

KURZE und ULTRAKURZE IMPLANTATE

Douglas Deporter, DDS, PhD



Kurze und ultrakurze Implantate



KURZE und ULTRAKURZE IMPLANTATE

Herausgeber

Douglas Deporter, DDS, PhD

Professor

Faculty of Dentistry

University of Toronto

Toronto, Ontario

 QUINTESSENCE PUBLISHING

Berlin, Barcelona, Chicago, Istanbul, London, Mailand, Mexiko-Stadt,
Moskau, Paris, Prag, Seoul, Tokio, Warschau



Meiner Schwester, Patti Jane, die vor 56 Jahren im Kindesalter verstarb und in meinen Gedanken immer bei mir ist.

Titel der Originalausgabe:

Short and ultra-short implants / Douglas Deporter

© 2018 Quintessence Publishing Co, Inc

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.



Postfach 42 04 52; D-12064 Berlin

Ifenpfad 2-4, D-12107 Berlin

Copyright © 2019 Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Übersetzung: Dr. Sibylle Tönjes, Kiel

Lektorat: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

Herstellung: Quintessenz Verlags-GmbH, Berlin

ISBN: 978-3-86867-418-7

Printed in Croatia

INHALTSVERZEICHNIS



Geleitwort vi

Vorwort vii

Danksagungen ix

Autoren x

- 1 Kurze Implantate als Alternative 1
 - 2 Bewährung kurzer und ultrakurzer Implantate 7
 - 3 20 Jahre praktische Erfahrung mit kurzen Implantaten 31
 - 4 Verwendung kurzer Implantate zum Abstützen von Deckprothesen 43
 - 5 Schraubenförmige Implantate im oberen Seitenzahnbereich 59
 - 6 Schraubenförmige Implantate im atrophierten unteren Seitenzahnbereich 75
 - 7 Press-fit-Implantate mit gesinterter poröser Oberfläche 91
 - 8 Wurzelförmige Implantate mit Plateau-Design 113
 - 9 Ultradicke schraubenförmige Implantate als Molarenersatz 125
 - 10 Ausblick 149
- Sachregister** 152

In vielen klinischen Situationen kann das Setzen von Implantaten mit einer bisher als Standardlänge bezeichneten Ausdehnung aufgrund anatomischer Einschränkungen, wie der Nähe des Canalis mandibularis, einer Pneumatisierung des Sinus maxillaris oder Alveolarkammdefekten, schwierig oder unmöglich sein. Weitere Hürden ergeben sich oft aus dem Gesundheitszustand, dem Alter und der Bereitschaft des Patienten, eine invasive Behandlung durchführen zu lassen. Natürlich gibt es mehrere chirurgische Verfahren, die eine Implantation bei fortgeschrittener Alveolarkammatrophie möglich machen. Zu den komplexeren Ansätzen gehören Inlay- oder Onlay-Plastiken mit intra- oder extraoral gewonnenen autogenen Knochentransplantaten, die Distraktionsosteogenese, Zygoma-Implantate, eine Verlagerung des N. alveolaris inferior, die geführte Knochenregeneration sowie verschiedene Manipulationen der Kieferhöhle. Diese Ansätze sind jedoch abhängig von der Patientenauswahl, technisch aufwändig, zeitintensiv und anstrengend, ganz abgesehen davon, dass sie die postoperative Morbidität, die Gesamtkosten und die Behandlungsdauer erhöhen.

Derzeit ist der Einsatz kurzer und ultrakurzer Implantate in vielen Situationen die beste und am wenigsten kostenintensive Behandlungsoption, deren Eignung aber weiterhin von manchen Ärzten nicht

akzeptiert wird. Dieses Buch liefert die bislang umfangreichste Übersicht zum Einsatz kurzer und ultrakurzer Implantate und ermöglicht dem Zahnarzt ein besseres Verständnis ihres Einsatzes bei der Lösung klinischer Situationen von der Restauration eines einzelnen Zahns bis zu vollständig unbezahnten Patienten. Der evidenzbasierte Ansatz in den ersten Kapiteln wirft Licht auf die Langzeitergebnisse verschiedener kurzer und ultrakurzer Implantatdesigns und versucht, den Bedenken der konservativeren Ärzte zu begegnen, die aus eigener Erfahrung oder anhand der Meinungen Anderer davon ausgehen, dass derartige Implantate häufiger versagen als solche mit Standardlänge. Ich rechne damit, dass dieses Buch der wissenschaftlichen Gemeinschaft eine weitere Möglichkeit liefert, diesen modernen Ansatz der dentalen Implantologie zu diskutieren und zu übernehmen; dafür danke ich den Autoren und gratuliere ihnen dazu. Ich bin davon überzeugt, dass dieses Buch signifikant dazu beitragen wird, die Gesundheit und die Lebensqualität unserer Patienten zu verbessern – Ziele, die jeder Arzt anstreben sollte.

Tiziano Testori, MD, DDS
Founder and Scientific Director Lake Como Institute,
Como, Italien

VORWORT



Ich traf Professor P.-I. Brånemark das erste Mal, als ich im Herbst 1979 mit meinen Kollegen Göteborg einen Besuch abstattete. Wir wollten feststellen, ob unsere Fakultät an der University of Toronto eine prospektive klinische Studie mit maschinieren schraubenförmigen Implantaten vom Brånemark-Typ durchführen sollte, bevor diese formal in Nordamerika eingeführt werden. Der Teamleiter war Professor George Zarb, unser damaliger Chef der Prothetik. Und obwohl ich letztendlich nicht an dieser Studie beteiligt war, verließ ich Göteborg mit starkem Interesse an einem Fachgebiet, das schon bald aufblühen sollte: der dentalen Implantologie.

Nach dem Beginn der sogenannten Toronto-Studie¹ wurde das Konzept der Osseointegration im Jahr 1982 bei einem Treffen in Toronto ausgewählten akademischen Oralchirurgen und Prothetikern vorgestellt. Anschließend war man bemüht, die Knochen-Implantat-Fixierung vollständig aufzuklären und zu verstehen, wie sie am besten erreicht wird.² Seitdem wurden mehrere tausend – wenn nicht sogar zehntausend – Grundlagenstudien an Mensch und Tier veröffentlicht. Trotzdem gibt es aber auf dem Gebiet noch viel mehr zu lernen. Der Zufall wollte es, dass niemand anderes als Professor Bob Pilliar, der Wissenschaftler und Ingenieur für Biomaterialien, der 10 Jahre zuvor die zementfreie Hüftprothese entwickelt hatte,³ etwa zu demselben Zeitpunkt zu unserer Fakultät stieß, an dem das Treffen in Toronto stattfand.

