

## Schablonengeführte Implantation – Eine Übersicht

Es existieren unterschiedliche Verfahren, um Implantate chirurgisch zu inserieren. Die Vorgehensweisen reichen von der rein manuell ohne Hilfsmittel durchgeführten bis hin zur computergestützten Implantation unter Verwendung diverser Schablonenvarianten. Die Einführung der CAD/CAM-Technik in Kombination mit der dreidimensionalen röntgenologischen Darstellung begünstigte die Entwicklung einer Vielzahl computergestützter Implantationsvarianten, bei denen Vorteile, insbesondere im Hinblick auf die Genauigkeit der Implantatpositionierung, jedoch auch Nachteile wie unzureichend sitzende Bohrschablonen oder auch hohe Kosten diskutiert werden. Die klinischen Voraussetzungen, wie zum Beispiel die vorhandene Dentition im Hinblick sowohl auf die Anzahl der vorhandenen Zähne als auch deren Verteilung, bestimmen, in welcher Art und Weise vorhandene Strukturen als Referenzstrukturen genutzt werden können, um die Datensätze der dreidimensionalen röntgenologischen Darstellung und der digitalisierten prothetischen Wunschposition zu überlagern. Die sich daraus ergebende virtuelle Zielposition des oder der Implantate weicht allerdings üblicherweise in unterschiedlicher Stärke von der anschließend tatsächlich erzielten Implantatposition ab. Dafür sind diverse Faktoren verantwortlich. Neben Toleranzen bei der Herstellung der Schablonen ist eine Ungenauigkeit bei den Überlagerungsprozessen zwischen den entsprechenden Datensätzen oder auch die intraorale Passung derselben verantwortlich. Daher ist auch bei der schablonengestützten Implantation, insbesondere, wenn sich in näherer Umgebung sensible anatomische Strukturen, z.B. Nachbarzähne oder Nervenbahnen befinden, Vorsicht geboten. Die hier vorgestellten aktuellen Untersuchungen beleuchten kritisch die derzeitige Situation im Hinblick auf die Implantation unter Verwendung von Bohrschablonen.

■ Schnutenhaus S, Edelmann C, Rudolph H, Luthardt R  
**Retrospektive Untersuchung zur Bestimmung der Genauigkeit der schablonengeführten Implantation unter Verwendung einer nichtradiologischen Evaluationsmethode**

*Retrospective study to determine the accuracy of template-guided implant placement using a novel nonradiologic evaluation method*

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2016 Apr; 121: e72–79. doi: 10.1016/j.oooo.2015.12.012. Epub 2016 Jan 4

### Studientyp

Retrospektive klinische Untersuchung

### Material und Methoden

Anhand von 24 Fällen, Einzelzahn- und Freierdlücken (je  $n = 12$ ), die „fully guided“ eingebracht wurden, wurde jeweils die geplante Implantatposition mit der klinisch erzielten Position durch Digitalisierung der Implantatabformungen virtuell überlagert. Die Abweichungen (Achsenzentrum, vertikale Höhe, Lage Apex) wurden ermittelt und statistisch verglichen.

### Wesentliche Ergebnisse

Die Implantatachsen unterschieden sich um  $4^\circ$  bei den Einzelzahn- und  $5^\circ$  bei den Freierdsituationen. Entsprechend betragen die Abweichungen 0,9 mm bzw. 1 mm in der vertikalen Höhe sowie 1,5 mm und 1,6 mm im Bereich der Implantatspitze. Zwischen den beiden Gruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede.

### Schlussfolgerung

Auch bei der Durchführung einer schablonengeführten Implantation kommt es zu einer klinisch relevanten Abweichung zwischen der geplanten und letztlich erzielten Implantatposition.

