

3D-Verfahren in der Implantatprothetik

Bereits die *pip* 5/2017, 6/2017 und die *pip* 1/2018 beschäftigten sich mit 3D-Verfahren zur Diagnostik, Implantatplanung und -versorgung sowie der implantatprothetischen Behandlung, die essenzielle Bestandteile des digitalen Workflows sind. Die aktuelle Literatursammlung behandelt schwerpunktmäßig die unterschiedlichen Verfahren der schablonengeführten und navigierten Implantatchirurgie, der Abformung mittels verschiedener Scanverfahren sowie der Implementierung des voll digitalisierten Workflows in die tägliche implantatprothetische Praxis. Der hier häufig verwendete Begriff der Genauigkeit (accuracy) beschreibt bspw. die dreidimensionale Abweichung der tatsächlichen von der virtuell geplanten Implantatposition, während die Präzision die Reproduzierbarkeit der Genauigkeit eines Verfahrens beschreibt. Grundlage für die 3D-Planung der Implantatposition und die Herstellung der entsprechenden Bohrschablonen sind 3D-bildgebende Verfahren, wie die Digitale Volumetomografie (DVT), welche anhand der Gewinnung von DICOM-Datensätzen erst einen voll digitalisierten Workflow ermöglichen. Zu unterscheiden sind hierbei die statische (static computer-aided implant surgery, sCAIS) von der dynamischen computergestützten Implantatchirurgie (dynamic computer-aided implant surgery, dCAIS). Diese unterscheiden sich dadurch, dass bei der dCAIS eine Implantatpositionierung unter Sicht über einen Monitor ermöglicht wird. Somit sind im Vergleich zur sCAIS während des chirurgischen Eingriffs dreidimensionale Änderungen in der Implantatpositionierung möglich. Beide Verfahren ermöglichen zudem ein minimalinvasives Vorgehen ohne Bildung eines Mukoperiostlappens, während bei der Freihand-Implantation oder der teilnavigierten Implantatchirurgie i. d. R. eine Lappenbildung erfolgen muss. Die Ergebnisse aus Untersuchungen zu Unterschieden zwischen den implantatchirurgischen Methoden sind heterogen. In mehreren vergleichenden RCT wurden nur geringfügige bzw. keine statistisch signifikanten Genauigkeitsunterschiede zwischen der statischen und der dynamischen Methode ermittelt [Kaewsiri, et al., 2019, Wang, et al., 2021, Yimarj, et al., 2020]. In einem systematischen Review/einer Metaanalyse allerdings wurden bei der dCAIS signifikant genauere Ergebnisse als bei sCAIS und der FH beobachtet [Jorba-García, et al., 2021, Yu, et al., 2023]. Daher sollte aufgrund der durchaus möglichen 3D-Abweichungen der Empfehlung gefolgt werden, sowohl bei der sCAIS [Romandini, et al., 2023] als auch bei der dCAIS [Jorba-García, et al., 2021] einen Sicherheitsabstand zu vulnerablen Strukturen einzuhalten. Die dCAIS ist dabei von allen Verfahren das Aufwendigste. In einer RCT wurde eine um 14 Minuten längere mittlere Behandlungsdauer als bei der FH-Methode ermittelt [Jorba-García, et al., 2023]. Dennoch war die Methode für die Patienten akzeptabel. Beim Vergleich der sCAIS mit anderen Methoden, war diese in aktuellen Übersichtsarbeiten der FH und der teilnavigierten Implantatchirurgie mit Lappenbildung in Bezug auf die Genauigkeit zwar

überlegen [Gargallo-Albiol, et al., 2020, Romandini, et al., 2023, Tattan, et al., 2020], dennoch traten bei der sCAIS klinisch relevante Abweichungen auf, die in 7,0 % der Fälle die Durchführung der Implantatinserterion nicht wie geplant zuließen [Romandini, et al., 2023]. Auch im ästhetisch sichtbaren Bereich teilbezahnter Patienten sind sCAIS im Vergleich zu konventionellen FH-Verfahren zwar ebenfalls genauer, scheinen aber bei den Ergebnissen der implantatprothetischen Versorgung nicht mit spürbaren Vorteilen verbunden zu sein. Einzig der Intraoralscan führte bei den Patienten zu einer besseren Akzeptanz der sCAIS [Hanozin, et al., 2022]. Beim Vergleich der beiden Methoden im zahnlosen Kiefer wurden ebenfalls geringere apikale Abweichungen und Winkelabweichungen bei sCAIS gemessen. Die vertikale Abweichung war hingegen bei sCAIS höher als in der konventionellen Gruppe. In der sCAIS-Gruppe wurde dabei ein initial höherer krestaler Knochenverlust im Implantatbereich beobachtet [Nomiya, et al., 2023]. In Bezug auf zeitliche oder finanzielle Einsparungen scheinen computergestützte implantatchirurgische Protokolle keinen Vorteil gegenüber konventionellen Verfahren zu haben, wie eine RCT aus 2019 ergab [Schneider, et al., 2019]. Die Genauigkeit von Intraoralscannern ist aufgrund der bereits erwähnten, besseren Akzeptanz bei den Patienten, ein weiteres, wichtiges Untersuchungsfeld. Auch hier sind die Ergebnisse der Untersuchungen nicht eindeutig. Grundsätzlich scheint die Genauigkeit des Intraoralscans in erheblichem Maß von der klinischen Situation, dem Scanner, der Technik des Intraoralscans, den Umgebungsbedingungen und des Materials des jeweiligen Scankörpers abhängig zu sein [Carneiro Pereira, et al., 2023]. Die Einhaltung von Scanpfaden zwischen den Scankörpern, konstanten Temperatur-, Luftdruck- und Luftfeuchtigkeitswerten, Winkeln bis zu maximal 15,0 Grad und einem Abstand zwischen den Implantaten von 16 bis 22 mm sowie Scankörpern aus Polyetheretherketon (PEEK) führte zu einer höheren Genauigkeit bei der Abformung. Der Grenzwert von 15,0 Grad, ab welchem starke Abweichungen zwischen der klinischen Situation und dem Scan eintreten, werden von einem weiteren systematischen Review bestätigt [Carneiro Pereira, et al., 2021]. In Bezug auf die Passgenauigkeit der implantatgetragenen Suprakonstruktionen (Passive fit) wurden in einer Übersichtsarbeit ähnlich gute Ergebnisse bei digitalen und konventionellen Abformtechniken ermittelt [García-Gil, et al., 2020]. Insgesamt ist festzustellen, dass seit der letzten Übersicht in 2017/2018 ein deutlicher Trend zu einer Verbesserung der Genauigkeit und Präzision der 3D-Verfahren in der Implantatprothetik festzustellen ist. Allerdings zeigt sich auch, dass mit den neuen Verfahren auch höhere Ansprüche an die Praxisstandards im Rahmen der Implementierung der neuen 3D-Techniken verbunden sind. Dennoch ist der Einsatz der 3D-Techniken aufgrund der Erleichterung von Behandlungsabläufen und der sehr guten Akzeptanz auf Patientenseite gerechtfertigt.