Die zementfreie Hüftprothese bestand aus einem soliden Metallimplantatkern, auf dem mit einer sorgfältig kontrollierten Hochtemperaturesinterung eine mehrschichtige poröse Oberfläche aus kugelförmigen Metallperlen mit einem bestimmten Größenbereich befestigt wurde. Diese Oberflächentopografie fördert das Einwachsen von Knochen in die porösen Bereiche und führt zu einer dreidimensionalen mikromechanischen

Verflechtung (oder Verzahnung) des Knochens mit der porösen Implantatoberfläche. Seinerzeit wurden die meisten Hüftendoprothesen mit Zement im Knochen befestigt, einem Vergussmaterial aus Akryl (Polymethylmethacrylat), das aus dem zahnmedizinischen Gebiet übernommen worden war. Das Problem bestand jedoch darin, dass der Zement im Laufe der Zeit zerbröckelte. Die Ursache dafür waren vor allem relative Mikrobewegungen am Zement-Implantat- oder Zement-Knochen-Kontakt, die zur Freisetzung von feinem Abriebmaterial führten, das wiederum eine Osteolyse, einen Knochenverlust am Kontaktbereich sowie eine Implantatlockerung bewirkte. Daraus ergab sich unweigerlich die Indikation für einen Ersatz der Prothese durch einen chirurgischen Eingriff. (Wenn orthopädische Chirurgen mit einer gelockerten, zementierten Hüftprothese konfrontiert wurden, bezeichneten sie diese interessanterweise als revisionsbedürftig und umgingen damit den unschönen Begriff des Versagens. Wenn doch nur Zahnärzte auch das Privileg hätten, dass niemals ein Implantat versagt!)

Professor Pilliar und ich nahmen 1982 gemeinsam mit anderen Mitgliedern unserer Fakultät an dem Treffen in Toronto teil. Anschließend begannen wir über alternative Designs für enossäre dentale Implantate nachzudenken. Insbesondere fragten wir uns, ob die gesinterte poröse Oberfläche aus der Orthopädie in die Zahnheilkunde übertragen werden könnte und ob sie vorteilhafter wäre als ein schraubenförmiges Implantat mit maschinierter Oberfläche. Wir beantragten sofort Forschungsmittel und erhielten 1983 eine großzügige Finanzierung einer kanadischen Bundesforschungsanstalt (Medical Research Council of Canada), um diese Idee weiter zu verfolgen. Zunächst führten wir Tierstudien durch und später (ab 1989) klinische Studien am Menschen. Schon bald wurde uns klar, dass die

gesinterte Oberfläche des dentalen Implantats, das wir erhalten hatten, einen weitaus stärkeren Knochen-Implantat-Kontakt entwickelte als ein schraubenförmiges Implantat mit maschinierter Oberfläche (d. h. Scher-, Zug- und Druckfestigkeit).⁴

Fortan gingen wir davon aus, dass dentale Implantate mit gesinteter, poröser Oberfläche (SPS-Implantate) auch sehr gut mit kurzer Länge funktionieren (mit nur 5 mm intraossärer Implantatlänge).⁵ Anfang der 1990er Jahre hatte sich die United States Food and Drug Administration mit SPS-Implantaten befasst und erlaubte einer kleinen Gruppe von Zahnärzten, die bereits viel Erfahrung in der dentalen Implantologie hatten, die Durchführung von Studien mit diesen Implantaten. Der Haken daran war jedoch, dass diese Ärzte aufgrund ihrer bisherigen Erfahrungen mit anderen dentalen Implantatdesigns davon ausgingen, dass längere Implantate erforderlich sein würden, um mit höherer Wahrscheinlichkeit bessere Erfolge bei ihren Patienten zu erzielen. Daher produzierte die von der University of Toronto für die Herstellung der SPI-Implantate lizenzierte Firma eine Version mit einer Länge von 12 mm. Das ist bei einem Kegelwinkel von 5° die längstmögliche Form. Danach durchgeführte klinische Studien haben jedoch bestätigt, dass die ursprünglichen kürzeren Längen genauso gute, wenn nicht sogar bessere Ergebnisse erzielten, als Implantate mit einer Länge von 12 mm.⁶

Meine Kollegen und ich berichten seit weit mehr als 25 Jahren davon, dass kurze dentale Implantate (≤ 8 mm) bei unbezahnten und teilbezahnten Patienten zuverlässig gut abschneiden. Aber inzwischen ist der Bann gebrochen und es berichten immer mehr anerkannte klinische Forscher von guten Ergebnissen mit kurzen mittelrauen schraubenförmigen Implantaten mit und ohne Kalziumphosphat-Nanobeschichtung. Selbst ultrakurze Implantate (< 6 mm) kommen allmählich zum Einsatz und

während dies geschieht, werden wir auch weiterhin den Mythos der beiden Längen enträtseln (Standardlänge versus kurze und ultrakurze Länge).⁷

Die von mir für dieses Buch ausgewählten Autoren verfügen jeweils über umfassende Erfahrungen mit kurzen und ultrakurzen Implantaten und werden nicht müde, sich der falschen Lehrmeinung entgegenzustellen, wonach ihr Einsatz riskanter ist als derjenige weitaus längerer Implantate. Allerdings darf der mit kurzen und ultrakurzen enossären Implantaten Unerfahrene nicht davon ausgehen, dass sie in irgendeiner Weise einfacher einzusetzen sind als Implantate mit traditionelleren Längen, weil das natürlich nicht zutrifft. Trotzdem hoffe ich, dass wir das Thema effektiv und ausführlich genug dargestellt haben, damit die Ärzte kurze Implantate als eine für ihre Patienten geeignete Behandlungsoption ansehen und mit höherer Wahrscheinlichkeit Erfolge erzielen, wenn sie sich für diesen Ansatz entscheiden.

Literatur

1. Zarb GA, Schmitt A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: The Toronto study. Part I: Surgical results. *J Prosthet Dent* 1990;63:451–457.
2. Zarb GA. Proceedings of the Toronto Conference on Osseointegration in Clinical Dentistry. St Louis: Mosby, 1983.
3. Pilliar RM. Porous-surfaced metallic implants for orthopedic applications. *J Biomed Mater Res* 1987;21(A1 suppl):1–33.
4. Deporter D, Watson PA, Pilliar RM, Chipman ML, Valiquette N. A histological comparison in the dog of porous-coated vs. threaded dental implants. *J Dent Res* 1990;69:1138–1145.
5. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(suppl 2):35–51.
6. Deporter D, Todescan R, Riley N. Porous-surfaced dental implants in the partially edentulous maxilla: Assessment for subclinical mobility. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2002;22:184–192.
7. Neugebauer J, Nickenig HJ, Zöller JE; Department of Cranio-maxillofacial and Plastic Surgery and Interdisciplinary Department for Oral Surgery and Implantology; Centre for Dentistry and Oral and Maxillofacial Surgery; University of Cologne. Update on short, angulated and diameter-reduced implants. Presented at the 11th European Consensus Conference, Cologne, 6 Feb 2016.

DANKSAGUNGEN



Zunächst danke ich natürlich den Mitautoren dieses Buches, die genauso begeistert wie ich ihre Erfahrungen und ihr Wissen über das bislang kontrovers beurteilte Thema der kurzen und ultrakurzen Implantate geteilt haben. Ihre Großzügigkeit und ihr Enthusiasmus halfen mir dabei, mich immer wieder auf das Projekt zu konzentrieren, wenn meine Ansichten mir selbst zu gewagt erschienen. Außerdem danke ich meinem Kollegen Howard Tenenbaum, der mich als früherer Leiter der Prothetik in unserer Fakultät zu einem Zeitpunkt dazu ermunterte, meine Arbeit fortzusetzen, als ihr andere in meiner näheren Umgebung sehr kritisch gegenüberstanden. Zudem muss ich Dr. Daniel Cullum danken, der mich vor mehreren Jahren dazu einlud, gemeinsam mit ihm ein Buch über die minimal-invasive dentale Implantologie herauszugeben. Die Arbeit an diesem früheren Buch und die Unterstützung, die ich dabei erhalten habe, gaben mir die Motivation und den Mut, mich dieser Aufgabe als einziger Herausgeber zu stellen. Ein großes Dankeschön geht an Jeff Comber, den Chef-Fotografen der Zahnmedizinischen Fakultät an der University of Toronto, für seinen unermüdlichen Einsatz bei der Bereitstellung und Prüfung vieler der in diesem Buch gezeigten Bilder. Schließlich möchte ich auch dem sehr freundlichen und hilfsbereiten Team von Quintessenz dafür danken, dass sie das Projekt für mich möglichst stressfrei gestaltet haben.

