

Interindividueller Vergleich der Genauigkeit navigations-assistierter Implantatbettbohrungen mit konventionell geführten Freihandbohrungen am Unterkiefermodell

Carsten Westendorff¹, Jürgen Hoffmann¹, German Gomez-Roman²,
Tina Herberts³ und Siegmar Reinert¹

¹Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie,
Universitätsklinikum Tübingen, 72076 Tübingen

²Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Propädeutik,
Universitätsklinikum Tübingen, 72076 Tübingen

³Institut für Biometrie,
Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 72070 Tübingen
Email: carsten.westendorff@med.uni-tuebingen.de

Zusammenfassung. An einem zahnlosen und atrophien Unterkiefermodell wurde die Präzision navigations-assistierter Implantatlagerpräparationen gegenüber der konventionellen Freihand-Methode evaluiert. Es wurde fernerhin überprüft, ob die Erfahrung eines Operateurs Einfluss auf einen möglichen Vorteil durch die Navigationstechnologie hat. Es wurden 224 Implantatbohrungen an 16 Unterkiefermodellen durchgeführt. Je die Hälfte dieser Bohrungen wurde navigationsgeführt (CT-datenbasiert, passiv optisch) und freihändig von wiederum je zur Hälfte einem erfahrenen und einem unerfahrenen Chirurgen ausgeführt. Die Auswertung erfolgte CT-Daten-gestützt. Die Winkelabweichung in vestibulo-oraler und mesio-distaler Richtung betrug für die freihändigen Bohrungen $11,2^\circ \pm 5,6^\circ$ ($4,1^\circ - 25,3^\circ$) und $4,2^\circ \pm 1,8^\circ$ ($2,3 - 11,5$) für die navigationsgestützten Bohrungen, $p < 0,01$. Für den mittleren Abstand zum Mandibularkanal wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden, jedoch zeigten sich bei den konventionellen Bohrungen 3 Perforationen des Mandibularkanal-dachs. Interindividuelle Unterschiede zwischen den Chirurgen blieben ohne statistische Signifikanz. Ein möglicher klinischer Vorteil ergibt sich auf der Basis hier vorgestellten Daten vor allem in einer Verbesserung der Kontrolle der Implantatachse und einer sicheren Schonung von Risikostrukturen.

1 Einleitung

Zur Verbesserung der Präzision bei der Platzierung dentaler Implantate und zur sicheren Schonung von Risikostrukturen wurde Mitte der 90er Jahre die bild-daten-gestützte Navigationstechnologie in den Bereich der dentalen Implantologie eingeführt [1-6]. Ein klinischer Vorteil durch Verbesserung der Genauigkeit und