Cristache CM, Burlibasa M, Tudor I, Totu EE, Di Francesco F, Moraru L. *Accuracy, Labor-Time and Patient-Reported Outcomes with Partially versus Fully Digital Workflow for Flapless Guided Dental Implants Insertion-A Randomized Clinical Trial with One-Year Follow-Up.*

J Clin Med. 2021 Mar 6;10(5):1102.

(»Die Genauigkeit, Laborzeit und Patienten berichteten Ergebnisse mit einem partiell oder voll digitalisierten Workflow zur lappenlosen geführten Implantatinser-tion - eine randomisierte klinische Studie mit einem einjährigen Follow up.«)

Ziel der RCT war die Ermittlung der Genauigkeit von lappenlosen, Bohrschablonen-geführten Insertionen von Dentalimplantaten bei teilbezahnten Patienten, die entweder mittels eines partiellen digitalen Workflows (PDW) oder anhand eines intraoralen Scans (FDW) durchgeführt wurden. Als weitere Parameter wurden Patienten berichtete Ergebnisse und der Zeitaufwand von der Datenerfassung bis zur Herstellung der Schablone verglichen. Zu diesem Zweck wurden 49 Patienten nach dem Zufallsprinzip einer PDW oder FDW zugewiesen und es wurden insgesamt 111 Implantate inseriert. Während des ersten Jahres unter Implantatbelastung traten weder Implantatverluste noch mechanische oder technische Komplikationen auf. Der mittlere Fehler koronal/apikal war mit 0,44 mm/1,03 mm bei der FDW signifikant geringer als bei der PDW mit 0,85 mm/1,48 mm. Auch die mittlere Winkelabweichung war mit 2,12 Grad bei der FDW signifikant niedriger als bei der PDW mit 2,48 Grad. Die mittlere Tiefenabweichung war mit 0,45 mm gegenüber 0,68 mm bei der FDW ebenfalls signifikant geringer.

Schlussfolgerung: Trotz der statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen sind sowohl der voll- als auch der teildigitalisierte Arbeitsablauf vorhersagbare Methoden für eine präzise, prothetisch geführte Implantatinser-tion.

Elkomy MM, Khamis MM, El-Sharkawy AM.

Clinical and radiographic evaluation of implants placed with fully guided versus partially guided tissue-supported surgical guides: A split-mouth clinical study.

J Prosthet Dent. 2021 Jul;126(1):58-66

(»Klinische und röntgenologische Untersuchung der Implantatinser-tion nach teil- oder vollgeführter Implantatinser-tion mittels schleimhautgelagerter Bohrschablonen: Eine klinische Studie im Split-Mouth-Design.«)

Häufig werden bei der geführten Implantatinser-tion in den Bohrschablonen C-förmige Führungslöcher verwendet, deren Auswirkungen auf die Bohrung und das periimplantäre Gewebe noch nicht eingehend untersucht wurden. Daher war das Ziel dieser klinischen Split-Mouth-Studie die klinische und röntgenologische Beurteilung der periimplantären Weich- und Hartgewebe nach vollnavigierter Implantatinser-tion mit zylindrischen Führungsbohrungen gegenüber der teilnavigierten Implantatinser-tion mit C-förmigen Führungslöchern. Insgesamt wurden bei zwölf zahnlosen Patienten 48 Implantate in den interforaminalen Bereich des Unterkiefers inseriert, die vorher nach dem Zufallsprinzip im Split-Mouth-Design beim gleichen Probanden auf der einen Seite voll- und auf der anderen Seite teilnavigiert inseriert wurden. Jede Gruppe wurde weiter in zwei Untergruppen mit zwölf zylindrischen und zwölf C-förmigen Implantatbohrungen unterteilt. Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen dem voll- und teilnavigierten Insertionsprotokoll sowie der Art der Bohrungen hinsichtlich des Plaque- und des modifizierten Gingivaindexes, der Sondierungstiefe der Implantatstabilität, des Knochenniveaus oder der Knochendichte festgestellt.

Hanozin B, Li Manni L, Lecloux G, Bacevic M, Lambert F.

Digital vs. conventional workflow for one-abutment one-time immediate restoration in the esthetic zone: a randomized controlled trial.

Int J Implant Dent. 2022 Feb 7;8(1):7.

(»Digitaler vs. konventioneller Workflow bei dem One-Abutment-One-Time-Konzept bei prothetischer Sofortversorgung im ästhetisch sichtbaren Bereich: Eine randomisiert kontrollierte Studie.«)