Als ich 1989 gemeinsam mit meinem Kollegen Philip Watson die ersten klinischen Studien mit kurzen dentalen Implantaten durchführte, hatte ich keinerlei Erfahrungen in der dentalen Implantologie und keine Vorstellung davon, was mich erwarten würde. Seinerzeit bestand unter den so genannten Experten ein Konsensus darüber, dass Implantate mit einer Länge von weniger als 10–13 mm ein sehr hohes Risiko für ein Versagen hatten. Daran wurde ich viele Jahre lang jedes Mal erinnert, wenn ich bei der Vorstellung meiner Ergebnisse immer wieder auf Skepsis stieß. Die Innovation der transkrestalen Sinusbodenelevation durch Robert Summers in der Mitte der 1990er Jahre beflügelte meinen Enthusiasmus. Unter Verwendung seines Ansatzes zur Sinusbodenelevation stellte ich schon bald fest, dass kurze und ultrakurze Implantate im atrophierten oberen Seitenzahnbereich genauso erfolgreich sein können wie im atrophierten unteren Seitenzahnbereich. Es ist eine Genugtuung für mich, dass nach fast 30 Jahren, während derer ich versucht habe, die zahnmedizinische Gemeinschaft davon zu überzeugen, dass Implantate nicht lang sein müssen, um Erfolg zu haben, nun endlich die Zeit gekommen ist, in der kurze und ultrakurze Implantate ihren Platz im klinischen Alltag erhalten. Die Autoren dieses Buches haben diese Errungenschaft in der Realität umgesetzt und werden dies auch weiter tun. Und, nebenbei gesagt, war es mir eine Freude, mit ihnen allen zusammen zu arbeiten.

Murray Arlin, DDS

Praxis für Parodontologie und Implantologie
Toronto, Ontario

Pierluigi Balice, DDS, MDSc

Assistenzarzt
Department of Periodontology
School of Dental Medicine
University of Connecticut
Farmington, Connecticut

Carlo Barausse, DDS

Doktorand
Department of Biomedical Science and Neuromotor
Sciences
University of Bologna
Bologna, Italien

Hugo De Bruyn, DDS, MSC, PhD

Professor
Department of Periodontology, Oral Implantology,
Removable and Implant Prosthetics
Faculty of Medicine and Health Sciences
Ghent University
Gent, Belgien

Douglas Deporter, DDS, PhD

Professor
Faculty of Dentistry
University of Toronto
Toronto, Ontario

Pietro Felice, MD, DDS, PhD

Wissenschaftler
Department of Biomedical Science and
Neuromotor Sciences University of Bologna
Bologna, Italien

André Hattingh, BChD, MChD

Praxis für Parodontologie und Implantologie
Sevenoaks, Kent
Vereinigtes Königreich

PhD Student

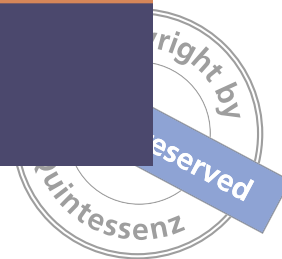
Department of Periodontology, Oral Implantology,
Removable and Implant Prosthetics
Faculty of Medicine and Health Sciences
Ghent University
Gent, Belgien

Henny J. A. Meijer, DDS, PhD

Professor
Department of Dentistry, Oral Surgery, and Medicine
Faculty of Medical Sciences University of Groningen
Groningen, Niederlande

Vittoria Perrotti, DDS, PhD

Research Fellow
Department of Medical, Oral and Biotechnological
Sciences
School of Medicine and Health Sciences
University of Chieti-Pescara
Chieti, Italien

**Adriano Piattelli, MD, DDS**

Professor für Oralpathologie und -medizin
Department of Medical, Oral and Biotechnological
Sciences
School of Medicine and Health Sciences
University of Chieti-Pescara
Chieti, Italien

Professor und Leiter, Biomaterials Engineering
Catholic University San Antonio de Murcia
Murcia, Spanien

Roberto Pistilli, MD

Assistenzarzt
Department of Oral and Maxillofacial Surgery
San Camillo Hospital
Rom, Italien

Gerry M. Raghoobar, DDS, MD, PhD

Professor
Department of Oral Disorders, Oral Surgery, and
Special Dentistry
Faculty of Medical Sciences
University of Groningen
Groningen, Niederlande

Franck Renouard, DDS

Praxis für Oral- und Implantatchirurgie
Paris, Frankreich

Antonio Scarano, DDS, MD

Außerordentlicher Professor für Oralchirurgie
Department of Medical, Oral and Biotechnological
Sciences
School of Medicine and Health Sciences
University of Chieti-Pescara
Chieti, Italien

Kees Stellingsma, DDS, PhD

Assistenzprofessor
Department of Oral Disorders, Oral Surgery, and
Special Dentistry
Faculty of Medical Sciences
University of Groningen
Groningen, Niederlande

Rainier A. Urdaneta, DMD

Praxis für dentale Prothetik
Worcester, Massachusetts

Stefan Vandeweghe, DDS, PhD

Außerordentlicher Professor
Department of Periodontology, Oral Implantology,
Removable and Implant Prosthetics
Faculty of Medicine and Health Sciences
Ghent University
Gent, Belgien



ANMERKUNGEN DES AUTORS

In den vergangenen Jahren wurde darüber diskutiert, wann ein Implantat kurz oder ultrakurz ist. Die in diesem Buch verwendete Klassifikation basiert nicht auf der Gesamtlänge, sondern auf der intraossären Länge des Implantats. Dieser Teil des Implantats ist für die Osseointegration verantwortlich und umfasst weder den Hals noch die transgingivalen Segmente, da diese sich nicht mit dem Knochen verbinden sollen. Ein Implantat mit Standardlänge hat definitionsgemäß eine intraossäre Länge > 8 mm. Implantate mit einer intraossären Länge von 6–8 mm gelten als kurz und solche mit einer intraossären Länge < 6 mm als ultrakurz. Wichtig ist zudem, dass die Größe der Implantate in diesem Buch in Länge \times Breite angegeben wird.

