracę dotyczącą zagadnień biomechaniki wynikających z prawa Wolffa.

Faktem pozostaje, że w wyniku prowadzonych na całym świecie badań (95, 96, 97) pierwotna definicja osteointegracji nie wytrzymała próby czasu i musiała być „zmodyfikowana”. Po raz pierwszy w 1986 roku

przez Albrektsona i wsp. na I Kongresie Implantologii Osteointegracyjnej w 1994 roku w Wenecji (1st World Congress of Osseointegration, 29 Sept.-2 Oct. 1994, Venice Lido, Italy) została podana nowa, współczesna wersja definicji – cytata w oryginalnym brzmieniu: „An implant is osseointegrated if there is no progressive relative motion”. Na rozwój implantologii wpływają niezależne, perspektywne i długoterminowe badania prowadzone w renomowanych ośrodkach naukowych.

Również w Wenecji w roku 1997 odbyły się Międzynarodowe Warsztaty Implantologiczne (Early and Immediate Loading Implants, International Workshop, Nov. 7-8 1997, Venice Mestre, Italy), których tematem przewodnim były pytania: Czy można stosować wczesne obciążanie wszczepów? Czy taka metoda jest przewidywalna, tzn. czy czas ją pozytywnie zweryfikuje? Po dwóch dniach obrad padła w końcu jednoznaczna odpowiedź: tak.

Z perspektywy czasu widać, że pogląd z lat 80. i 90., że zastosowanie wszczepów dwufazowych jest jedyną drogą, nie sprawdził się. Ten negatywny fakt był związany z jednej strony z ekspansją producentów, z drugiej zaś z wczesnym etapem badań i brakiem szerokich doświadczeń klinicznych na temat innych typów wszczepów, np. igły, ostrza itp. Skutkiem było sztuczne istnienie przez bardzo długi czas antagonizmu między obiema szkołami, którego podstawą były następujące fakty:

- założenie, że wszczepy dwufazowe są lepsze od innych – jednofazowych,
- stosowanie czasem dezinformacji i sterowanie nią (kursy, szkolenia, publikacje).

Po historycznym już dzisiaj kongresie w Wenecji kilka lat później, w 2001 roku, doszło do bardzo ważnego Kongresu Implantologicznego w Strasburgu (Immediate Loading a Change in Dogma?, Strasbourg, France, 23-24.03.2001), który w praktyce oznaczał upadek dogmatu *Brånemarka*. Z jednej strony bezpośredni wpływ na zmianę postępowania klinicznego szkoły szwedzkiej miały tu prawa rynku – czyli żądania samych pacjentów, którzy z tru-

dem akceptowali długi czas realizacji implantoterapii, z drugiej strony zaś poszukiwawcze badania rozwojowe dotyczące kształtu wszczepów dwufazowych oraz pokrycia ich powierzchni. W efekcie tych badań powstała cała seria zmodyfikowanych wszczepów szkoły szwedzkiej: Mk II, Mk III, Mk IV, a nawet pojawił się wszzczep jednofazowy o nazwie Nobel Direct.

W latach 80. przedstawiciele szkoły szwedzkiej (*T. Albrektson* i inni) podali całą serię czynników pozytywnie wpływających na osteointegrację, jak np. technika zabiegu, kształt wszczepu, rodzaj powierzchni itd. Po latach zwrócono uwagę na kolejne czynniki (wprowadzone już w latach 70. przez *Garbaccia*), np. bikortykałność. Trzeba było lat obserwacji i badań, by zdać sobie sprawę, że odroczenie obciążenia wszczepu (czyli technika dwufazowa) nie jest gwarancją powodzenia implantoterapii.

Uznano w końcu, że kość nigdy nie pozostaje w bezpośrednim kontakcie z powierzchnią wszczepu (obecna jest cienka warstwa proteoglikanów), rozumiano i zaakceptowano rolę gęstości tkanki kostnej, a zwłaszcza jej części korowej. W konsekwencji uznano i zaakceptowano natychmiastowe obciążanie wszczepów (98, 99, 100). Mając na uwadze przytoczone argumenty, należy wyciągnąć wniosek, że prymat tzw. szkoły szwedzkiej lat 70. nie jest dziś niczym uzasadniony. Różnica w integracji wszczepu jedno- i dwufazowego nie istnieje. Wiadomo dziś, że integracja wszczepu z tkanką kostną jest logiczną konsekwencją jego stabilizacji pierwotnej. Procesowi osteointegracji podlegają wszystkie wszczepy niezależnie od kształtu czy techniki wprowadzenia pod warunkiem ich stabilizacji pierwotnej (101).

Implantologia jednofazowa, która nieprzerwanie funkcjonuje w sposób udokumentowany od 40 lat (102), od samego początku zakładała bezpośrednie obciążenie wszczepu protezą po zabiegu implantacji. Fakt ten był i jest naturalną konsekwencją budowy klasycznych wszczepów jednofazowych, w których część wewnątrz-kostna i filar protetyczny stanowią jedną całość. Dziś, po kilkudziesięciu latach, obydwie niegdyś konku-

rencyjne szkoły osiągnęły w końcu, chociaż w różnych przedziałach historycznych, konsens, którego podstawą i celem jest przeprowadzenie rehabilitacji implantoprotetycznej w jak najkrótszym czasie. Szkoła szwedzka, która niegdyś próbowała ignorować istnienie innych wszczepów aniżeli własne, dziś (103) sięgnęła do oryginalnych koncepcji implantów jednofazowych, czerpie z nich i wykorzystuje je. Szkoła włoska 30 lat temu podarowała światu wszzczep, który wchodzi w tkankę kostną, tylko minimalnie ją urażając. Na początku lat 70. stworzyła, badała, a następnie wprowadziła w życie ideę bikortykałizmu. Jej właśnie należy się absolutne pierwszeństwo naukowe stanowiące na zawsze dziedzictwo światowej implantologii.

W marcu 2003 roku we Florencji obradował 3-dniowy Międzynarodowy Kongres SidP (Società Italiana di Paradontologia). Jego hasło przewodnie brzmiało: „Funkcja i estetyka w terapii periodontologicznej i implantacyjnej”. W swoim referacie końcowym prof. *Henry Salama* ze Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej zadał pytanie: Jaka ma być implantologia XXI wieku?, formułując zarazem podsumowujące kongres wnioski. Według wspomnianego autora, który jest niewątpliwym autorytetem w dziedzinie implantologii w skali światowej, przyszłość implantologii ma się sprowadzać do: prostej techniki zabiegów, obciążenia natychmiastowego i wszędzie tam, gdzie jest to możliwe – natychmiastowej implantacji poekstrakcyjnej. Wszystkim tym postulatami odpowiada technika implantacji wg szkoły włoskiej opracowana w latach 70. XX wieku. Śledząc rozwój implantologii na przestrzeni ostatnich lat, widać, jak słuszne i prorocze okazały się wypowiedziane kilkadziesiąt lat temu przez *Dino Garbaccia* słowa – prawda rzeczywiście okazała się córką czasu.

Piśmiennictwo – 103 pozycje – w redakcji.