Um die Kurzzeitergebnisse nach Sofortversorgung eines Einzelimplantats in der ästhetischen Zone mit der One-Abutment One-Time-Technik im Vergleich zwischen einem konventionellen (Kontrolle) und einem vollständig digitalen Arbeitsablauf (Test) zu vergleichen, wurden 18 Probanden nach dem Zufallsprinzip einer der beiden Gruppen zugeteilt. In der Testgruppe wurden vor dem Eingriff ein individuell angefertigter Zirkonoxidaufbau und eine provisorische CAD/CAM-Krone angefertigt und die Implantate mit einer statischen computer-gestützten Schablone (sCAIS) eingesetzt, die eine sofortige Versorgung nach dem Eingriff ermöglichte. In der Kontrollgruppe wurde das Implantat freihändig mit einer konventionellen Bohrschablone inseriert und zehn Tage später auf Grundlage einer konventionellen Abformung ein individuelles Zirkonoxid-Abutment hergestellt. Mit einer mittleren Winkelabweichung von $2,41 \pm 1,27$ Grad vs. $6,26 \pm 3,98$ Grad sowie einer mittleren koronalen und apikalen Abweichung von $0,65 \pm 0,37$ mm vs. $1,27 \pm 0,83$ mm und $1,36 \pm 0,53$ mm vs. $2,42 \pm 1,02$ mm war die Implantatpositionierung bei der sCAIS-Technik im Vergleich zur freihändigen Chirurgie genauer. Die Okklusion und die approximale Kontaktpunktgestaltung waren in beiden Workflows ähnlich. Die Patienten berichteten Ergebnisse waren in beiden Gruppen ähnlich, mit Ausnahme der Abformung, bei der das intraorale Scannen gegenüber der konventionellen Abformung bevorzugt wurde.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl konventionelle als auch digitale Arbeitsabläufe zu vorhersehbaren Ergebnissen führen, wobei die Digitalisierung für eine zusätzliche Präzision sorgt.

Jorba-García A, Bara-Casaus JJ, Camps-Font O, Sánchez-Garcés MÁ, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E.

Accuracy of dental implant placement with or without the use of a dynamic navigation assisted system: A randomized clinical trial.

Clin Oral Implants Res. 2023 May;34(5):438-449.

(»Die Genauigkeit der Implantatpositionierung mit oder ohne Einsatz eines dynamisch assistierten Systems: Eine randomisierte klinische Studie.«)

Um die Genauigkeit einer Implantatpositionierung mittels der dynamischen computergestützten Implantatinsertion (dCAIS) und der Freihandmethode (FH) zu vergleichen, wurden teilbezahnte Probanden nach dem Zufallsprinzip einer der beiden Gruppen zugewiesen. Eine weitere Zielsetzung war der Vergleich der Patienten berichteten Ergebnisse (PROMs) in jeder Gruppe. Die mittlere Winkelabweichung war in der dCAIS-Gruppe mit 4,02 Grad gegenüber 7,97 Grad in der FH-Gruppe signifikant geringer. Auch die linearen Abweichungen waren in der dCAIS-Gruppe signifikant niedriger, mit Ausnahme der vertikalen Abweichung, bei der keine Unterschiede festgestellt wurden. Obwohl die dCAIS mit 14 Minuten länger dauerte, hielten die Patienten beider Gruppen die Operationszeit für akzeptabel. Die postoperativen Schmerzen und der Analgetika-Verbrauch in der ersten postoperativen Woche waren in beiden Gruppen ähnlich hoch.

Schlussfolgerung: dCAIS-Systeme erhöhen die Genauigkeit der Implantatinsertion bei teilbezahnten Patienten im Vergleich zur konventionellen Freihandmethode erheblich. Sie verlängern jedoch die Operationszeit und scheinen weder die Patientenzufriedenheit zu verbessern noch die postoperativen Schmerzen zu verringern.

Kaewsiri D, Panmekiate S, Subbalekha K, Matheos N, Pimkhaokham A.

The accuracy of static vs. dynamic computer-assisted implant surgery in single tooth space: A randomized controlled trial.

Clin Oral Implants Res. 2019 Jun;30(6):505-514.

(»Die Genauigkeit der statischen

vs. der dynamischen Computer-assistierten Implantatchirurgie in Einzelzahnlücken: Eine randomisiert kontrollierte Studie.«)

Das Ziel der RCT war der Vergleich der Genauigkeit einer Positionierung von Einzelimplantaten mittels statischen (sCAIS) oder dynamischen computergestützten Insertionssystemen (dCAIS). Zu diesem Zweck wurden je 30 Probanden nach dem Zufallsprinzip einer der beiden Gruppen zugeteilt. Abweichungen von der 3D-Planung wurden mittels postoperativer DVT überprüft. Die mittlere koronale und apikale Abweichung lag in der sCAIS-Gruppe bei $0,97 \pm 0,44$ mm und $1,28 \pm 0,46$ mm, während sie in der dCAIS-Gruppe $1,05 \pm 0,44$ mm bzw. $1,29 \pm 0,50$ mm betrug. Die Winkelabweichung betrug in der sCAIS-/dCAIS-Gruppe $2,84 \pm 1,71$ Grad/ $3,06 \pm 1,37$ Grad. Die Unterschiede zwischen beiden Gruppen waren statistisch nicht signifikant, allerdings konnte in der dCAIS-Gruppe eine signifikant größere Abweichung der Implantate in mesialer Richtung beobachtet werden.

Nomiyama LM, Matumoto EK, Corrêa MG, Cirano FR, Ribeiro FV, Pimentel SP, Casati MZ.

Comparison between flapless-guided and conventional surgery for implant placement: a 12-month randomized clinical trial.

IClin Oral Investig. 2023 Apr;27(4):1665-1679.

(»Der Vergleich zwischen der geführten Implantatchirurgie ohne oder mit Bildung eines Zugangslappens: Eine zwölfmonatige randomisierte klinische Studie.«)

29 Patienten mit zahnlosem Kiefer wurden nach dem Zufallsprinzip der statischen computergestützten Implantatchirurgie ohne Lappenbildung (sCAIS) und der konventionellen Chirurgie (CS) mit Bildung eines Zugangslappens zugewiesen. Die Zuweisung der beiden Methoden erfolgte nach dem Split-Mouth-Prinzip. Abweichungen der Implantatposition wurden mittels Tomografie zehn Tage nach dem Eingriff ermittelt. Die Entwicklung des periimplantären Knochenlevels wurde

anhand konventioneller Röntgenaufnahmen postoperativ sowie nach sechs und zwölf Monaten bestimmt. Zusätzlich erfolgten Analysen der Plaque sowie des periimplantären Sulkusfluids. Bei sCAIS wurden geringere apikale Abweichungen und Winkelabweichungen gemessen. Die vertikale Abweichung war hingegen höher als in der CS-Gruppe. Bei Studienbeginn konnte ein größerer vertikaler Knochenverlust in der sCAIS-Gruppe beobachtet werden. In der CS-Gruppe wurden Anzeichen für eine höhere Aktivität des Knochenstoffwechsels und der Gefäßneubildung beobachtet.

