

Sophia Boehm  
Dr. med. dent.

## **Untersuchungen zur Genauigkeit von Implantationen und Implantatplanungen basierend auf Dentaler Magnetresonanztomographie und Digitaler Volumetomographie**

Fach/Einrichtung: Mund-Zahn-Kieferheilkunde  
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Franz Sebastian Schwindling

Ziel der Studie war es, die klinisch umsetzbare Richtigkeit von Implantationen, die anhand einer auf Dentaler Magnetresonanztomographie beruhender Planung durchgeführt wurden, zu quantifizieren, sowie die Reproduzierbarkeit von dreidimensionalen Implantatplanungen, basierend auf bildgebenden Daten (Dentale Magnetresonanztomographie und Digitale Volumetomographie) zu untersuchen.

Es wurden 27 Patienten, die insgesamt 41 Implantate benötigten, in die Studie eingeschlossen. Alle Patienten unterzogen sich einer Magnetresonanztomographie mit einem speziell auf die Darstellung von Zähnen abgestimmten Untersuchungsprotokoll. Basierend auf den gewonnenen Datensätzen wurden die späteren Implantatpositionen softwarebasiert geplant. Es wurden chirurgische Schablonen hergestellt und während einer Digitalen Volumetomographie intraoral eingesetzt, um die geplante Position zu verifizieren. Alle Implantate wurden unter Führung der Pilotbohrung durch die Schablone inseriert. Nach abgeschlossener Einheilung wurden Präzisionsabformungen der betreffenden Kiefer durchgeführt und die virtuell geplanten mit den tatsächlichen Implantatpositionen hinsichtlich dreidimensionaler Abweichungen an der Implantatschulter und -spitze und in Bezug auf die Implantatachse verglichen, um die Richtigkeit zu ermitteln. Außerdem wurden die gemessenen Abweichungen auf deskriptiver Ebene mit den maximal tolerablen Abweichungen, berechnet für ein typisches Einzelzahnimplantat, verglichen.

Alle vorhandenen bildgebenden Datensätze wurden anschließend erneut zur Planung von Implantatpositionen herangezogen, um die Reproduzierbarkeit dieses Vorgangs zu untersuchen. Dabei planten vier Rater alle 41 Implantate in beiden Modalitäten. Es wurden zwei Planungsrunden in einem Abstand von mindestens vier Wochen durchgeführt. Schließlich wurden dreidimensionale Abweichungen im Bereich der Implantatschulter und -spitze sowie hinsichtlich der Implantatachse auf Intra- und Inter-Rater Niveau bestimmt. Unterschiede zwischen den Modalitäten wurden mittels gepaarten t-Tests analysiert.

Die Richtigkeit von auf Dentaler Magnetresonanztomographie basierender Implantationen war, selbst bei einer vorteilhaften klinischen Situation, nur im Falle der Parameter Implantatspitze und -achse, nicht jedoch im Falle der Implantatschulter ausreichend, um sich während der teilgeführten Implantatinsertion gänzlich auf die zugrunde liegende dreidimensionale Planung zu verlassen. Im Vergleich mit in der Literatur angegebenen Richtigkeiten von Implantationen, die auf Planungen anhand Digitaler Volumetomographie (Goldstandard in der dreidimensionalen Implantatchirurgie) beruhen, konnten außerdem weitgehend größere geometrische Abweichungen an der Implantatschulter und -spitze sowie hinsichtlich der Implantatachse festgestellt werden. Heutzutage kann noch keine Empfehlung zur standardmäßigen Anwendung der Dentalen Magnetresonanztomographie in der dreidimensionalen Implantatplanung ausgesprochen werden und es sollten weitere klinische Studien, besonders auch solche, die komplett geführte Implantationen durchführen, abgewartet werden.

In Bezug auf die Planungsreproduzierbarkeit konnte generell festgestellt werden, dass geringere Intra- und Inter-Rater Abweichungen bei auf Digitaler Volumetomographie basierenden Planungen im Vergleich zu auf Dentaler Magnetresonanztomographie basierenden Planungen zu erzielen sind. In vereinzelt Intra- und Inter-Rater Vergleichen traten signifikante Unterschiede zwischen den Modalitäten zutage. Im Allgemeinen lagen die Intra- und Inter-Rater Abweichungen für beide Modalitäten etwa im Bereich der Richtigkeit des gesamten implantatchirurgischen Workflows, obwohl während des Gesamtprozesses eine Vielzahl von komplexen Einzelschritten durchgeführt wird, deren Fehler sich aufaddieren. Ziel zukünftiger Forschung sollte es sein, anhand der Wiederholung von Implantatplanungen verbesserte Softwares und künstliche Intelligenzen zu entwickeln, um eine stärkere Standardisierung von Planungsentscheidungen herbeizuführen.