### Beurteilung

Es handelt sich hierbei um eine gut strukturierte retrospektive Untersuchung, die zwei wesentliche Gruppen (Freierdsituation und Einzelzahnücke) beinhaltet und somit die klinische Situation realitätsnah erfasst. Eine positiv zu sehende Uniformität wurde durch Verwendung desselben Implantatsystems und der selben Bohrsequenz erreicht. Es war kein Wechsel der Bohrhülsen vorgesehen und somit war keine intraoperative Repositionierung der Schablone notwendig. Allerdings wurden nur Fälle eingeschlossen, bei denen zahngetragene Schablonen Verwendung fanden und sowohl mesial als auch distal feste Kontaktbereiche vorlagen. Bei den 24 Fällen handelte es sich sowohl um minimalinvasive (Punch) als auch um invasivere (Lappen) Operationen. Dies spiegelt zwar die klinische Realität wider, könnte aber einen gewissen Bias für die Ergebnisse bedeuten. Die relativ hohen Abweichungen zwischen geplanter und tatsächlich erreichter Implantatposition zeigen die Limitationen der schablonengeführten Implantation. Allerdings kann, da keine Kontrollgruppe ohne 3D-Planung und Schablone analysiert wurde, kein Rückschluss auf die potenziellen Vorteile des schablonengeführten Implantierens gewonnen werden.

■ Schneider D, Schober F, Grohmann P, Hämmerle CH, Jung RE

**In-vitro-Untersuchung zur Toleranz chirurgischer Instrumente zur geführten Implantation unter Verwendung von mittels 3D-Druck hergestellten Schablonen**

*In-vitro evaluation of the tolerance of surgical instruments in templates for computer-assisted guided implantology produced by 3D printing*

Clin Oral Implants Res. 2015 Mar; 26: 320–325. doi: 10.1111/clr.12327. Epub 2014 Jan 18

### Studientyp

In vitro-Untersuchung

### Ziel der Studie/Materialien und Methoden

Vergleich der Toleranz chirurgischer Instrumente unter Verwendung von zwei verschiedenen 3D-gedruckten Schablonen ohne Metallhülsen und zwei verschiedenen konven-

tionellen Schablonen mit Metallhülsen. Mittels eines speziellen In-vitro-Setups wurde jeweils der Seitversatz der Bohrspitzen unter Verwendung der genannten Schablonen quantifiziert und zwischen den Gruppen verglichen.

### Wesentliche Ergebnisse

Die Verwendung von 3D-gedruckten Implantationsschablonen führte zu einer mittleren Reduktion der lateralen Abweichung von 0,37 mm (konventionell mit Metallhülsen) auf 0,32 mm. Kürzere Bohrer zeigten geringere Auslenkungen als ihre längeren Gegenstücke.

### Schlussfolgerung

Bei Verwendung von schablonengeführten Verfahren ergeben sich je nach Methode signifikante Unterschiede hinsichtlich der Toleranz des Bohrinstruments. Insbesondere die Verwendung von 3D-gedruckten Schablonen ohne Metallhülsen sowie von kürzeren Bohrern zeigte eine geringere laterale Deviation des Bohrers.

### Beurteilung

Es zeigt sich, dass die Verwendung von speziellen Schablonen mit engerer, passiver Führung ohne Metallhülsen die Toleranz der Bohrspitze verbessert. Die Vermeidung des intrinsischen Fehlers einer zu weiten Bohrhülse könnte einen wichtigen Aspekt bei der Erarbeitung möglichst genauer Übertragungsprotokolle von der geplanten auf die tatsächliche Implantatposition darstellen. Positiv sind die Fokussierung der Studie auf die Untersuchung unterschiedlicher schablonengeführter Implantationsverfahren und die Einbindung von Kontrollgruppen. Allerdings entspricht insbesondere die Bewegungsfreiheit, die die Bohrer in der vorliegenden Untersuchung in der Luft hatten, sicher nicht der Realität im Knochen. Inwieweit sich diese Ergebnisse auf die klinische Situation übertragen lassen und ob neuwertige CAD/CAM-Systeme zu entsprechenden Ergebnissen führen, ist bei dem sich stark verändernden Markt nicht zu beantworten.