Ren S, Jiang X, Lin Y, Di P.

Crown Accuracy and Time Efficiency of Cement-Retained Implant-Supported Restorations in a Complete Digital Workflow: A Randomized Control Trial.

J Prosthodont. 2022 Jun;31(5):405-411.

(»Passgenauigkeit und Zeiteffizienz bei der Herstellung zementierbaren implantatprothetischen Zahnersatzes in einem voll digitalisierten Workflow: Eine randomisiert kontrollierte Studie.«)

40 Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip mit implantatprothetischen Rekonstruktionen im Seitenzahnbereich versorgt, die entweder in einem voll digitalisierten (Testgruppe) oder teildigitalisierten Workflow (Kontrollgruppe mit konventionellen Abformungen und CAD/CAM-gefertigtem Zahnersatz) hergestellt wurden. Alle Kronen konnten ohne weitere Korrekturgänge eingesetzt werden. Die durchschnittliche maximale okklusale Anpassung der Kronen, gemessen als maximale Abweichung der okklusalen Fläche in überlagerten Prä- und Post-Scans, war in der Testgruppe mit $-212,7 \pm 150,5$ Mikrometer gegenüber der Kontrollgruppe mit $-330,7 \pm 192,5$ Mikrometer signifikant geringer. Die durchschnittliche Fläche der okklusalen Anpassungskorrekturen, gemessen als Fläche der Abweichung größer als 100 Mikrometer, war in der Testgruppe ebenfalls geringer und betrug $8,4 \pm 8,1$ mm² im Vergleich zu $17,1 \pm 12,3$ mm² in der Kontrollgruppe. Die approximalen

Abweichungen mesial und distal waren mit $-33,0 \pm 96,2/-48,6 \pm 70,5$ Mikrometer in der Testgruppe höher als die in der Kontrollgruppe mit $-3,7 \pm 66,7/-11,4 \pm 106,7$ Mikrometer. Die durchschnittliche Zeit am Behandlungsstuhl/Laborzeit waren in der Testgruppe mit $20,20 \pm 3,00/43,70 \pm 5,56$ Minuten im Vergleich zu $26,65 \pm 4,53/84,55 \pm 5,81$ Minuten in der Kontrollgruppe signifikant reduziert.

Schlussfolgerung: Zementierte Einzelzahnkronen mit vollständig digitalen Arbeitsabläufen erforderten weniger Anpassungen und wiesen im Vergleich zum teildigitalisierten Workflow kürzere Stuhl- und Laborzeiten auf.

Schneider D, Sancho-Puchades M, Mir-Marí J, Mühlemann S, Jung R, Hämmerle C.

A Randomized Controlled Clinical Trial Comparing Conventional and Computer-Assisted Implant Planning and Placement in Partially Edentulous Patients. Part 4: Accuracy of Implant Placement.

Int J Periodontics Restorative Dent. 2019 Jul/Aug;39(4):e111-e122.

(»Eine randomisiert kontrollierte klinische Studie zum Vergleich der Implantatplanung und Implantatinsertion mittels konventioneller oder computergestützter Verfahren bei der Versorgung zahnloser Patienten. Teil 4: Die Genauigkeit der Implantatinsertion.«)

Um die Genauigkeit von konventionellen und computergestützten Implantatplanungs- und Insertionsprotokollen zu vergleichen, wurden 73 teilbezahnte Patienten nach dem Zufallsprinzip entweder einem konventionellen Planungsprotokoll mit Freihandinsertion (Kontrollgruppe, n = 26) oder einem von zwei unterschiedlichen Protokollen zur computergestützten Planung und schablonengeführten Insertion (CAIPP: entweder mit einer stereolithografischen Schablone [n = 24] oder einer 3D-gedruckten Schablone [n = 23]) zugewiesen. Die mittleren Genauigkeitsunterschiede zwischen der geplanten und tatsächlichen Implantatposition betragen auf Okklusionsebene der Restauration in der Kontrollgruppe $0,65 \pm 0,26$ mm, in Test 1 $0,59 \pm 0,4$ mm und in Test

2 $0,76 \pm 0,5$ mm. Koronal auf Höhe der Implantatschulter betragen die mittleren Abweichungen in der Kontrollgruppe $1,25 \pm 0,62$ mm, in Test 1 $0,97 \pm 0,36$ mm und in Test 2 $0,72 \pm 0,31$ mm. Apikal wurden mittlere Abweichungen von $2,32 \pm 1,24$ mm in der Kontrollgruppe, $0,97 \pm 0,57$ mm in Test 1 und $1,08 \pm 0,57$ mm in Test 2 festgestellt. Die mittleren vertikalen Abweichungen lagen in der Kontrollgruppe bei $0,28 \pm 1,01$ mm sowie $0,2 \pm 0,65$ mm in Test 1 und $-0,1$ mm $\pm 1,0$ mm in Test 2. Bei den Kontrollen wurden Winkelabweichungen von $7,36 \pm 3,36$ Grad, gegenüber $4,23 \pm 2,68$ Grad (Test 1) und $3,13 \pm 2,12$ Grad (Test 2) gemessen. In beiden CAIPP-Gruppen waren die Werte der koronalen und apikalen Abweichung sowie der Winkelabweichung signifikant niedriger als in der konventionellen Behandlungsgruppe. CAIPP-Protokolle schienen im Vergleich zur Freihandtechnik genauer zu sein. Dennoch erfordert das Ausmaß der Ungenauigkeit bei der Verwendung von Bohrschablonen einen Sicherheitsabstand zu vulnerablen Strukturen.

Schneider D, Sancho-Puchades M, Schöber F, Thoma D, Hämmerle C, Jung R.

A Randomized Controlled Clinical Trial Comparing Conventional and Computer-Assisted Implant Planning and Placement in Partially Edentulous Patients. Part 3: Time and Cost Analyses.

