



Prothetische Ergebnisse und Überlebensraten von Implantaten mit geführter lappenloser Operation unter Verwendung von stereolithografischen Schablonen: Eine retrospektive Studie



Kunal Lal, DDS, MS¹
 Sidney B. Eisig, DDS²
 James B. Fine, DDS³
 Panos Papaspyridakos, DDS, MS⁴

Aufgrund der aktuellen technischen Fortschritte ist es mittlerweile möglich, dentale Implantate mithilfe von computergenerierten Schablonen zu setzen. Allerdings gibt es nur begrenzte Daten über die Behandlungsergebnisse bei der Implantation mit diesen Verfahren. In der vorliegenden retrospektiven Studie werden über einen Zeitraum von zwei bis vier Jahren das prothetische Behandlungsergebnis und das langfristige Überleben von Implantaten betrachtet, die von promovierten Assistenzärzten bei einer computergeführten lappenlosen Operation unter Verwendung von computergenerierten Schablonen gesetzt wurden. Insgesamt wurden 36 Patienten nach dem NobelGuide-Konzept behandelt, bei dem eine bildbasierte dreidimensionale Implantat-Planungssoftware und eine lappenlose Implantation mit stereolithografischen Schablonen verwendet werden. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2013;33:615–621.)

Die langfristigen Erfolge der dentalen Implantationstherapie wurden über die letzten 20 Jahre hinaus hinreichend belegt und sind allgemein anerkannt^{1–3}. Die heutige Implantologie hat sich erheblich weiterentwickelt, beschleunigt durch die Einführung der CAD/CAM-Technologie (Computer-aided Design/Computer-assisted Manufacture^{4–6}). Zwar sind Fortschritte auf allen technologischen Gebieten der Medizin und Zahnmedizin wichtig, trotzdem müssen alle Entwicklungsstadien sorgfältig und objektiv überprüft werden.

Vorteile dieses Verfahrens sind: die zuverlässige Übertragung der präoperativen Planung oraler Implantate auf das Operationsfeld⁷, zu vernachlässigende postoperative Beschwerden, wie Schwellung und Schmerzen^{8,9}, eine sicherere prothetisch korrekte Planung und bessere Kontrolle der Implantatachse^{8–18}. Auf diese Art ist das Behandlungsergebnis besser vorhersagbar und der Patient kann umfassender über die implantatprothetische Behandlung informiert werden¹⁶. Nachteile sind die höheren Kosten durch den Erwerb der Software, die Röntgenschablone, die Computertomografie (CT), die Operationsschablone, das Operationsset und mehrere klinische und Laborverfahren während der Planungsphase. Ein ebenfalls wichtiger Aspekt ist die reduzierte Morbidität des Patienten. Dies bietet zwar keine

¹ Privatpraxis, New York, New York; zuvor Klinischer Assistenzprofessor Zahnmedizin und Leiter, Postgraduate Prosthodontics, Columbia University College of Dental Medicine, New York, New York, USA.

² Leiter, Section of Hospital Dentistry, and George Gutmann Professor of Craniofacial Surgery, Columbia University College of Dental Medicine, New York, New York, USA.

³ Klinischer Professor für Zahnmedizin und stellvertretender Dekan des Postdoctoral Program, Columbia University College of Dental Medicine, New York, New York, USA.

⁴ ITI Implant Fellow, Harvard School of Dental Medicine, Boston, Massachusetts, USA; zuvor promovierter Assistenzarzt für Prothetik, Columbia University College of Dental Medicine, New York, New York, USA.

Korrespondenz an: Dr. Kunal Lal, 245 E 50th Street, New York, NY 10022, USA.
 Fax: +1 212 832 3014. E-Mail: kl341@columbia.edu

©2013 by Quintessence Publishing Co Inc.

finanziellen Vorteile, verhindert aber zusätzliche Unannehmlichkeiten für den Patienten¹⁶.

Ein weiterer Nachteil ist die Komplexität der Verfahren, die der Operation vorausgehen. In einem Review der möglichen Fehlerquellen in den verschiedenen Stadien wurde festgestellt, dass die Grenzen jeder Technik desto deutlicher werden, je größer die Erfahrung des behandelnden Arztes ist. Aus der aufgezeigten Evidenz lässt sich ableiten, dass die CT-geführte Implantation ein inhärentes Fehlerniveau besitzt, das überwiegend auf den menschlichen Faktor zurückgeführt werden kann¹⁸. Auch in anderen Veröffentlichungen geht es um die Lernkurve dieses neuen Behandlungsprotokolls^{8,17,18}.