1

Kurze Implantate als Alternative

Franck Renouard, DDS

Obwohl Dr. Per-Ingvar Brånemark bereits vor mehr als 50 Jahren die erste erfolgreich osseointegrierte Implantation durchführte, besteht auch weiterhin eine Kontroverse hinsichtlich der optimalen Form und Größe von soliden dentalen Implantaten mit enossärer Wurzelform. Es gibt nur wenige medizinische Fachgebiete, in denen trotz einer Fülle relevanter wissenschaftlicher Daten eine derartige Unsicherheit herrscht. Ein typisches Beispiel dafür sind die Empfehlungen zur Länge von dentalen Implantaten. Eine schnelle Suche in PubMed im Dezember 2016 erbrachte 5.400 Artikel, in denen kurze Implantate erwähnt werden, die sich aber überwiegend auf komplexere Lösungen konzentrieren und kurze Implantate nur als Ausweichlösung im Notfall angeben. Die vorherrschende Denkweise ist somit auch weiterhin, dass ein Implantat kurz- und langfristig umso erfolgreicher sein wird, je länger es ist. Oft müssen komplexe, teure und technisch aufwändige Kollateraleingriffe durchgeführt werden, damit ein Implantat mit Standardlänge verwendet werden kann, wie eine autogene (oder andere) Knochenblocktransplantation, eine vertikale Alveolarkammaugmentation, eine Verlagerung des N. mandibularis und eine offene Sinusbodenelevation. Interessanterweise hatten die ersten Implantate, die von Brånemark in den 1960er Jahren entwickelt und erfolgreich getestet wurden, eine Länge < 8 mm, manche sogar von < 5 mm.

Der zögerliche Einsatz kurzer Implantate durch die Ärzte lässt sich vor allem auf die Lektüre der statistischen Beurteilungen des Implantatversagens zurückführen, während andere Überlegungen, wie das Geschlecht des Patienten, die Größe seines Mundes, das Komplikationsrisiko bei komplexeren Eingriffen und die Machbarkeit derartiger Verfahren, wenn sie von einem Nicht-Spezialisten in der eigenen Praxis durchgeführt werden, vernachlässigt werden. Sofern das Ziel ist, das einfachste, am wenigsten invasive, komplikationsärmste und am wenigsten belastende Verfahren zu wählen, muss die Frage erlaubt sein: Warum

sollen wir dann keine kurzen Implantate verwenden? Zu den daraufhin angeführten Argumenten gehören:

- Ihre Erfolgsraten sind oft niedriger als die von Implantaten mit Standardlänge.
- Die Stressverteilung bei der Belastung kurzer Implantate erhöht aufgrund des ungünstigen Kronen-Implantat-Verhältnisses das biomechanische Risiko.
- Bei Verlust des Alveolarknochens durch mechanische Überlastung, Entzündungen oder Infektionen (z. B. Mukositis oder Periimplantitis) ist das Risiko für ein Implantatversagen erhöht.
- Es ist schwierig, bei der Durchführung operativer Eingriffe von den gewohnten Wegen abzuweichen.

Im vorliegenden Kapitel wird auf diese Bedenken eingegangen.

Erfolgsraten

Sind die Erfolgsraten kurzer Implantate schlechter als diejenigen von Eingriffen, bei denen Implantate mit Standardlänge verwendet werden? Der schlechte Ruf kurzer Implantate basiert überwiegend auf den ersten Veröffentlichungen, die das ursprüngliche dentale Implantat vom Typ Brånemark verwendeten: eine aus handelsüblichem Reintitan hergestellte Gewindeschraube mit maschinierter (d. h. minimal rauer) Oberflächenbehandlung.¹⁻⁴ In jedem dieser Berichte geben die Autoren in den Abstracts und/oder Schlussfolgerungen an, dass kurze (≤ 10 mm) Implantate häufiger versagen als längere. Dies reichte aus, um ein Dogma zu etablieren, das sich nur schwer angreifen lässt. Die genauere Lektüre dieser Artikel zeigt jedoch, dass kurze Implantate zwar häufiger versagten, der Unterschied zu längeren Implantaten aber weniger signifikant ist, als die Autoren es glauben ließen. In dem Artikel von Friberg et al.², die 4.641 Implantate untersuchten, betrug die Versagensrate kurzer Oberkieferimplantate beispielsweise nur 7 % und umfasste alles – vom Einzelzahnersatz bis zu Rekonstruktionen des gesamten Kiefers bei unbezahnten Patienten.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse dieser Studie nur für teilbezahnte Patienten schrumpft die Versagensrate kurzer Implantate auf 1,3 %. Außerdem stellten die Autoren fest, dass die kurzen Implantate meistens frühzeitig versagten. Sobald sie in den Knochen integriert waren, verhielten sie sich genau wie längere Implantate. Im Jahr 1991 setzten diese Ärzte nicht nur zylindrische Implantate mit maschinierter Oberfläche ein, sondern folgten bei kürzeren und längeren Implantaten unabhängig von der Knochendichte auch einem identischen Standardbohrprotokoll.

Auch die nähere Betrachtung der Studie von Lekholm et al.⁴ zeigt, dass sich die für kurze Implantate angegebene Versagensrate nicht signifikant von derjenigen längerer Implantate unterscheidet. In der Untersuchung von van Steenberghe et al.¹ wurden kurze Implantate in zwei Gruppen mit einer Länge von 7 mm bzw. 10 mm unterteilt, und die Erfolgsrate der 7 mm langen Implantate war höher als diejenige der Implantate mit einer Länge von 10 mm. Die Adaptation dieser Ergebnisse, damit sie zu dem seinerzeit herrschenden allgemeinen Konsensus passten (wonach Implantate mit einer Länge < 10 mm trotz anders lautender objektiver Daten häufiger versagen), wird als Bestätigungsfehler bezeichnet und ist ein sehr häufiges kognitives Verhalten: Sobald eine Entscheidung getroffen oder eine „Tatsache“ erlernt wurde, sucht das menschliche Gehirn immer nach Daten, welche die fragliche vorgefasste Meinung erhärten, und verwirft Daten, die sie in Frage stellen. Dies ist ein in vielen wissenschaftlichen Gebieten ungünstiges, aber häufiges Phänomen.⁵

Mit den fortschreitenden Untersuchungen zu dentalen Implantaten wurde der Einfluss von Länge und Durchmesser auf das Implantatüberleben und den Implantaterfolg objektiver untersucht: durch die Überprüfung der Fakten vor dem Ziehen von Rückschlüssen. So veröffentlichten Renouard und Nisand⁶ einen systematischen Review von Artikeln, die zwischen 1990 und 2005 erschienen waren. Mithilfe von Medline wurden initial Studien ausgewählt, in denen Implantate beim Menschen in abgeheilte Bereiche gesetzt wurden und die



(1) relevante Daten über die Implantatlängen und -durchmesser, (2) klar dargelegte oder berechenbare Überlebensraten der Implantate und (3) klar definierte Kriterien für das Implantatversagen angeben. Diese Einschlusskriterien wurden von insgesamt 34 Studien erfüllt, von denen 13 kurze Implantate betrachteten. Die Untersucher dieser 13 Studien berichteten über die Ergebnisse von insgesamt 3.173 Implantaten bei 2.072 Patienten. Verwendet wurden Implantate mehrerer Hersteller, und die mittlere Implantatlänge betrug 7,9 mm. Die Beobachtungsphasen reichten von 0 bis 168 Monate (Median 47,1 Monate). Da insgesamt 9,5 % der Studienteilnehmer die Studienteilnahme abbrachen, erreichte die mittlere Überlebensrate der Implantate 95,9 % und entspricht damit mehr oder weniger derjenigen von längeren Implantaten der gleichen Ära. Allerdings gaben manche Autoren deutlich niedrigere Erfolgsraten als diesen Mittelwert an, und der Leser sollte verstehen, wie es dazu kam.