■ Lee DH, An SY, Hong MH, Jeon KB, Lee KB

### Genauigkeit eines direkt geführten Implantations-systems mit minimaler Toleranz der verwendeten chirurgischen Instrumente: eine prospektive klinische Untersuchung

*Accuracy of a direct drill-guiding system with minimal tolerance of surgical instruments used for implant surgery: a prospective clinical study*

J Adv Prosthodont. 2016 Jun; 8: 207–213. doi: 10.4047/jap.2016.8.3.207. Epub 2016 Jun 17

### Studientyp

Prospektive klinische Untersuchung

### Material und Methoden

Es wurden 21 Implantate bei 11 Patienten mit stereolithografisch hergestellten Schablonen geführt mittels eines speziellen, schaftmodifizierten Systems inseriert und die Abweichungen der geplanten und erzielten Implantatpositionen ermittelt.

### Zielkriterien

Es wurden die horizontalen und vertikalen Abweichungen zwischen der geplanten und erzielten Implantatposition ermittelt.

### Wesentliche Ergebnisse

Die mittlere horizontale Abweichung betrug in mesiodistaler Richtung 0,6 mm und 0,7 mm in buccolingualer Richtung. Die vertikale Abweichung betrug 0,9 mm und war im Vergleich zur horizontalen signifikant vergrößert. Es wurde weiterhin eine mittlere Achsabweichung von 2,2° berechnet.

### Schlussfolgerung und Beurteilung

Es handelte sich um ein „Fully-guided“-System mit Schaftmodifikationen der Implantatbohrer, sodass laterale Auslenkungen nahezu ausgeschlossen werden konnten. Gleichzeitig konnte so keine allzu große Friktion zwischen gedruckter, nichtmetallischer Führungshülse und Bohrer entstehen. Die Uniformität aller Bohrschäfte machte einen Hülsenwechsel, als weiteres potenzielles Problem, unnötig. Weiterhin wurden alle Fälle von einem einzigen Behandler generiert. Das Ergebnis ist eine in horizontaler Richtung im Vergleich zu der Literatur weniger ausgeprägte Deviation zwischen geplanter und tatsächlicher Implantatposition. In der vertikalen Richtung war das Ergebnis allerdings weniger gut, was die Autoren auf das Fehlen eines physikalischen Stoppers an dem Einbringinstrument zurückführen. Somit kann anhand dieser interessanten und hochwertig durchgeführten Studie gezeigt werden, dass trotz aufwendigster schablonengeführter Implantationen zwar immer wieder Verbesserungen erreicht werden können, diese aber immer noch nicht – in Abhängigkeit von den verwendeten Einzelteilen – absolut genau sind. Eine Abweichung in der Implantattiefe von nahezu 1 mm erscheint insbesondere in der Nähe von kritischen Strukturen als recht hoch.

■ Pozzi A, Polizzi G, Moy PK

### Geführte Implantation mit zahngestützten Schablonen für fehlende Einzelzähne: ein kritisches Review

*Guided surgery with tooth-supported templates for single missing teeth: A critical review*

Eur J Oral Implantol. 2016; 9 Suppl 1(2): 135–153

### Studientyp

Systematische Literaturrecherche

### Ziel der Analyse

Evidenzbasierte Evaluation der potenziellen klinischen Vorteile einer computergeführten, mit zahngestützten Schablonen durchgeführten Implantation bei Einzelzahnlücken.

### Suchkriterien

Im Hinblick auf die schablonengeführte Implantation wurden die Begriffe Genauigkeit, implantologischer/prothetischer Misserfolg, biologische und mechanische Komplikationen, marginaler Knochenverlust sowie weitere ästhetische und klinische Ergebnisse zur Literaturrecherche herangezogen.