In einer prospektiven Multicenter-Studie wurde bei der Kontrolle von 312 Implantaten nach einem Jahr eine kumulative Überlebensrate von 99,4 % ermittelt⁹. Allerdings beschrieben die Autoren bei 19 % der Implantate einen marginalen Knochenverlust von > 2 mm. Außerdem wiesen sie auf das Risiko der Weichgewebekontamination durch die Stanzoperation und die Gefahr der Überhitzung des Alveolarknochens durch die reduzierte Kühlung beim Bohren hin. Sanna et al.⁷ gaben bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 2,2 Jahren bei 212 Implantaten eine absolute Überlebensrate von 95 % an. In derselben Studie betrug die kumulative Überlebensrate bei Rauchern 81,2 %, woraus die Autoren ableiteten, dass Rauchen die Effektivität dieses Behandlungskonzepts beeinträchtigt. Komiyama et al.⁸ beschrieben bei bis zu 44-monatiger Nachbeobachtung von 176 Implantaten eine kumulative Überlebensrate von 89 % (92 % im Oberkiefer, 83 % im Unterkiefer). Sie schlussfolgerten, dass bei der Verwendung des dreidimensionalen (3D) Planungsprogramms zwar günstige Ergebnisse beschrieben wurden, sich

das Verfahren aber noch in der Testphase befindet und nur begrenzt wissenschaftliche Daten zur Verfügung stehen⁸.

In der vorliegenden Studie werden retrospektiv 36 Patienten betrachtet, die konsekutiv mit computergeführter Implantation und stereolithografischen Schablonen behandelt wurden. Weiterhin wurden das Überleben der Restauration und der Implantate untersucht. Die implantatprothetische Behandlung erfolgte jeweils durch Assistenzärzte der Prothetik, Oralchirurgie und Parodontologie, die nur eine begrenzte Erfahrung mit Implantationen und der prothetischen Rehabilitation dentaler Implantate hatten. Während das Setzen dentaler Implantate und ihre Restauration als Routineverfahren gelten, unterscheidet sich die computergeführte Operation deutlich von herkömmlichen Operationsverfahren. Außerdem gibt es eine begrenzte Evidenz dafür, dass die Ergebnisse mit denen konventioneller Verfahren vergleichbar sind.

Material und Methode

Diese retrospektive Studie wurde vom Institutional Review Board des Columbia University Human Subjects Review Committee genehmigt. Ausgewählt wurden 50 konsekutive Patienten, die sich zur Rehabilitation von mindestens einem unbezahnten Kiefer mit festsitzenden implantatgetragenen Versorgungen am Columbia University College of Dental Medicine, New York, New York, vorstellten. Alle Patienten gaben vor Studienbeginn ihre Einwilligung nach Information. Das mittlere Patientenalter betrug 58 Jahre (Bereich: 35 bis 71 Jahre). Die Daten zu den gesetzten Implantaten und der Funktion der Versorgung wurden bei der Implantation sowie eine Woche, einen Monat, drei Monate und danach alle sechs Monate erhoben.

Einschlusskriterien waren die Indikation für eine Restauration mindestens eines gesamten Kiefers mit einer festsitzenden implantatgetragenen Restauration, eine Mundöffnung von mindestens 50 mm, sodass die Operationsinstrumente eingesetzt werden konnten, sowie eine gute körperliche und seelische Gesundheit. Ausschlusskriterien waren: systemische Beeinträchtigung (z. B. Schlaganfall oder Myokardinfarkt vor Kurzem, nicht kontrollierter Diabetes, Strahlen- oder Chemotherapie bei Tumorpatienten), psychische Störungen oder ein unzureichendes Knochenangebot in der CT für die Aufnahme von Implantaten mit einem Mindestdurchmesser von 3,5 mm und einer Mindestlänge von 7 mm.

Bei drei Patienten war vor der CT eine geführte Knochenregeneration mit deproteinisiertem bovinem Knochenmineral (Bio-Oss, Geistlich) und resorbierbaren Membranen (Bio-Gide, Geistlich) durchgeführt worden; sie wurden trotzdem in die Analyse aufgenommen.