Im Jahr 2005 analysierten Hermann et al.⁷ die große Anzahl versagter Implantateingriffe und stellten fest, dass kurze Implantate in der Regel in Bereichen mit geringem Knochenvolumen und reduzierter Knochendichte gesetzt wurden, längere Implantate hingegen fast immer in dichteren Knochen. Diese Beobachtung stellt die Implantatlänge als Ursache des Versagens in Frage: Versagte ein Implantat im oberen Seitenzahnbereich aufgrund seiner Länge oder kam es zum Versagen, weil die Knochendichte reduziert war und der Arzt es versäumt hat, die Implantatbohrung entsprechend anzupassen?

Sofern ein kurzes Implantat als Behandlungsoption ausgeschlossen werden soll, müssen sich Arzt und Patient der wahrscheinlichen Risiken, Komplikationen und der Möglichkeit eines Implantatversagens bewusst sein, wenn längere Implantate in Kombination mit einer Sinusbodenelevation oder vertikalen Alveolarkammaugmentation gesetzt werden. Aktuelle Untersuchungen betrachteten diese Aspekte in randomisierten kontrollierten klinischen Studien beim Menschen, in denen kurze Implantate alleine mit längeren Implantaten verglichen

wurden, die in zuvor transplantierten Knochen gesetzt wurden. Im Gegensatz zu den ersten Arbeiten mit kurzen Implantaten verwendeten die Untersucher mittellange (z. B. partikelgestrahlte oder säuregeätzte) statt maschinierter Implantatoberflächen.⁸ Esposito et al.⁹ verglichen in einer 3-Jahres-Studie den Einsatz von Implantaten mit einer Länge von 6,3 und 9,3 mm im atrophierten unteren Seitenzahnbereich nach vertikaler Alveolarkammaugmentation mit interpositionalen Block-Xenografts. Jeder Patient erhielt zwei oder drei Implantate, die gedeckt einheilten und mit verblockten festsitzenden Prothesen restauriert wurden. Zwei kurze Implantate und drei Implantate mit Standardlänge versagten bei jeweils anderen Patienten. Allerdings traten bei den Patienten, die nach Augmentation ein Implantat mit Standardlänge erhalten hatten, signifikant mehr Komplikationen auf (22 Komplikationen bei 20 Patienten) als bei den Patienten mit kurzen Implantaten (5 Komplikationen bei 5 Patienten). Ganz ähnlich verglichen Pieri et al.¹⁰ Implantate mit einer Länge von 6 bis 8 mm mit 11 mm langen Implantaten, die mit gleichzeitiger Sinusbodenelevation mit lateralem Fenster gesetzt wurden. Nach einer mittleren funktionellen Belastung von > 3 Jahren waren die Überlebensraten der Implantate ähnlich, aber auch hier fanden sich in der Gruppe mit Sinusbodenelevation mehr chirurgische Komplikationen (10 Komplikationen bei 9 Patienten mit Implantaten mit Standardlänge im Vergleich zu 1 Komplikation bei den Patienten mit kurzen Implantaten).

Somit scheint die Entscheidung gegen die Verwendung kurzer Implantate aufgrund ihres mutmaßlich schlechteren Abschneidens nicht sehr weise zu sein. Tatsächlich sollten kurze Implantate in Bereichen mit geringem Knochenvolumen die Therapie der Wahl sein, sofern nicht aufgrund anderer Überlegungen (z. B. Ästhetik) Kontraindikationen gegen ihren Einsatz bestehen.



Stressverteilung an Implantaten und Kronen-Implantat-Verhältnis

In den 1990er Jahren tauchten immer mehr Artikel über den Einfluss der Verteilung von mechanischem Stress bei funktionell belasteten dentalen Implantaten auf. Mit der Finite-Elemente-Methode sagten Meijer et al.¹¹ bereits 1992 voraus, dass sich die Belastung an dentalen Implantaten, wenn sie lateral (d. h. außeraxial) einwirkenden Kräften ausgesetzt sind, vor allem im krestalen Knochen am Implantathals konzentriert. Sie schlussfolgerten, dass sich eine Veränderung der Implantatlänge nicht signifikant darauf auswirkt, wie die Belastungen an den periimplantären krestalen Knochen weitergegeben werden. Zu ähnlichen Rückschlüssen kamen später auch Pierrisnard et al.¹² Gemäß der mechanischen Grundprinzipien ist die Stresskonzentration am Implantathals umso stärker, je größer der Winkel ist, in dem die Kraft einwirkt. Dabei nimmt die Belastung zur Implantatspitze hin ab.

Lange Zeit galt das Kronen-Wurzel-Verhältnis als Schlüsselfaktor bei der Herstellung konventioneller zahngelagerter Prothesen. Ein Kronen-Wurzel-Verhältnis > 1 wurde als Risikofaktor für ein Versagen betrachtet. Dieses Prinzip wurde initial auch auf dentale Implantate übertragen. Bei einem zu erwartenden Kronen-Implantat-Verhältnis > 1 bevorzugten viele Ärzte die gleichzeitige Durchführung weiterer Eingriffe, um das Setzen längerer Implantate zu ermöglichen.

Im unteren Seitenzahnbereich sind manche Ärzte sogar so weit gegangen, eine Lateralisierung des N. mandibularis zu empfehlen, damit längere Implantate gesetzt werden können – obwohl es keine prospektiven Studien gibt, die dieses riskante Verfahren mit dem Setzen kurzer Implantate vergleichen. Inzwischen haben jedoch zahlreiche Autoren gezeigt, dass das Kronen-Implantat-Verhältnis meistens keine Rolle spielt, sodass auch hier wieder kurze Implantate oft die Behandlung der Wahl sind.^{13–15} Dies soll nicht bedeuten, dass es keine Obergrenzen für das Kronen-Implantat-Verhältnis gibt – die wird es sicherlich geben. Unabhängig davon, ob

ein Implantat 5 mm oder 15 mm lang ist, wird es jedoch schlussendlich demselben Belastungsmuster ausgesetzt, was die Bedeutung des Kronen-Implantat-Verhältnisses für biologische Komplikationen minimiert. Gleichwohl verlängert ein längerer Implantat-Abutment-Komplex den Hebelarm (gemessen bis zum Implantathals) und erhöht somit das Risiko für eine Überlastung der Prothese. Daraus folgt, dass der Einsatz einiger kurzer Implantate und einer Verblockung wichtige Überlegungen sind.