Abb. 1. Realitätsnahes zahnloses und atrophes Unterkiefermodell

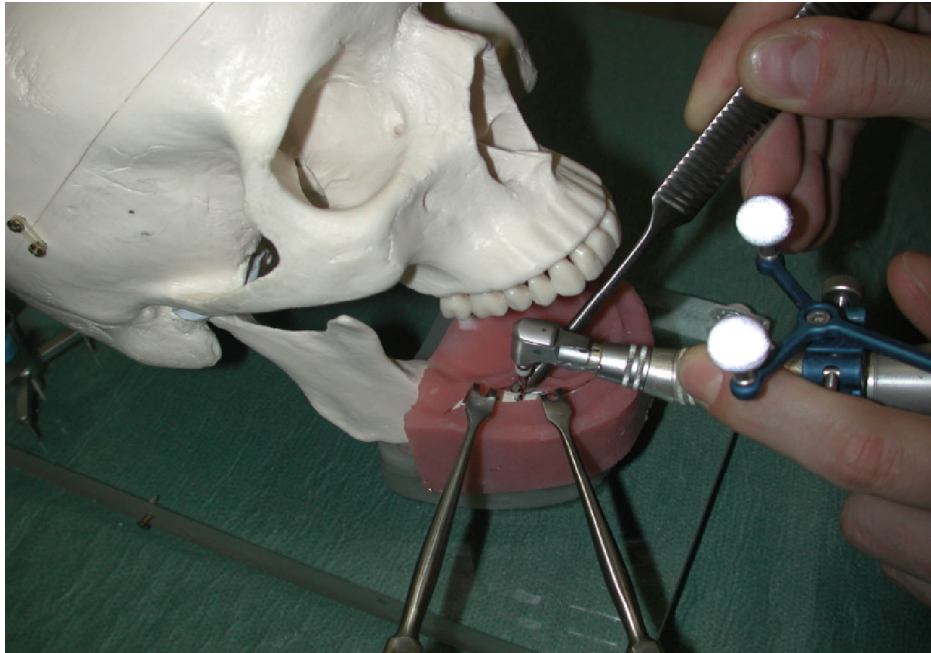


durch Schonung von Risikostrukturen, der sich aus einer navigierten Implantatbett-Bohrung ergeben könnte, ist bislang nicht wissenschaftlich belegt. Es existieren zudem keinerlei klinische noch experimentelle Studien, die sich mit einem Vergleich der Genauigkeit der navigierten Implantatbett-Bohrung/Implantatinsertion gegenüber der konventionellen Freihand-Methode beschäftigen. In einer experimentellen Studie wurde die Präzision navigations-assistierter Implantatbett-Bohrungen gegenüber der konventionellen Freihand-Methode evaluiert. Fernerhin wurde überprüft, ob die Erfahrung eines Operateurs Einfluss auf einen möglichen Vorteil durch die Navigationstechnologie hat.

2 Material und Methoden

An 16 standardisierten realitätsnahen atrophen Unterkiefermodellen (Sawbones Europe AB, Malmö, Schweden)(Abb. 1) wurden insgesamt 224 Implantatbohrungen durchgeführt. Um eine Realitätsnähe zu gewährleisten, wurden die Modelle mit einer Schleimhautmaskierung (Esthetic-Mask, Detax, Ettlingen), einem künstlichen Mundboden und einem Schädelmodell versehen (Abb. 2).

Je die Hälfte dieser Bohrungen wurde navigationsgeführt (CT-daten-basiert, Siemens Somatom 16, Erlangen, 0,75 mm axiale Schichten) und freihändig von wiederum je zur Hälfte einem erfahrenen und einem unerfahrenen Chirurgen ausgeführt. Der erfahrene Operateur hatte eine zehnjährige Berufserfahrung auf

Abb. 2. Intraoperatives Set-Up

dem Gebiet der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie. Der unerfahrene Operateur hatte eine einjährige Berufserfahrung auf diesem Gebiet. Für die Positionierung der Bohrungen wurde eine konventionelle Bohrschablone ohne Bohrhülsen verwendet, die die Position, nicht jedoch die Achse der Bohrungen vorgab. Die Bohrungen erfolgten mit einem konventionellen Implantatbohrer.

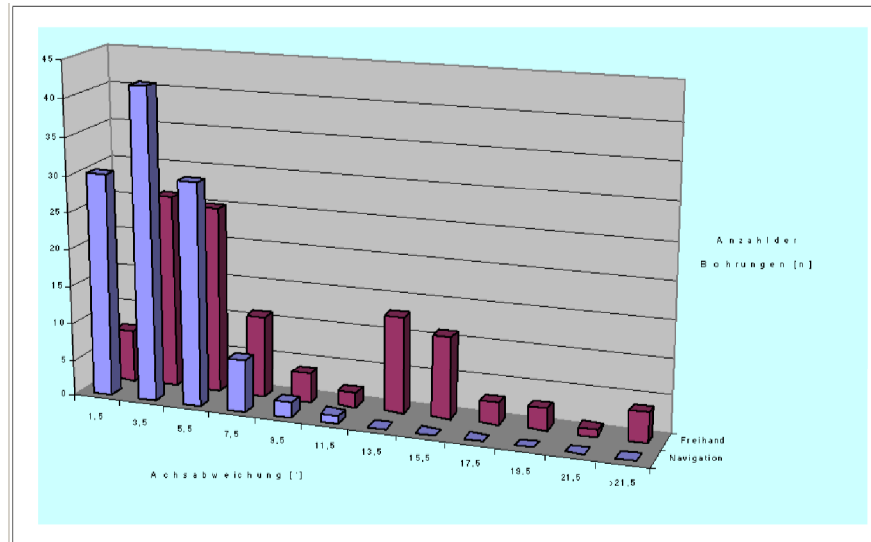
Zur Navigation wurde das auf passiver Infrarotlichttechnologie basierende VectorVision Compact Navigationssystem der Firma BrainLAB (Heimstetten) verwendet. Das intraoperative Set-Up ist in Abb. 2 dargestellt.

