
3 Fragestellungen

Die Vorteile der navigierten Implantologie sind neben der Schonung sensibler Strukturen, Nachbarzähnen und gleichzeitiger maximaler Ausnutzung des vorhandenen Knochenangebotes auch in einer postoperativen Sofortversorgung zu sehen. Infolge der dreidimensionalen Basisdiagnostik lassen sich Maßnahmen wie Knochenkondensation oder -augmentation präoperativ mit höherer Wahrscheinlichkeit vorhersagen.

Durch die Möglichkeit der flap-less surgery anstelle der Präparation eines Mukoperiostlappens wird eine Risikominimierung und damit gleichzeitige Indikationserweiterung erreicht. Operationsdauer und postoperative Beschwerden werden reduziert. Ästhetische oder periimplantäre Komplikationen können durch präzise Implantatpositionierung reduziert werden. Das Potential zur Eliminierung manueller Fehler und reproduzierbarer Behandlungserfolge erscheint bedeutend.

Verglichen mit konventionellen Techniken impliziert diese fortgeschrittene Technologie jedoch ein höheres Maß an Diagnostik und Kostenintensität. Besonders die notwendige radiologische Basisdiagnostik muss aus Aspekten der Strahlenexposition kritisch betrachtet werden.

Die möglichen Vorteile einer navigierten Implantation sollten im Verhältnis zur erreichbaren Genauigkeit der Planungsübertragung im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden sorgfältig abgewogen werden. Der Schutz kritischer, anatomischer Strukturen sowie die erreichbaren Vorteile hinsichtlich funktioneller und ästhetischer Aspekte bedürfen Diskussion.

Eine 2003 veröffentlichte retrospektive multizentrische, klinische Untersuchung. (n = 1202) evaluierte eine hohe Patientenzufriedenheit, Primärstabilität aller Implantate, keine intraoperative Komplikationen und eine Minimierung der postoperativen Beeinträchtigungen bei Stanzung [71]. Bohrungen am Phantommodell wiesen eine hohe Präzision mit einer mittleren Abweichung von 0,08 mm bzw. 0,1

mm \pm 0,41, $0,98^\circ \pm 1,44$ auf (n = 24) [87, 113]. Vergleichende Operationen am Phantomkiefer (manuell vs. navigiert) zeigten signifikante Unterschiede in der Positionierungsgenauigkeit (n = 15). Diese betrug für navigierte Bohrungen 0,35 – 0,47 mm, die Winkelabweichung maß $2,12^\circ$ [10]. Des Weiteren wurde die Präzision mittels RoboDent hergestellter Bohrschablonen am Phantomkiefer evaluiert. In ein anatomisch größengleiches Kiefermodell wurden navigationsgestützt Bohrungen der prospektiven Implantatposition eingebracht. Dort wurden Bohrhülsen positioniert, die vorhandene Bohrhülsenanordnung mit einpolymerisiert und in eine Schablone überführt. Es ergab sich eine mittlere Abweichung von $0,39 \text{ mm} \pm 0,02$ [113].

Lueth, Meyer et. al. (2003) führten Versuche zur Evaluation der Genauigkeit an Minischweinen durch (n = 8). Die mittlere Standardabweichung betrug $< 0,5 \text{ mm}$ in allen drei Raumrichtungen. Die Auswertung erfolgte mittels Vergleich prä- und postop. CT - Aufnahmen [65].

Die Literaturrecherche macht deutlich, dass zwischen experimentell und klinisch erreichbarer Präzision Unterschiede bestehen [19, 84]. Klinische Daten zum RoboDent System wurden bisher nicht publiziert, da die Anfertigung eines postop. CT (angewandt in anderen Studien) zur metrischen Auswertung aus Aspekten der Strahlenexposition keine rechtfertigende Indikation darstellt [124]. Im Zuge der Entwicklung der automatischen postoperativen Messdatenauswertung wird dies nun möglich.

Ziel der folgenden Arbeit soll es daher sein, die Genauigkeit der metrischen Implantatposition, der Winkel der Implantatachsen und der Tiefe der Implantatbohrung zwischen virtueller Planung und tatsächlicher Implantation mit dem RoboDent-System anhand von Patientendaten zu evaluieren.

Auf Grundlage der Ergebnisse am Phantomkiefer lassen sich folgende Hypothesen (für den routinemäßigen, klinischen Einsatz) formulieren:

1. Es wird eine Genauigkeit der metrischen Implantatposition < 1 mm im Verhältnis zur Planung erreicht.
2. Die Abweichung der tatsächlichen zur geplanten Bohrtiefe beträgt $\pm 0,1$ mm.
3. Es lässt sich eine mittlere Abweichung der Implantatangulation $< 7,125^\circ$ erreichen. Die Winkelangabe errechnet sich wie folgt: $\text{arc tan } \alpha = 1/8$ (Kap. 5.3). Dabei beschreibt 8 mm das kürzeste zu inserierende Implantat, 1 mm die maximal tolerable Positionsabweichung.
4. Zwischen den verschiedenen Implantologen sind keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die Übertragungsgenauigkeit zu verzeichnen.

Zusätzlich ergeben sich nachfolgende Fragestellungen:

5. Wie oft erfolgte eine Verletzung anatomisch benachbarter Struktur
6. Wie war das Verhältnis Stanzung (flap-less) zu Aufklappung?