Risiko für Knochenverlust und Periimplantitis

Die seit langem für den Erfolg dentaler Implantate geltenden Albrektsson-Kriterien¹⁶ kommen auch weiterhin im klinischen Alltag zum Einsatz, ebenso die Empfehlung, dass der Knochenverlust im ersten Jahr mit funktioneller Belastung des Implantats nicht mehr als 1,2 mm betragen sollte und in den Jahren darauf jeweils nicht mehr als 0,2 mm. Bei den meisten erfolgreichen Implantaten schreitet der Knochenverlust jedoch nicht progredient mit der Zeit fort, sondern erreicht irgendwann einen stabilen Zustand, ohne dass es zu weiteren messbaren Knochenverlusten kommt. Somit haben die Albrektsson-Kriterien zur Entwicklung einer Fehlwahrnehmung beigetragen, wonach es innerhalb weniger Jahre an einem kurzen Implantat zu einem so ausgeprägten Knochenverlust kommt, dass es seine Integration verliert. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass der Knochenverlust an kurzen Implantaten im Laufe der Zeit ähnlich verläuft wie an längeren Implantaten.¹⁷ Im Gegensatz dazu stellten Naert et al.¹⁸ und Rokni et al.¹⁵ fest, dass der Knochenverlust an Implantaten mit Standardlänge größer war als an kurzen. Dabei wird natürlich davon ausgegangen, dass die kurzen Implantate mit einem entsprechenden Operationsprotokoll gesetzt wurden, bei dem darauf geachtet wurde, dass der finale bukkale Knochen ausreichend dick sein muss (> 2 mm), damit seine postoperative Resorption mit Exposition der



rauen Implantatoberflächen möglichst gering ausfällt.¹⁹ Sollte eine derartige Exposition auftreten, besteht immer das Risiko eines bakteriell induzierten entzündlichen Knochenverlusts (Periimplantitis). Dabei handelt es sich um einen entzündlichen Prozess, der in der Regel zu einem weiteren und oft progredienten periimplantären Knochenverlust führt. Dieser Knochenverlust kann manchmal durch Abhilfemaßnahmen stabilisiert werden, bei einem kurzen Implantat ist aber in diesem Fall das Risiko für einen Verlust der Osseointegration natürlich höher als bei einem längeren.

Implantatlänge und iatrogene Faktoren

Eine Implantation ist für die meisten Ärzte eine Stresssituation, insbesondere, wenn sie das nur selten machen. Je komplexer der durchzuführende Eingriff ist, umso gestresster wird der Operateur vor und nach der Operation sein. Studien auf dem Gebiet der Allgemeinzahnmedizin haben gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit für Komplikationen durch menschliches Versagen umso höher wird, je komplexer der Eingriff ist.²⁰ Komplexe Verfahren verstärken den Einfluss menschlicher Faktoren. Nach Möglichkeit sollte das einfachste und am wenigsten invasive Verfahren gewählt werden, um die Wahrscheinlichkeit von menschlichem Versagen (nicht technischen Fehlern) zu reduzieren. Die Durchführung einer Sinusbodenelevation mit lateralem Fenster oder einer Transplantation, um ein langes Implantat setzen zu können, kann zu einer derart hohen Stressbelastung führen, dass sich der behandelnde Arzt nicht mehr richtig auf das konzentrieren kann, was bei den meisten Implantationen am wichtigsten ist: die korrekte Position des Implantats.

Studien aus der Luftfahrt liefern zweifelsfreie Belege dafür, dass die mentalen Ressourcen des Menschen unabhängig von der durchgeführten Aktion begrenzt sind. Je stärker der Stress ist, umso schwieriger ist es, sich für längere Zeit auf das wirklich Wichtige zu

konzentrieren.^{21,22} Die stressbedingten physiologischen Veränderungen machen es dem Chirurgen schwerer, einem Protokoll zu folgen, das er in einer weniger belastenden Situation ohne zu zögern anwenden oder implementieren würde. Die Entscheidung für einfache Verfahren erleichtert die Konzentration auf die zentrale Aufgabe. Die Stressempfänglichkeit ist interindividuell unterschiedlich, aber die Entscheidung für kurze Implantate trägt dazu bei, den Stress zu reduzieren und hilft dem Arzt bei intraoperativen Entscheidungen.

Schlussfolgerungen

Kurze Implantate sind längeren Implantaten nicht zwangsläufig unterlegen, aber auch nicht grundsätzlich unfehlbarer als längere Implantate. Es soll nicht das Ziel sein, immer kurze Implantate zu wählen. Sie sollten aber grundsätzlich in die Überlegungen einbezogen werden, wenn über den geeigneten Ansatz nachgedacht wird. Kurze Implantate sind eine zuverlässige Alternative mit niedrigem Komplikationsrisiko. Sie sind in vielen Situationen geeignet und bieten eine praktikable, zuverlässige Lösung.

Literatur

1. van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, et al. Applicability of osseointegrated oral implants in the rehabilitation of partial edentulism: A prospective multicenter study on 558 fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5: 272–281.
2. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: A study from stage I surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1991;6:142–146.
3. Jemt T, Lekholm U. Implant treatment in edentulous maxillae: A 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995; 10:303–311.
4. Lekholm U, Gunne J, Henry P, et al. Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: A 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999; 14:639–645.
5. Kapur N, Parand A, Soukup T, Reader T, Sevdalis N. Aviation and healthcare: A comparative review with implications for patient safety. *JRSM Open* 2015;7:2054270415616548.



6. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006;17(suppl 2):35–51.
7. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kulte C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20:220–230.
8. Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 1—Review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. *Int J Prosthodont* 2004;17:536–543.
9. Esposito M, Cannizarro G, Soardi E, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. A 3-year post-loading report of a randomised controlled trial on the rehabilitation of posterior atrophic mandibles: Short implants or longer implants in vertically augmented bone? *Eur J Oral Implantol* 2011;4:301–311.
10. Pieri F, Caselli E, Forlivesi C, Corinaldesi G. Rehabilitation of the atrophic posterior maxilla using splinted short implants or sinus augmentation with standard-length implants: A retrospective cohort study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2016;31:1179–1188.
11. Meijer HJ, Kuiper JH, Starmans FJ, Bosman F. Stress distribution around dental implants: Influence of superstructure, length of implants, and height of mandible. *J Prosthet Dent* 1992;68: 96–102.
12. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, Barquins M. Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5: 254–262.
13. Blanes RJ, Bernard JP, Blanes ZM, Belser UC. A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss. *Clin Oral Implants Res* 2007;18:707–714.
14. Tawil G, Aboujaoude N, Younan R. Influence of prosthetic parameters on the survival and complication rates of short implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21: 275–282.
15. Rokni S, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Adegbembo AO, Deporter D. An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting prostheses in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:69–76.
16. Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, et al. Osseointegrated oral implants. A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. *J Periodontol* 1988;59: 287–296.
17. Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: A 2-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(suppl 1):S104–S110.
18. Naert I, Duyck J, Hosny M, Jacobs R, Quirynen M, van Steenberghe D. Evaluation of factors influencing the marginal bone stability around implants in the treatment of partial edentulism. *Clin Implant Dent Relat Res* 2001;3:30–38.
19. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: Stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Ann Periodontol* 2000;5:119–128.
20. Barach P, Johnson JK, Ahmad A, et al. A prospective observational study of human factors, adverse events, and patient outcomes in surgery for pediatric cardiac disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136:1422–1428.
21. Wetzel CM, Kneebone RL, Woloshynowych M, et al. The effects of stress on surgical performance. *Am J Surg* 2006;191:5–10.
22. Weigl M, Stefan P, Abhari K, et al. Intra-operative disruptions, surgeon's mental workload, and technical performance in a full-scale simulated procedure. *Surg Endosc* 2016;30: 559–566.