Gemäß dem Studiendesign wurden die Patienten für die computergeführte Implantation mit der Verwendung einer Schablone in drei Gruppen eingeteilt.

- Gruppe I: Ausreichende Quantität (für Implantate mit einem Durchmesser $\geq 3,5$ mm und einer Länge ≥ 7 mm) und Qualität des Knochens (gemessen auf dem CT, Angabe in Hounsfield Units) und keine Gefährdung vitaler anatomischer Strukturen. Alle Implantate wurden mit der vorgesehenen Größe und Ausrichtung gesetzt. In der Sicherheitszone (1,5 mm lateral und apikal) der Implantate war eine ausreichende Knochenmenge vorhanden.
- Gruppe II: Fragliche Knochenqualität oder -quantität mit möglicher Gefährdung anatomischer Strukturen. Eines oder alle der geplanten Implantate müssten

Abb. 1 Vorhandene Vollprothese mit idealem Zahnverhältnis, vertikaler Dimension und reproduzierbarer zentrischer Relation, deren Duplikat aus durchsichtigem Kunststoff und 12 inkorporierten Gut-tapercha-Markern als Röntgenschablone dient.

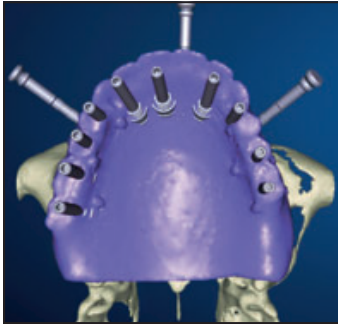
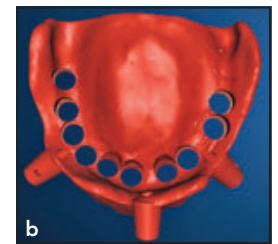
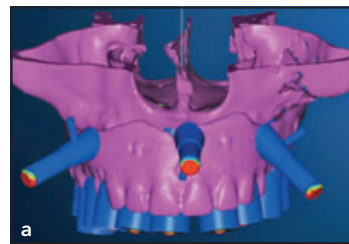


Abb. 2 (links) Planung der Implantate in idealer operativer und prothetischer Ausrichtung.

Abb. 3a und b (rechts) Umwandlung (a) der virtuellen Röntgenschablone in (b) die virtuelle Operationsschablone.



kürzer oder mit kleinerem Durchmesser gewählt werden. Die Implantatausrichtung müsste durch Modifikationen des Restaurationsdesigns ausgeglichen werden. Grenzwertiges Knochenangebot in der Umgebung der Sicherheitszone der geplanten Implantate.

- Gruppe III: Unzureichende Knochenqualität oder -quantität. Transplantation erforderlich. Starke Gefährdung vitaler anatomischer Strukturen.

Anhand der zuvor genannten Auswahlkriterien wurden 14 der 50 Patienten in die Gruppe III eingestuft, sodass bei ihnen keine lappenlose Operation erfolgen konnte. Letztlich wurde bei 36 Patienten (10 Männer, 26 Frauen; sechs Raucher, 30 Nichtraucher) in insgesamt 42 Kiefern eine CAD/CAM-geführte lappenlose Implantation mit bildbasierter 3D-Implantatplanungssoftware und ste-

reolithografisch hergestellten Schablonen durchgeführt.

Alle diagnostischen Verfahren, die Anfertigung der Röntgenbilder (Abb. 1) und der Operationsschablonen sowie die Implantation folgten den bereits an anderer Stelle beschriebenen etablierten Protokollen⁶⁻¹⁰. Die DICOM-Rohdaten der CT-Bilder wurden in eine im Handel erhältliche 3D-Implantat-Planungssoftware (Procera NobelGuide, Nobel Biocare) übertragen, die das interaktive Setzen der Implantate mit prothetisch korrekter Ausrichtung im vorhandenen Knochen ermöglichte¹². Die Implantatschulter lag im Querschnittsbild 1 mm unter dem Knochenkamm. Nach Abschluss der virtuellen Implantatplanung (Abb. 2) wurden die Software-Daten an die Procera-CAD/CAM-Einrichtung geschickt, wo die Operationsschablone angefertigt wurde (Abb. 3a und 3b). Diese wurde beim Setzen aller Implantate verwendet sowie zur Herstellung der vorge-

fertigten provisorischen Versorgung (Abb. 4).