### Wesentliche Ergebnisse

Aus 1027 primären Treffern wurden 32 Studien ausgewählt und in die Übersichtsarbeit einbezogen. Somit konnten 342 Implantate bei 209 Patienten mit einer Nachbeobachtungszeit von 12–52 Monaten untersucht werden. Bei fehlenden Einzelzähnen führt eine zahngestützte schablonengeführte Implantation im Vergleich zu einer schleimhaut- bzw. knochengestützten Implantatinserterion zu einer höheren Genauigkeit beim Erreichen der geplanten Implantatposition. Weiterhin werden als Vorteile die umfassende prächirurgische Planung bei zuverlässig zu erreichenden Implantatpositionen sowie vorteilhafte klinische Ergebnisse gesehen. Die Untersuchung kommt allerdings auch zu dem Ergebnis, dass die schablonengeführte Implantation zu vergleichbaren Überlebensraten führt wie ohne Schablonen, also rein manuell durchgeführten Implantationen. Im Vergleich führen computergesteuerte Implantationen zu zusätzlichen Kosten. Daher ist zumindest beim Einzelzahnersatz die computergeführte Implantation mit zahnetragenen Schablonen im Hinblick auf die Kosteneffizienz im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse zu diskutieren, wobei auch die verkürzte Operationsdauer (und verlängerte Planungsdauer) bei potenziell verringerten postoperativen Schmerzen und Schwellungen (bei Verwendung minimalinvasiver Zugänge) berücksichtigt werden muss.

### Schlussfolgerung

Die Untersuchung zeigt, dass die Durchführung einer schablonengeführten Implantation zum Einzelzahnersatz im Hinblick auf die Überlebensrate der Implantate zu vergleichbaren Ergebnissen führt, wobei der finanzielle, zeitliche und materielle Aufwand kritisch abzuwägen ist. Weitere randomisierte Langzeitstudien im Vergleich zur manuellen Implantation sind notwendig. Evidenzbasierte Empfehlungen, dass die schablonengeführte Implantation zum Einzelzahnersatz der konventionellen Insertion vorzuziehen ist, sind nur sehr limitiert verfügbar.

### Beurteilung

Die Übersichtsarbeit bezieht zahlreiche wissenschaftliche Erkenntnisse aus einer beachtlichen Anzahl von Studien ein, wobei eine repräsentative Anzahl an Implantaten und eine relativ hohe mittlere Nachbeobachtungszeit

vorlagen. Vorteil der computergeplanten und durch Schablonen geführten Implantation zum Einzelzahnersatz ist eine höhere Genauigkeit bei kürzerer Operationszeit und potenziell verringerten postoperativen Schmerzen und Schwellungen. Nachteile sind die höheren Kosten und der größere Planungsaufwand bei gleichen Überlebensraten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass in die Literaturanalyse 11 verschiedene Planungs- und Herstellungssysteme einbezogen wurden, wobei nicht alle, je nach den verwendeten Komponenten, die gleichen Genauigkeiten aufwiesen.

### Synopsis

Die Verwendung von Schablonen bei der Aufbereitung und Insertion von Implantaten kann zu einer exakteren Positionierung von Implantaten führen. Dies gilt insbesondere, wenn im Rahmen der Anfertigung einer komplexen implantatprothetischen Arbeit die Implantatinserterion und die anschließende Versorgung von unterschiedlichen Personen durchgeführt werden. Dabei kann die schablonengestützte Aufbereitung des Implantatbettes mit nachfolgender Insertion zu einer verbesserten Kooperation zwischen implantologischem und prothetischem Vorgehen führen. Allerdings ist aufgrund zahlreicher Untersuchungen nachgewiesen, dass es auch unter Verwendung von Schablonen – in Abhängigkeit von der Dentition – zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Abweichung der geplanten und der letztlich erzielten Implantatposition kommt. Darüber hinaus spielt es auch eine Rolle, welches Verfahren der schablonengestützten Implantation angewendet wird, also ob eine Schablone zur reinen Aufbereitung des Implantatbettes herangezogen oder ob z.B. „fully-guided“ gearbeitet wird, so dass auch die Implantation mit Verwendung der Schablone durchgeführt wird. Sicherlich ist bei den derzeit ermittelten mittleren Abweichungen auch klarzustellen, dass eine Implantation in unmittelbarer Nähe von sensiblen anatomischen Strukturen theoretisch möglich, in der Praxis jedoch aufgrund dieser Abweichungen nicht ohne äußerste Vorsicht zu empfehlen ist. Insgesamt handelt es sich sicherlich um einen äußerst spannenden Bereich der zahnärztlichen Implantologie, in dem in Zukunft weitere Verbesserungen zu erwarten sind.

Priv.-Doz. Dr. K. M. Lehmann, Mainz/Bonn

Priv.-Doz. Dr. Dr. P. W. Kämmerer, MA, Rostock