Int J Periodontics Restorative Dent. 2019 May/Jun;39(3):e71-e82.

(»Eine randomisiert kontrollierte klinische Studie zum Vergleich der Implantatplanung und Implantatinsertion mittels konventioneller oder computergestützter Verfahren bei der Versorgung zahnloser Patienten. Teil 3: Zeit- und Kostenaspekte.«)

In dieser Arbeit wurden Zeit- und Kostenanalysen konventioneller oder computergestützter/schablonengeführter (CAIPP) Verfahren bei der Implantatversorgung von Patienten mit Einzelzahn-lücken durchgeführt. Die Probanden wurden nach dem Zufallsprinzip einer von drei Behandlungsgruppen zugeteilt: Präoperative Planung auf Grundlage einer 2D-Bildgebung und freihändige

Implantatinsertion (Kontrollen, n = 26), computergestützte Implantatplanung auf Grundlage einer 3D-Bildgebung und einer stereolithografisch hergestellten Bohrschablone in Testgruppe 1 (n = 24) oder einer 3D-gedruckten Bohrschablone in Testgruppe 2 (n = 23). Die Gesamtdauer der Behandlung in der Praxis war in allen Gruppen ähnlich hoch (Kontrollen = 63,8 min, Testgruppe 1 = 77,2 min und Testgruppe 2 = 81,7 min). CAIPP- und konventionelle Protokolle benötigten ähnlich viel Zeit für die präoperative Diagnose, die Röntgenuntersuchung und den Eingriff. Die CAIPP-Protokolle erforderten dabei längere Zeiten für die chirurgische Planung und für die Herstellung der Schablone. Die wirtschaftlichen Gesamtkosten waren bei den CAIPP-Protokollen aufgrund der Röntgenuntersuchung und der Herstellung der Bohrschablone um 31,0 % gegenüber Testgruppe 1 bzw. 20,0 % gegenüber Testgruppe 2 höher (Kontrollen = Schweizer Franken [CHF] 1.567,0; T1 = CHF 2.268,0; T2 = CHF 1.946,0). Bei der vorliegenden Indikationsstellung und Methodik zeigten computergestützte Protokolle keinen Vorteil gegenüber konventionellen Protokollen in Bezug auf zeitliche oder finanzielle Einsparungen. Der zeitliche und finanzielle Aufwand sollte in Relation zum möglichen Nutzen gesetzt werden.

Sun Y, Ding Q, Yuan F, Zhang L, Sun Y, Xie Q.

Accuracy of a chairside, fused deposition modeling three-dimensional-printed, single tooth surgical guide for implant placement: A randomized controlled clinical trial.

Clin Oral Implants Res. 2022 Oct;33(10):1000-1009.

(»Die Genauigkeit dreidimensionaler Bohrschablonen zur Insertion von Einzelimplantaten nach Herstellung mittels Fused Deposition Modeling am Zahnarztstuhl: Eine randomisiert kontrollierte klinische Studie.«)

Um die Genauigkeit von chairside, mittels Fused Deposition Modeling (FDM) gedruckter Schablonen mit stereolithographischen Schablonen für die Einzelzahnimplantation zu vergleichen,

wurden 28 Teilnehmer mit 30 Einzelzahn­lücken im Seitenzahn­bereich nach dem Zufallsprinzip einer der beiden Behandlungsgruppen (je 15 Implantate) zugewiesen. Die mittleren Winkelabweichungen unterschieden sich mit $4,23 \pm 2,38$ Grad in der Testgruppe und $4,13 \pm 2,42$ Grad in der Kontrollgruppe nicht signifikant voneinander. Die koronalen und apikalen Abweichungen betragen in der Testgruppe $0,70 \pm 0,44$ mm/ $1,25 \pm 0,61$ mm und in der Kontrollgruppe $0,55 \pm 0,27$ mm/ $1,11 \pm 0,54$ mm und unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant zwischen den Gruppen.

Yang Y, Hu C, Zhang Y, Wang L, Shao L, You J.

Comparing digital and traditional guides in first molar implant surgery: A randomized clinical trial.

Technol Health Care. 2022;30(S1):403-412.

(»Der Vergleich digital und konventionell gefertigter Bohrschablonen zur Implantatinsertion im Bereich der ersten Molaren: Eine randomisierte klinische Studie.«)

42 Patienten mit beidseits fehlenden ersten Molaren wurden nach dem Zufallsprinzip der Behandlungsgruppe mit einer voll digitalisierten Implantatbehandlung (Test) und der Gruppe mit einer konventionellen Implantatbehandlung (Kontrolle) zugewiesen. Die Zeit für den chirurgischen Teil und für die Abformung waren in der Testgruppe gegenüber der Kontrollgruppe kürzer, während die Zeit für die Anpassung der Bohrschablone in der Testgruppe signifikant höher war als in der Kontrollgruppe. In der Testgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede in der Abweichung der Position des Schraubenkanals zwischen den Implantaten auf der linken und rechten Seite ermittelt werden, während in der Kontrollgruppe die Abweichung des Schraubenkanals auf der rechten Seite signifikant geringer als auf der linken Seite war. Insgesamt war die Abweichung der Position des Schraubenzugangskanals in der Testgruppe signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe.

Yimarj P, Subbalekha K, Dhaneuan K, Siriwatana K, Mattheos N, Pimkhaokham A.

Comparison of the accuracy of implant position for two-implants supported fixed dental prosthesis using static and dynamic computer-assisted implant surgery: A randomized controlled clinical trial.

Clin Implant Dent Relat Res. 2020 Dec;22(6):672-678.