Die Implantationen wurden von Assistenzärzten vorgenommen, die von einem erfahrenen Operateur beaufsichtigt wurden. In allen Fällen wurde strikt nach demselben Operationsprotokoll vorgegangen. Die prothetischen Rehabilitationen wurden von promovierten Assistenzärzten der Prothetik geplant und eingegliedert. Alle Implantate besaßen eine oxidierte Oberfläche (Brånemark System MK III TiUnite, Nobel Biocare). Insgesamt wurden in 42 Kiefer (19 Oberkiefer, 23 Unterkiefer) 273 Implantate (70 sofortbelastete, 203 verzögert belastete) gesetzt (Abb. 5). Die herausnehmbaren Versorgungen wurden mit einem weichen Material (COE-comfort, GC America) unterfüttert.

Die postoperative Analgesie erfolgte nach Bedarf. Die definitiven Restaurationen (28 im Ober-, 25 im Unterkiefer) wurden verschraubt oder



Abb. 4 Operationsschablone vor der Implantation.



Abb. 5 Befund 5 Monate nach der Implantation.



Abb. 6a und b Schraubengetragene prothetische Rehabilitation.

zementiert (Abb. 6a und b) und eine wechselseitig geschützte Okklusion eingestellt. Nach dem Eingliedern der definitiven Restaurationen wurden die Patienten für mindestens zwei Jahre nachbeobachtet (Abb. 7).

Ergebnisse

Als Überleben von Implantaten und Restaurationen galt, wenn sie nicht

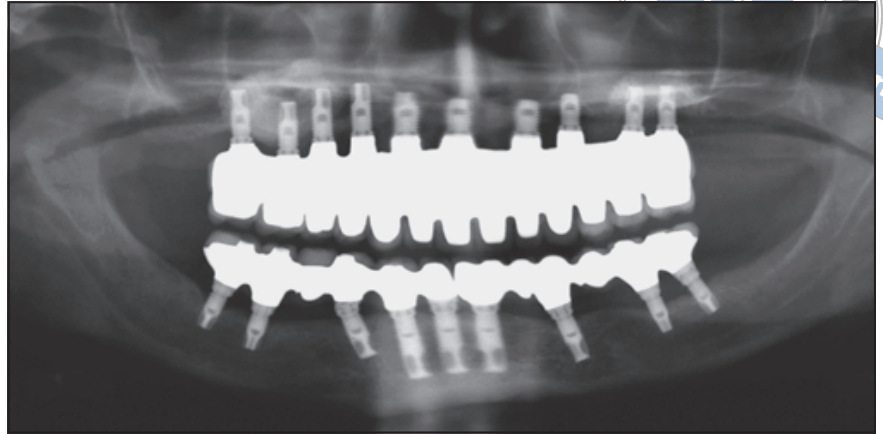
ersetzt werden mussten. Die Überlebensraten wurden anhand von Lebensstabellen ausgewertet. Von den 36 Patienten, bei denen eine lappenlose geführte Implantation vorgenommen wurde, wurden 34 für bis zu vier Jahre nach der Implantation beobachtet (Mittelwert: 36 Monate). Bei 45 Implantaten gab es keine Osseointegration (28 im Oberkiefer, 17 im Unterkiefer), sodass sie in den ersten sechs Monaten entfernt werden

mussten. Dadurch ergab sich für die mittlere 3-Jahres-Beobachtungsphase eine kumulative Überlebensrate von 83,5 %. Alle Implantatverluste waren gleichmäßig auf die promovierten Assistenzärzte verteilt, die die Implantationen durchgeführt hatten (16 Prothetik-, 15 Oralchirurgie- und 14 Parodontologie-Assistenzärzte).