Postoperativ wurden die Unterkiefermodelle erneut computertomographiert und mit Hilfe einer speziellen Software (CoDiagnostiX, IVS Solutions AG, Chemnitz), die die Messung von Winkeln und Strecken in definierbaren Raumebenen ermöglichte, ausgewertet.

3 Ergebnisse

Die Winkelabweichung in vestibulo-oraler und mesio-distaler Richtung bezogen auf die Okklusionsebene betrug für die freihändigen Bohrungen $11,2^\circ \pm 5,6^\circ$ (Streuung: $4,1^\circ - 25,3^\circ$). Für die navigationsgestützten Bohrungen betrug die Winkelabweichung $4,2^\circ \pm 1,8^\circ$ (Streuung: $2,3 - 11,5$), $p < 0,01$ (Abb. 3). Der mittlere Abstand zum Mandibularkanal als Risikostruktur betrug für die konventionellen Bohrungen $1,1 \text{ mm} \pm 0,6 \text{ mm}$ (Streuung: $0,1 - 2,3 \text{ mm}$). Für die

Abb. 3. Abweichungen der Implantatlagerachsen in der Gruppe der freihändig-konventionell und in der Gruppe der navigationsgeführten Bohrungen



navigationsgeführten Bohrungen betrug der mittlere Abstand zum Mandibularkanal $0,7 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ (Streuung: $0,1 - 1,8 \text{ mm}$). Diese Unterschiede waren ohne statistische Signifikanz.

Bei den konventionellen Bohrungen wurden 3 Perforationen des Dachs des Mandibularkanals gegenüber keinerlei Perforationen bei den navigationsgeführten Bohrungen beobachtet.

Interindividuelle Unterschiede zwischen den Chirurgen blieben ohne statistische Signifikanz.

4 Diskussion

Die Insertion osseointegrierter dentaler Implantate erfordert eine detaillierte präoperative Planung, die die prothetischen Ziele und die anatomischen Voraussetzungen berücksichtigt. Abweichungen der Implantatachse kompromittieren das prothetische Ziel mit der Folge eines verschlechterten ästhetischen und funktionellen Ergebnisses [7,8].

Verletzungen des Nervus alveolaris inferior im Unterkiefer, sowie Perforationen des Kieferhöhlen- und Nasenhöhlenbodens im Oberkiefer sind schwerwiegende Folgen fehlerhafter Implantatinsertionen.

In dieser experimentellen Studie konnte ein möglicher klinischer Vorteil der Navigationstechnologie für die dentale Implantologie aufgezeigt werden. Dieser ergibt sich aus einer erhöhten Präzision in Bezug auf die Implantatachse und aus einer sicheren Schonung von Risikostrukturen.

Prospektive, klinische Studien zur Untersuchung der Genauigkeit der navigationsgestützten dentalen Implantologie sind geplant.

Literaturverzeichnis

1. Ewers R, Schicho K, Truppe M, Seemann R, Reichwein A, Figl M, et al. Computer-aided navigation in dental implantology: 7 years of clinical experience. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62(3):329–334.
2. Birkfellner W, Solar P, Gahleitner A, Huber K, Kainberger F, Kettenbach J, et al. In-vitro assessment of a registration protocol for image guided implant dentistry. *Clin Oral Implants Res* 2001;12(1):69–78.
3. Hassfeld S, Mühling J. Computer assisted oral and maxillofacial surgery – a review and an assessment of technology. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001;30(1):2–13.
4. Schramm A, Gellrich NC, Schimming R, Schmelzeisen R. Computer-assisted insertion of zygomatic implants (Branemark system) after extensive tumor surgery. *Mund Kiefer Gesichtschir* 2000;4(5):292–295.
5. Wagner A, Wanschitz F, Birkfellner W, Zauza K, Klug C, Schicho K, et al. Computer-aided placement of endosseous oral implants in patients after ablative tumor surgery: assessment of accuracy. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(3):340–348.
6. Watzinger F, Birkfellner W, Wanschitz F, Millesi W, Schopper C, Sinko K, et al. Positioning of dental implants using computer-aided navigation and an optical tracking system: case report and presentation of a new method. *J Craniomaxillofac Surg* 1999;27(2):77–81.
7. Hobkirk JA, Havthoulas TK. The influence of mandibular deformation, implant numbers, and loading position on detected forces in abutments supporting fixed implant superstructures. *J Prosthet Dent* 1998;80(2):169–174.
8. Zarb GA, Lewis DW. Dental implants and decision making. *J Dent Educ* 1992;56(12):863–872.