(»Der Genauigkeitsvergleich der Implantatpositionierung zur Fixierung von Zahnersatz auf zwei Implantaten mittels statischer oder dynamischer computergestützter Chirurgie: Eine randomisiert kontrollierte klinische Studie.«)

Das Ziel der RCT war der Vergleich der Genauigkeit der Positionierung und der Parallelität zweier Implantate unter Verwendung statischer und dynamischer CAIS-Systeme. Zu diesem Zweck wurden 30 Patienten nach dem Zufallsprinzip je zwei Implantate mit einem der beiden CAIS-Systeme zugewiesen. Die mittleren 3D-Abweichungen in der sCAIS und dCAIS-Gruppe betragen koronal $1,04 \pm 0,67$ vs. $1,24 \pm 0,39$ mm und apikal $1,54 \pm 0,79$ vs. $1,58 \pm 0,56$ mm. Die Winkelabweichung lag bei $4,08 \pm 1,69$ Grad vs. $3,78 \pm 1,84$ Grad. Die Winkelabweichungen zwischen zwei gesetzten Implantaten (Parallelität) in der sCAIS- und dCAIS-Gruppe betragen $4,32 \pm 2,44$ Grad bzw. $3,55 \pm 2,29$ Grad. Bei allen Parametern gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Yotpibulwong T, Arunjarosuk S, Kaboosaya B, Sinpitaksakul P, Arksornnukit M, Mattheos N, Pimkhaokham A.

Accuracy of implant placement with a combined use of static and dynamic computer-assisted implant surgery in single tooth space: A randomized controlled trial.

Clin Oral Implants Res. 2023 Apr;34(4):330-341.

(»Die Genauigkeit der Implantatplatzierung in Einzelzahn­lücken mittels der Kombination aus einer statischen und dynamischen computergestützten Chirurgie: Eine

randomisiert kontrollierte Studie.«)

Das Ziel der Studie war der Genauigkeitsvergleich zwischen einer kombinierten statischen und dynamischen (SD) computergestützten Implantatchirurgie (CAIS) mit der sCAIS, der dCAIS und der Freihandchirurgie (FH) bei Einzelimplantation. Zu diesem Zweck wurden 120 Probanden nach dem Zufallsprinzip den vier Gruppen zugeteilt. Die Implantate wurden sowohl mit stereolithografischer Bohrschablonen als auch mit dynamischer Navigation in der SD-Gruppe, mit stereolithografischer Bohrschablone in der sCAIS-Gruppe, mit dynamischer Navigation in der dCAIS-Gruppe und konventionell freihändig in der FH-Gruppe inseriert. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen den vier Gruppen festgestellt. Die koronale Abweichung der SD-, sCAIS-, dCAIS- und FH-Gruppen betragen $0,62 \pm 0,50$ mm, $1,06 \pm 0,67$ mm, $1,02 \pm 0,45$ mm bzw. $1,48 \pm 0,68$ mm. Die apikalen Abweichungen lagen bei $0,75 \pm 0,57$ mm, $1,40 \pm 0,71$ mm, $1,28 \pm 0,50$ mm bzw. $2,18 \pm 0,95$ mm. Die Winkelabweichungen betragen $1,24 \pm 1,41$ Grad, $3,18 \pm 2,04$ Grad, $3,28 \pm 1,57$ Grad bzw. $7,50 \pm 4,06$ Grad. **Schlussfolgerung:** Die Verwendung eines kombinierten statischen und dynamischen CAIS bot eine signifikant höhere Genauigkeit als die beiden Methoden allein und die Freihandchirurgie für die Einzelimplantation.

Zhang Y, Tian J, Wei D, Di P, Lin Y.

Quantitative clinical adjustment analysis of posterior single implant crown in a chairside digital workflow: A randomized controlled trial.

Clin Oral Implants Res. 2019 Nov;30(11):1059-1066.

(»Quantitative Analyse der Anpassungszeit von Seitenzahnkronen auf Einzelzahn­implantaten in einem digitalen Workflow am Zahnarztstuhl.«)

Das Ziel der RCT war der Vergleich der klinischen Anpassung einer implantatgetragenen Einzelkrone im Seitenzahn­bereich nach einem digitalen Chairside-Workflow (Test) und einem digitalen Hybrid-Workflow (Kontrolle). Dazu wurden 33 Probanden nach dem Zufallsprinzip der Testgruppe (n=17) oder

der Kontrollgruppe (n=16) zugewiesen. Die Probanden der Testgruppe wurden mit monolithischen Lithiumdisilikat-Kronen versorgt und die Kontrollen erhielten CAD/CAM-gefertigte und keramikverblendete Zirkonoxid-Suprakonstruktionen. Die mediane maximale vertikale Anpassung der Suprastrukturen lag mit 237 ± 112 Mikrometer signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe mit 485 ± 195 Mikrometer. Auch die mediane Herstellungszeit war mit 92,3/113,7 Minuten in der Testgruppe signifikant geringer als in der Kontrollgruppe mit 146,3/676,3 Minuten.



Ahmed KS, Ibad H, Suchal ZA, Gosain AK. *Implementation of 3D Printing and Computer-Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM) in Craniofacial Reconstruction.*

J Craniofac Surg. 2022 Sep 1;33(6):1714-1719.

(»Die Implementierung des 3D-Drucks und des Computer-Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM) in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie.«)

Die vorliegende Übersichtsarbeit wurde mit der Zielsetzung durchgeführt, den Fortschritt des 3D-Drucks zur Herstellung individueller, patientenspezifischer Rekonstruktionen, die aktuellen Trends bei der Implementierung des 3D-Drucks und von CAD/CAM-Verfahren in der MKG-Chirurgie zu untersuchen. Zu diesem Zweck erfolgte eine systematische Literaturrecherche in den elektronischen Datenbanken Pubmed, Embase, Cochrane Library und Proquest. 49 Artikel mit insgesamt 745 Probanden wurden in die Analyse einbezogen. Titan (13 Studien) und Polycaprolacton (sechs Studien) waren die am häufigsten untersuchten 3D-gedruckten Materialien, während Farbstrahlendruck (zwölf Studien) und Stereolithografie (elf Studien) die häufigsten Techniken waren. Alle Studien, in denen Implantate aus dem 3D-Druck mit denen aus konventionellen Verfahren ver-

glichen wurden, zeigten eine signifikant bessere Prognose und eine Verringerung der Operations- und der postoperativen Verweildauer sowie der postoperativen Komplikationen.

Albanchez-González MI, Brinkmann JC, Peláez-Rico J, López-Suárez C, Rodríguez-Alonso V, Suárez-García MJ.

Accuracy of Digital Dental Implants Impression Taking with Intraoral Scanners Compared with Conventional Impression Techniques: A Systematic Review of In Vitro Studies.