SACHREGISTER



A

- Abutment 13, 14, 18, 19, 52, 113, 114, 123
 - Transgingivales 151
- Albrektsson-Kriterien 4
- Alginatabformung 52, 53
- Alveolarkammatrophie 51, 59, 149
 - Klassifikation nach Cawood und Howell 44
 - Seibert-Klassifikation 76
- Alveolarkammaugmentation, vertikale 1, 3, 76, 84
 - Einschränkungen 76
- Alveolarkammbreite
 - bukkolinguale 49, 51, 75, 81, 86, 110, 126, 130
 - bukkopalatale 15, 64, 66, 104, 150
- Articainhydrochlorid 51

B

- BAOSFE 94, 95, 99
 - Erfolge 102
 - Fallbericht 106
 - Probleme 103
 - Technik 99
- Biologische Breite 13, 96
- Brånemark, Per-Ingvar 1, 7

C

- Canalis mandibulae 81, 82, 86

D

- Deckprothesen mit kurzen Implantaten 43
 - Fallbeispiel 51
 - im stark atrophierten Kiefer 51, 55
 - im Unterkiefer 51
 - Langzeitüberlebensrate 48
 - Literatur-Review 43
 - Oberkiefer 48
 - Prothetisches Verfahren 52

- Digitale Volumentomografie 16, 61, 66, 78, 82, 83, 95, 104, 105, 107, 110, 125, 130, 138
- Drehmoment 11, 21, 25
 - Implantatstabilität 11, 12
- Drehmomentschlüssel 87, 115, 135, 137

G

- Geführte Knochenregeneration, vertikale 59, 76, 149
- Gewindedesign 11, 88, 150
- Gingiva, keratinisierte 8, 22, 86
- Gingivarezession 126, 144

I

- Implantat-Abutment-Verbindung 19
- Implantate mit Standardlänge
 - Fallbeispiel 49
 - Retention einer Unterkiefer-Deckprothese 44, 45
 - Vergleich mit kurzen Implantaten 33
- Implantate, kurze
 - bei transkrestaler Sinusbodenelevation 64, 66, 103
 - Deckprothesen 43
 - Drehmoment 12, 21, 25
 - Erfolgsraten 2, 17
 - Fallbeispiele 51, 68
 - im atrophierten unteren Frontzahnbereich 49
 - im oberen Seitenzahnbereich 62, 109
 - intraossäre Länge 7
 - Knochenverlust 4, 5
 - Komplikationen 65
 - konische 10, 18
 - Kronen-Implantat-Verhältnis 4, 19
 - Leitlinien 66
 - Lifestyle-Faktoren 9
 - Literatur-Review 64
 - Makrodesign 10

- Nachteile 63
- oberer Seitenzahnbereich 59, 67
- Oberflächenmerkmale 16, 62
- Patientenauswahl 67
- Periimplantitis 4
- Risikofaktoren für ein Versagen 37, 45, 62
- Stabilität 12, 15, 21, 25
- subkrestale 15, 22
- unterer Seitenzahnbereich 75
- unverblockte 66
- verblockte 19, 65
- Vergleich mit Implantaten mit Standardlänge 33
- Versagen 17
- Vorteile 9, 63
- Implantate, mittelraue
 - Fallbeispiel 31, 46, 68
 - Form 11
 - Kalzium-nanobeschichtete 80, 81, 87
 - Komplikationen 65
 - Leitlinien im oberen Seitenzahnbereich 66
 - Oberfläche 17
 - Patientenauswahl 67
 - Überlebensraten 65, 67
 - unverblockte 66
 - verblockte 65
- Implantate, schraubenförmige 7, 31
 - Design 14
 - Drehmoment 11
 - Form 10
 - Gewindedesign 11
 - Halsdesign 14
 - im atrophierten unteren Seitenzahnbereich 75
 - im oberen Seitenzahnbereich 59
 - Komplikationen 61
 - Leitlinien 66, 67
 - Oberflächenmerkmale 16
 - Primärstabilität 21
 - Überlebensraten 17
- Implantate, ultradicke 16, 125
 - Erfolgsrate 137
 - Fallbeispiel 133, 140
 - in der Position von Molaren 129
 - Komplikationen 16, 142
 - Leitlinien 137
 - Literatur-Review 130
 - Sofortimplantation 132
 - Überlebensrate 130
- Implantate, ultradicke schraubenförmige 125
- Implantate, ultrakurze 7, 68, 72, 75
 - atrophierte unterer Seitenzahnbereich 82
 - Drehmoment 11
 - Erfolgsraten 20, 80
 - Fallbeispiele 68, 80
 - intraossäre Länge 7, 77
 - Kronen-Implantat-Verhältnis 82
 - Lifestyle-Faktoren 9
 - Literatur-Review 60, 80
 - Periimplantäre Weichgewebe 86
 - Präparation Implantatbett 20
 - schraubenförmig 81
 - Stabilität 11, 12
 - subkrestale 15, 16, 18
 - unterer Seitenzahnbereich 80
 - unverblockte 66
 - verblockte 19, 65
 - Versagen 17, 19, 20
- Implantate, wurzelförmige, mit Plateau-Design
 - 12, 14, 25, 113
 - enge interproximale Räume 121
 - Fallbeispiel 122
 - im Unterkiefer 120
 - Kronen-Implantat-Verhältnis 117
 - Leitlinien 122
 - oberer Seitenzahnbereich 114, 115
- Implantaterfolg 2, 32
 - absolute Rate 25, 33, 34, 36, 42
 - Implantatlänge 2
 - keratinisierte Gingiva 22
 - Knochendicke, periimplantäre 86
 - Knochen-Implantat-Kontakt 62
 - Kronen-Implantat-Verhältnis 38, 64, 82, 93



Implantaterfolg

- kumulative Rate 33, 34, 36, 37, 42
- kurze Implantate 23, 87, 120
- Langzeitstudien 32
- Oberkiefer 16
- Press-fit-Implantate 91
- SPS-Implantate 93, 107
- ultradicke Implantate 125
- ultrakurze Implantate 23, 87
- Weichgewebe, periimplantäres 86
- wurzelförmige Implantate 122

Implantathals

- atrophierte unterer Frontzahnbereich 51
- Design 13
- durchmesserreduzierter konkaver 87
- einwirkende Kräfte 4
- Knochenverlust 25
- maschinierter 97, 100, 106
- SPS-Implantate 97

Implantation

- in Spongiosa 14, 21
- Rauchen und 10, 67
- subkrestale 15, 16, 18, 22, 25, 114, 115, 124

Implantatlänge

- Definition 7, 64, 77, 128
- Einfluss auf den Erfolg 62, 64, 94
- intraossäre 7, 77
- und iatrogene Faktoren 5
- und Stressverteilung 2, 4
- Versagen durch 2

Implantatoberfläche

- bakterielle Plaque 97
- Fibrinablagerung 12
- gesinterte poröse 8, 10, 12, 17, 18, 46, 91, 117, 123, 149
- Kalziumphosphatbeschichtung 151
- maschinierter 2, 14, 16, 44, 60, 63, 77, 114
- Merkmale 9, 16, 91
- mittlerauhe 3, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 60, 62, 67, 113, 128, 150
- Nanobeschichtung 18, 20, 53, 80

- partikelgestrahlte, säuregeätzte, mittlerauhe 17
- sandgestrahlte, grobkörnige, säuregeätzte (SLA) 36, 44, 47, 78
- Titan-Plasma-Spray (TPS) 36, 45, 127
- Zugfestigkeit 17

Implantatstabilität

- 12, 21, 94, 98

Implantatüberleben

- absolute Rate 35, 36, 42, 92
- bei Sinusmembranperforation 62
- Einflussfaktoren 38
- Frontzahnbereich 126
- Implantatlänge 2
- kumulative Rate 33, 34
- kurze Implantate 37, 62, 118
- mittlerauhe Implantate mit
 - CaP-Nanobeschichtung 24
- nach Membranperforation 62
- nach Sinusbodenelevationen 60, 127
- nach Verlagerung des N. mandibularis 127
- und Verblockung 37