Bei drei Patienten mit mehreren Misserfolgen traten 25 der 45 Implantatverluste auf. Für zwei dieser Pa-



Abb. 7 Panoramaröntgenbild nach Abschluss der Behandlung



tienten fehlen Follow-up-Daten. Der dritte Patient, der alle 12 Implantate verlor, stimmte einer Knochentransplantation und erneuten Implantation mit Lappenoperation und zweizeitiger Restauration zu. Alle bei diesem Eingriff gesetzten Implantate waren osseointegriert und der Patient erhielt festsitzende implantatgetragene Restaurationen. Wenn der multiple Misserfolg in zwei Unterkiefern herausgerechnet wird, schlug im Lauf der drei Jahre keines der interforaminal gesetzten Implantate fehl. In den ersten sechs Monaten nach der Implantation gingen nur Implantate im unteren Seitenzahnbereich verloren.

Bei allen definitiven Restaurationen betrug die Überlebensrate über einen Zeitraum von bis zu zwei Jahren 100 %.

Diskussion

Im Vergleich zu konventionellen Verfahren vereinfacht diese Technik die Implantation, weil sie die Operationsdauer verkürzt, die Heilung verbessert und die postoperativen Folgen für den Patienten reduziert^{4,5,19}. Da die enossalen Implantate dreidimensional geplant und die Operationsschablonen am Computer generiert wurden und weil die Operation lap-

penlos erfolgte, konnte der Arzt die korrekte prothetische Position der Implantate bereits präoperativ festlegen.

Von den 203 gedeckt einheilenden Implantaten wurden 41 bei der Freilegungsoperation wieder entfernt. Während der 3-jährigen Beobachtungsphase traten keine Spätverluste auf. Die kumulative Überlebensrate lag nach drei Jahren bei 83,5 % und war damit niedriger als die kumulative Überlebensrate, die nach konventionellen Lappenoperationen zur Implantation angegeben wird (97 %)¹⁻³. Verantwortlich für die niedrige kumulative Überlebensrate war ein multipler Implantatmisserfolg bei drei Patienten. Einer dieser Patienten, der oral Bisphosphonate einnahm, verlor alle 12 Implantate. Die nach traditionellen Verfahren gesetzten Ersatzimplantate waren dann erfolgreich. Ekfeldt et al.²⁰ zeigten, dass bestimmte Faktoren berücksichtigt werden müssen, um einen multiplen Implantatmisserfolg bei einem Patienten zu vermeiden, hierzu gehören insbesondere Bruxismus, Rauchen und fehlende Knochenabstützung. In den hier beschriebenen Fällen ließ sich die Ätiologie jedoch nicht eindeutig klären.

Die Autoren konnten keinen offensichtlichen Grund für einen Im-

plantatmisserfolg feststellen²⁰⁻²². Mögliche Auslöser sind: mangelnde Erfahrung des Operateurs, Fehldiagnose von Gruppe-III- als Gruppe-II-Patienten, ineffektive externe Spülung mit Überhitzen des Knochens, unzureichende Kürettage nach der Osteotomie wegen Weichgewebsobstruktion, Weichgewebssträngen und Knochenvorsprüngen, Verletzung der Sicherheitszone bei der dreidimensionalen Software-Planung, unpräzise computergeführte Operation, Bewegung der Operationsschablone vor oder nach ihrer Fixierung, Kompressionsnekrose, unzureichende befestigte Gingiva, fehlende primäre Wunddeckung, transmukosale Belastung und schlechte Knochenqualität^{4,8,15,18,23,24}.

Ein unterschätzter, aber wichtiger Faktor ist die Patientenauswahl. In der vorliegenden Studie stellen die Autoren ein Klassifikationssystem vor, nach dem die Patienten, die für eine computergeführte Implantation mit Schablone vorgesehen waren, eingeteilt wurden. Bei den Gruppe-III-Patienten wurde keine computergeführte lappenlose Operation vorgenommen. Bei Gruppe-II-Patienten war die Entscheidung schwieriger, da ihr Knochenangebot für die Aufnahme von Implantaten grenzwertig war. Während der virtuellen Opera-

tionsplanung am dreidimensionalen Computermodell stoppte die Software das Programm nicht (Fail-Safe-Funktion), sodass mit dem nächsten Schritt fortgefahren werden konnte (Anfertigung der Operationsschablone). Aufgrund des lappenlosen Vorgehens und der Fixierung der Operationsschablone konnte der Operateur den Wundbereich nicht einsehen und die operative Behandlung modifizieren, wie es bei konventionellen Verfahren der Fall ist. Von den 45 fehlgeschlagenen Implantaten waren 43 bei Gruppe-II-Patienten gesetzt worden. Bei den Gruppe-I-Patienten traten nur zwei Implantatverluste auf. In frühere Studien sind bisher nur Gruppe-I-Patienten eingeschlossen worden⁶⁻⁹.