Int J Environ Res Public Health. 2022 Feb 11;19(4):2026.

(»Die Genauigkeit der digitalen Implantatabformung mittels Intraoralscannern im Vergleich zu konventionellen Abformtechniken: Ein systematischer Review von In vitro-Studien.«)

Um die Genauigkeit digitaler Abformungen mittels Intraoralscannern und der von konventionellen Abformverfahren in vitro zu untersuchen, erfolgte eine systematische elektronische Suche in den Datenbanken Pubmed, Web of Science und Scopus zu entsprechenden In vitro-Untersuchungen. 14 Studien simulierten eine Vollbezahnung (CE), neun eine Teilbezahnung (PE) und nur zwei simulierten ein Einzelimplantat (SI). Eine Studie simulierte sowohl CE als auch SI. Bei PE und SI wurde in den meisten der analysierten Studien eine größere Genauigkeit bei der konventionellen Abformung festgestellt, obwohl auch die digitale Abformung als angemessen angesehen wurde. Bei CE waren die Ergebnisse nicht eindeutig, da sechs Studien eine höhere Genauigkeit bei digitaler Abformung, fünf Studien eine bessere Genauigkeit bei konventioneller Abformung und vier Studien keine Unterschiede feststellten.

Bover-Ramos F, Viña-Almunia J, Cervera-Ballester J, Peñarrocha-Diogo M, García-Mira B.

Accuracy of Implant Placement with Computer-Guided Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Cadaver, Clinical, and In Vitro Studies.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2018 January/February;33(1):101-115.

(»Die Genauigkeit der Implantatinsertion mittels computergestützter Chirurgie: Ein vergleichender systematischer Review und eine Metaanalyse zu Kadaver-, klinischen und In vitro-Studien.«)

Um die Genauigkeit der Implantatinsertion mittels computergestützter Chirurgie zu analysieren und die virtuelle Behandlungsplanung sowie das Ergebnis in Abhängigkeit vom Studientyp zu vergleichen, wurde eine Literaturrecherche in der Datenbank Pubmed durchgeführt. Es wurden die koronale und apikale Abweichung, die Winkelabweichung und die vertikale Abweichung zwischen der geplanten und der klinischen Implantatposition analysiert. Insgesamt wurden 186 Artikel gesichtet, von denen 34 die Einschlusskriterien erfüllten. Informationen zu 3.033 Implantaten aus acht In vitro-Studien (543 Implantate), vier Kadaverstudien (246 Implantate) und 22 klinischen Studien (2.244 Implantate) standen für die Auswertung zur Verfügung. Bei der vollnavigierten Implantatinsertion wurden in den In vitro-Studien im Vergleich zu den klinischen Studien und den Kadaverstudien eine signifikant geringere horizontale apikale Abweichung und Winkelabweichung beobachtet. Keine statistisch signifikanten Unterschiede konnten zwischen dem Studientyp und der apikalen koronalen oder vertikalen Abweichung beobachtet werden. Im Vergleich zur teilnavigierten Chirurgie zeigte die vollgeführte Implantatchirurgie in den Kadaverstudien eine signifikant geringere horizontale koronale Abweichung, in den klinischen Studien eine signifikant geringere horizontale apikale Abweichung und sowohl in den klinischen als auch in den Kadaverstudien eine signifikant geringere Winkelabweichung.

Schlussfolgerung: Die Genauigkeit der Implantatinsertion war in klinischen Studien und Kadaverstudien im Vergleich zu In vitro-Studien geringer, insbesondere was die horizontale apikale Abweichung und die Winkelabweichung betrifft. Bei der vollnavigierten Implantation wurde eine höhere Genauigkeit erzielt als bei der teilnavigierten Implantatinsertion.

Carneiro Pereira AL, Souza Curinga MR, Melo Segundo HV, da Fonte Porto Carreiro A.

Factors that influence the accuracy of intraoral scanning of total edentulous arches rehabilitated with multiple implants: A systematic review.

J Prosthet Dent. 2023 Jun;129(6):855-862.

(»Einflussfaktoren auf die Genauigkeit des Scans zahnloser Kiefer vor Versorgung mit einer großen Anzahl Implantate: Ein systematischer Review.«)

Die Genauigkeit digitaler Scans des zahnlosen Kiefers scheint noch immer eingeschränkt zu sein. Das Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war daher die Untersuchung der Faktoren, welche die Genauigkeit des Intraoralscans bei zahnlosen Patienten beeinflussen können. Zu diesem Zweck erfolgte eine elektronische Suche in den Datenbanken Medline, Cochrane Library und Scopus und Web of Science. Aus insgesamt 11.498 Studien wurden zwölf Studien (zehn In vitro- und zwei In vivo-Studien) in die Analyse einbezogen. Die Leistung von Intraoralscannern wird durch den Scanner selber, die Technik des Intraoralscans, die Umgebungsbedingungen und das Material des Scankörpers beeinflusst. So konnten bei den Scannern Carestream Dental und Trios sowie 3Shape die besten Ergebnisse beobachtet werden. Die Einhaltung von Scanpfaden zwischen den Scankörpern, Temperaturen zwischen 20 bis 21 Grad Celsius, ein Luftdruck zwischen 750 bis 760 \pm 5 mm Hg, eine Luftfeuchtigkeit von maximal 45 %, ein Winkel bis zu 15 Grad und ein Abstand zwischen den Implantaten von 16,0 bis 22,0 mm sowie Scankörper aus PEEK führten zu einer höheren Genauigkeit bei der Abformung.

Carneiro Pereira AL, Medeiros VR, da Fonte Porto Carreiro A.

Influence of implant position on the accuracy of intraoral scanning in fully edentulous arches: A systematic review.

J Prosthet Dent. 2021 Dec;126(6):749-755.