K

- Keratinisierte Gingiva 23, 86
- Knochenblockinterponat 76
- Knochenblocktransplantat 45, 59, 76, 79, 127, 149
- Knochenblock-Onlayplastik 76
- Knochendicke, periimplantäre 86
- Knochen-Implantat-Kontakt 22, 48, 62, 65, 71, 87, 94, 113
- Knochenverlust, krestaler 4, 37, 79, 91, 110, 145
 - Rauchen 10
 - SPS-Implantate 97
- Konuswinkel 12
- Kronen-Implantat-Verhältnis 4, 9, 19, 25, 38, 82, 117, 120, 128, 151
 - anatomisches 19, 78
 - Einfluss im unteren Seitenzahnbereich 70
 - Implantate, wurzelförmige, mit Plateau-Design 94
 - klinisches 19, 78
 - krestaler Knochenverlust 117
 - kurze Implantate 4

Schwellenwert 19, 86, 94
SPS-Implantate 95
ungünstiges 64, 66
wurzelförmige Implantate 117
Kronen-Wurzel-Verhältnis 4

M

MAX-Implantate 129
Fallbeispiel 133
Implantation im unteren Seitenzahnbereich 129
Mikrobelastungen, außeraxiale 13
Molarenersatz 125
kurze Implantate 127, 129
Probleme beim Einzelzahnimplantat 126
Sinusbodenelevation 127
Sofortimplantation 125
SPS-Implantate 96
Technik bei Sofortimplantation 125
ultradicke schraubenförmige Implantate 125

N

Nanobeschichtung 18, 20, 25, 62, 79, 80, 81, 87
Nanotopografie 12

O

Onlay-Osteoplastik 97, 120, 127
Osseointegration 16, 19, 22
Osseokonsolidierung 17, 92, 100, 109
Osteodistraktion, alveoläre 76, 120

P

Periimplantitis 2, 5, 18, 67, 76, 87
kurze Implantate 5
mittelraue Implantate 18
Periotest 94
Periotest-Gerät 7
Plättchenreiches Plasma, autogenes 22, 93
Platform Switching 13, 68, 80, 87, 92, 97, 99, 121, 129, 150
Fallbeispiel 68

MAX-Implantate 129
Press-fit-Implantate mit gesinterter poröser Oberfläche 91, 117, 123
Pterygoid-Implantate 59, 62

R

Rauchen und krestaler Knochenverlust 9, 97
Reintitan 2, 16, 151
Resonanzfrequenzanalyse 7, 12, 21, 24, 128

S

Sägezahngevinde 11
umgekehrtes 11
Seibert-Klassifikation 75
Seitenzahnbereich, oberer
Fallbericht 106
kurze Implantate 105
Knochendichte 103
schraubenförmige Implantate 103
Sinusbodenelevation 9, 24, 114
SPS-Implantate 106, 107, 108
Straumann Tissue Level Implantate 52
Versagen 3
wurzelförmige Implantate, mit Plateau-Design 93

Seitenzahnbereich, unterer
Augmentation 27, 79
Inlay-Osteoplastik 76
Knochenblock-Onlayplastik 76
kurze Implantate 77, 81
Osteodistraktion 76
resorbierter 77, 78, 80
SPS-Implantate 106, 107
Straumann Tissue Level Implantate 39
ultrakurze Implantate 67
vertikale Alveolarkammaugmentation 76
vertikale geführten Knochenregeneration 76
Sinusbodenelevation, indirekte, in Osteotomietechnik mit Knochenzusatz Siehe BAOSFE
Sinusbodenelevation, externe 7, 60, 61, 68, 71, 100, 103, 117



Komplikationen 61
 Literatur-Review 64
 Prävention von arteriellen Schäden 62
 Sinusbodenelevation, transkrestale 66, 103
 kurze Implantate 64
 Literatur-Review 60
 Sinusmembranperforation 61, 62, 66, 104, 127
 Management 62
 Sinussepten 61, 104
 SPS-Implantate 12, 76, 88, 114
 außeraxiale Krafteinwirkung 92
 Beobachtungszeiträume 25
 Fallbeispiel 15, 95, 96, 97, 106
 Frontzahnbereich 93
 Implantationstechnik 93
 Implantationstechnik im oberen
 Seitenzahnbereich 94
 Indikationen 93
 intraossäre Länge 92, 94, 97, 99, 102
 Kontraindikationen 97
 krestaler Knochenverlust 97
 Kronen-Implantat-Verhältnis 19, 93, 95
 Leitlinien 107
 Makrodesign 91
 Molarenersatz 97
 oberer Seitenzahnbereich 98
 Osseokonsolidierung 92
 Probleme 97
 Sinusbodenelevation 99
 Überlebensrate 15, 97
 Versagensrate 97
 Standard-V-Gewinde 11
 Straumann Tissue Level Implantate 23
 absolute Überlebensrate 35
 Bewährung 23, 24, 34
 Einzelzahnimplantat 40
 Erfahrungsbericht 31
 Fallbeispiel 28, 31, 38, 39, 49
 kumulative Überlebensrate 33

Langzeitstudie 32, 33
 Leitlinien für den Einsatz 38
 oberer Seitenzahnbereich 61
 Patientenauswahl 38
 Primärstabilität 38
 Risikoszenarien 37
 sandgestrahlte, grobkörnige, säuregeätzte
 Oberfläche 36
 Titan-Plasma-Spray-Oberfläche 31, 36
 Überlebensraten 38
 Stress-shielding 14
 Stufenosteotomie 21

T

Titan-Plasma-Spray (TPS) 31, 36, 37, 127
 Titanabutment 117
 Titanlegierung 91, 151

U

Unterkieferfraktur 46

V

Vierkantgewinde 11

W

Weichgewebe, periimplantäres 9, 46, 49, 82, 86,
 122, 139
 Weichgewebeheilung, ungünstige 50
 Weichgewebekorrektur 50
 Weichgeweberegeneration 76
 Weichgeweberezeption 13, 143
 Weichgewebetransplantation 107, 126
 Weichgewebevermehrung 55
 Weichgewebeverschluss 76

Z

Zahnextraktion, Sofortimplantation 62, 78, 99, 115
 Zygoma-Implantate 48, 59, 62, 72

Klinische Studien belegen, dass kurze Implantate nicht nur eine sinnvolle, sondern oftmals sogar die überlegene Option für eine Implantattherapie sind. Vor allem an Stellen mit Knochenresorption gehen sie mit einem geringeren Risiko für den Patienten und den Zahnarzt einher.

Dieses Buch liefert alle Informationen, um kurze Implantate in der täglichen Praxis erfolgreich einzusetzen. Es beginnt mit einem Review der klinischen Bewährung kurzer Implantate und beschreibt dann Behandlungsprotokolle für die verschiedenen Implantattypen und ihren Einsatz in verschiedenen Kieferregionen. Fallbeispiele illustrieren die empfohlenen Techniken und präsentieren zugleich die erreichbaren Ergebnisse.

ISBN 978-3-86867-418-7



9 783868 674187

www.quintessenz.de