Trotz der geringen Probengröße, die keine eindeutigen Rückschlüsse zulässt, kam es in der sofortbelasteten Gruppe nur selten zu einem Misserfolg (70 Implantate). Die meisten Implantate wurden in den Unterkiefer gesetzt (Implantatüberlebensrate bei 11 Unterkiefern mit Sofortbelastung 100 % und bei einem Oberkiefer mit Sofortbelastung 50 %). Alle 12 vorgefertigten, zur Sofortbelastung verwendeten provisorischen Versorgungen wurden verschraubt und aus Kunststoff mit expandierbaren Abutments hergestellt. In Okklusionsstellung des Kiefers wurden gleichförmige zentrische Kontakte hergestellt und bei Laterotrusion und Protrusion die Frontzahnführung erreicht. Meistens war eine nur minimale okklusale Angleichung erforderlich. Alle rehabilitierten Kiefer wiesen im Gegenkiefer natürliche Zähne, eine Vollprothese oder eine festsitzende Prothese auf. In zwei Fällen befand sich im Gegenkiefer eine implantatgetragene Deckprothese. Alle Patienten sollten sich nach dem Eingliedern der definitiven Restauration drei Monate lang von weicher Kost ernähren.

In der sofortbelasteten Gruppe fielen signifikante Weichgewebsver-

änderungen auf. Bei 10 der 12 sofortbelasteten Implantate waren zur Verbesserung von Ästhetik, Lippenabstützung oder Phonetik Änderungen erforderlich. Daher schlussfolgerten die Autoren, dass bei einer Sofortbelastung keine vorgefertigte definitive Restauration verwendet werden sollte, sondern zunächst eine festsitzende provisorische Restauration.

Nach bis zu drei Jahren betrug das Überleben der Restaurationen 100 %. Das Überleben wurde festgestellt, wenn eine Versorgung während der Beobachtungsphase nicht ersetzt werden musste. Bei 30 der 34 definitiv rehabilitierten Patienten beeinträchtigten die Implantatverluste das geplante prothetische Design nicht, sodass sie die vorgesehenen festsitzenden Restaurationen erhalten konnten. Zwei der vier übrigen Patienten wünschten keine weitere Operation und erhielten Deckprothesen, die von den vorhandenen Implantaten getragen wurden. Die anderen beiden Patienten entschieden sich dafür, die fehlgeschlagenen Implantate durch eine konventionelle Operation zu ersetzen und erhielten schließlich die bei der Behandlungsplanung vorgesehene festsitzende Restauration. Nur bei 4,8 % der Patienten (vier von 34) hatte der Implantatmisserfolg klinisch relevante Folgen.

Die computergeführte Operation mit Schablonen könnte bei einem unbezahnten Patienten künftig das Verfahren der Wahl für das Setzen mehrerer Implantate sein, die eine Vollrestauration tragen sollen. Allerdings ist dieses Protokoll mit einer steilen Lernkurve verbunden. In weiteren Studien sollten untersucht werden, welche Ursachen ein Misserfolg hat und wie er eliminiert werden kann, wie das Operationsprotokoll verbessert und die Vorbereitungsphase der Operation vereinfacht werden können.

Schlussfolgerungen

Im Rahmen dieser Studie können die nachstehenden Schlussfolgerungen gezogen werden.

- Die kumulative Implantat-Überlebensrate in der durchschnittlich 3-jährigen (zwei bis vier Jahre) Beobachtungsphase betrug 83,5 %.
- Gruppe-II-Patienten sind besonders zu beachten, da 43 der 45 Implantatmisserfolge in dieser Gruppe auftraten. Hier sind Patientenauswahl und umfassende Diagnostik von großer Bedeutung.
- Unter Ausschluss der drei Patienten mit multiplen Implantatmisserfolgen betrug die kumulative Überlebensrate der Implantate während der maximal 4-jährigen klinischen Beobachtungsphase 91,9 %.
- Bei allen definitiven Restaurationen betrug die Überlebensrate über einen Zeitraum von bis zu drei Jahren 100 %.

Interessenerklärung

Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Åstrand P, Ahlqvist J, Gunne J, Nilson H. Implant treatment of patients with edentulous jaws: A 20-year follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10:207-217.
2. Ekelund JA, Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. Implant treatment in the edentulous mandible: A prospective study on Brånemark system implants over more than 20 years. *Int J Prosthodont* 2003; 16:602-608.
3. Lekholm U, Gröndahl K, Jemt T. Outcome of oral implant treatment in partially edentulous jaws followed 20 years in clinical function. *Clin Implant Dent Relat Res* 2006;8:178-186.

4. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(suppl 4):73–86.
5. van Steenberghe D, Glauser R, Blombäck U, et al. A computed tomographic scan-derived customized surgical template and fixed prosthesis for flapless surgery and immediate loading of implants in fully edentulous maxillae: A prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7(suppl 1):111–120.
6. Sanna AM, Molly L, van Steenberghe D. Immediately loaded CAD-CAM manufactured fixed complete dentures using flapless implant placement procedures: A cohort study of consecutive patients. *J Prosthet Dent* 2007;97:331–339.
7. Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, van Steenberghe D. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: A critical review on accuracy. *J Oral Rehabil* 2008;35:454–474.
8. Komiyama A, Klinge B, Hultin M. Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:677–685.
9. Johansson B, Friberg B, Nilson H. Digitally planned, immediately loaded dental implants with prefabricated prostheses in the reconstruction of edentulous maxillae: A 1-year prospective, multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11:194–200.
10. Papaspyridakos P, Lal K. Complete arch implant rehabilitation using subtractive rapid prototyping and porcelain fused to zirconia prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2008;100:165–172.
11. Marchack CB. An immediately loaded CAD/CAM-guided definitive prosthesis: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2005;93:8–12.
12. Papaspyridakos P, Lal K. Immediate loading of the maxilla with prefabricated interim prosthesis using interactive planning software, and CAD/CAM rehabilitation with definitive zirconia prosthesis: 2-year clinical follow-up. *J Esthet Restor Dent* 2010;22:223–234.
13. Malo P, de Araujo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: Preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. *J Prosthet Dent* 2007;97(suppl):S26–S34 [erratum 2008;99:167].
14. van Steenberghe D, Naert I, Andersson M, Brajnovic I, Van Cleynenbreugel J, Suetens P. A custom template and definitive prosthesis allowing immediate implant loading in the maxilla: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:663–670.
15. Yong LT, Moy PK. Complications of computer-aided-design/computer-aided-machining-guided (NobelGuide) surgical implant placement: An evaluation of early clinical results. *Clin Implant Dent Relat Res* 2008;10:123–127.
16. Katsoulis J, Pazera P, Mericske-Stern R. Prosthetically driven, computer-guided implant planning for the edentulous maxilla: A model study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2009;11:238–245.
17. Gillot L, Noharet R, Cannas B. Guided surgery and presurgical prosthesis: Preliminary results of 33 fully edentulous maxillae treated in accordance with the NobelGuide protocol. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;12(suppl 1):e104–e113.
18. Block MS, Chandler C. Computed tomography-guided surgery: Complications associated with scanning, processing, surgery, and prosthetics. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(suppl):13–22.
19. Papaspyridakos P, Lal K. Flapless implant placement: A technique to eliminate the need for a removable interim prosthesis. *J Prosthet Dent* 2008;100:232–235.
20. Ekfeldt A, Christiansson U, Eriksson T, et al. A retrospective analysis of factors associated with multiple implant failures in maxillae. *Clin Oral Implants Res* 2001;12:462–467.
21. Alsaadi G, Quirynen M, Michiles K, Teughels W, Komárek A, van Steenberghe D. Impact of local and systemic factors on the incidence of failures up to abutment connection with modified surface oral implants. *J Clin Periodontol* 2008;35:51–57.
22. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to-fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: Presence of peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:290–295.
23. Stumpel LJ. Deformation of stereolithographically produced surgical guides: An observational case series report. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012;14:442–453.
24. Pettersson A, Komiyama A, Hultin M, Näsström K, Klinge B. Accuracy of virtually planned and template guided implant surgery on edentate patients. *Clin Implant Dent Relat Res* 11 May 2010 [epub ahead of print].