(»Der Einfluss der Implantatposition auf die Genauigkeit von Intraoralscans des zahnlosen Kiefers: Ein systematischer Review.«)

Um die Auswirkung nicht parallel inserierter, benachbarter Implantate auf die Genauigkeit von Intraoralscans im Vergleich zu konventionellen Abformungen zu ermitteln, erfolgte eine Suche in den elektronischen Literaturdatenbanken Pubmed, Scopus, Web of Science und Cochrane Library. Acht In vitro-Studien erfüllten die Einschlusskriterien. Fünf Publikationen zeigten geringere lineare Abweichungen und Winkelabweichungen für die digitalen Scans im Vergleich zur konventionellen Technik. Zwei Studien zeigten im Gegensatz dazu, dass der digitale Scan höhere lineare Verzerrungen und höhere Winkelabweichungen aufwies. Nur in einer Studie wurden keine Unterschiede zwischen den beiden Abformverfahren festgestellt.

Schlussfolgerung: Digitale Intraoralscans sind eine zuverlässige Abformmethode. Insbesondere bei einer Winkelabweichung > 15 Grad sind jedoch stärkere Abweichungen zwischen der klinischen Situation und dem Scan festzustellen.

Carosi P, Lorenzi C, Lio F, Cardelli P, Pinto A, Laureti A, Pozzi A.

Accuracy of Computer-Assisted Flapless Implant Placement by Means of Mucosa-Supported Templates in Complete-Arch Restorations: A Systematic Review.

Materials (Basel). 2022 Feb 16;15(4):1462.

(»Die Genauigkeit der computergestützten lappenlosen Implantatinserktion im zahnlosen Kiefer mittels schleimhautgelagerter Bohrschablonen: Ein systematischer Review.«)

Das Ziel dieser Studie war die Untersuchung koronaler und apikaler Abweichungen sowie Winkelabweichungen zwischen der geplanten und der tatsächlichen Implantatposition nach lappenloser Insertion mittels schleimhautgelagerter Bohrschablonen im zahnlosen Kiefer. Anhand der elektronischen und manuellen Literaturrecherche wurden 13 Studien mit 277 zahnlosen Patienten und 1.556 Implantaten identifiziert. Die

mittlere Winkelabweichung betrug 3,42 Grad, die mittlere lineare Abweichung lag koronal bei 1,23 mm und apikal bei 1,46 mm. Es wurden keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen den linearen Abweichungen und den Winkelabweichungen festgestellt. Zwischen den beiden linearen Abweichungen wurde eine statistisch signifikante Korrelation festgestellt. Trotz potenzieller Fehlerquellen kann die computergestützte lappenlose Implantatinserktion mithilfe von schleimhautgetragenen Bohrschablonen bei der Versorgung zahnloser Patienten als zuverlässige und vorher-sagbare Behandlungsoption betrachtet werden.

Dioguardi M, Spirito F, Quarta C, Sovareto D, Basile E, Ballini A, Caloro GA, Troiano G, Lo Muzio L, Mastrangelo F.
Guided Dental Implant Surgery: Systematic Review.

J Clin Med. 2023 Feb 13;12(4):1490.

(»Geführte Implantatchirurgie: Ein systematischer Review.«)

Eine entscheidende Rolle spielt im Rahmen der implantatprothetischen Versorgung die Diagnose- und Behandlungsplanungsphase, in der die anatomischen und prothetischen Voraussetzungen im Bereich des Alveolarknochens berücksichtigt werden müssen. Die Parameter wie Knochenqualität, Knochenvolumen und anatomische Besonderheiten können mit einer Implantat-Planungssoftware simuliert werden. Die Simulation der virtuellen Positionierung des Implantats ermöglicht die Konstruktion einer dreidimensionalen Implantat-Positionierungsschablone, die für die Implantatchirurgie verwendet werden kann. Ziel dieser systematischen Übersichtsarbeit war die Ermittlung der Überlebensraten, der frühen und späten Misserfolgsraten, der Remodellierung des periimplantären Knochens und möglicher implantatprothetischer Komplikationen nach geführter Implantatinserktion. Mittels einer Literaturrecherche in den Datenbanken Scopus, Pubmed und Cochrane Library. Nur neun von insgesamt 2.001 Publikationen wurden in die Analyse einbezogen. Aus den ausgewählten Studien geht hervor, dass die Überlebensraten von Implantaten, die

mithilfe der geführten Implantatchirurgie eingesetzt werden, hoch sind.

Etemad-Shahidi Y, Qallandar OB, Evenden J, Alifui-Segbaya F, Ahmed KE. **Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models: A Systematic Review.**

J Clin Med. 2020 Oct 20;9(10):3357.

(»Die Genauigkeit dreidimensionaler gedruckter Ganzkiefermodelle: Ein systematischer Review.«)

Der Einsatz gedruckter Modelle durch additive Verfahren hat in der Zahnmedizin stark zugenommen. Daher war das Ziel dieser Übersichtsarbeit die Untersuchung der Genauigkeit von additiv gefertigten Dentalmodellen zur Darstellung des gesamten Kiefers. Zu diesem Zweck erfolgte eine Literaturrecherche in sieben Datenbanken. 28 Publikationen wurden in die Analyse aufgenommen. Eine Metaanalyse war aufgrund der Heterogenität der Studien nicht möglich. Die Stereolithografie (SLA) war die am häufigsten untersuchte Technologie gefolgt von der digitalen Lichtverarbeitung (DLP). Die Genauigkeit der 3D-gedruckten Modelle schwankte stark zwischen $< 100,0$ und $> 500,0$ Mikrometer, wobei die meisten Modelle eine klinisch akzeptable Genauigkeit aufwiesen. Die kleinsten (3,3 Mikrometer) und größten (579,0 Mikrometer) mittleren Fehler wurden von SLA-Druckern produziert. Bei den DLP-Druckern produzierten sechs von acht der untersuchten Drucker Modelle mit einer Genauigkeit von $< 100,0$ Mikrometern. Die Herstellungsparameter, einschließlich Schichtdicke, Basisdesign, Nachbearbeitung und Lagerung, beeinflussten die Genauigkeit des Modells erheblich. In der Mehrheit der Studien wurde der Einsatz von 3D-Modellen empfohlen. Dennoch sind Modelle, die für kieferorthopädische Zwecke als klinisch akzeptabel gelten, nicht unbedingt für den prothetischen Arbeitsablauf oder für Anwendungen, die eine hohe Genauigkeit erfordern, geeignet.

García-Gil I, Cortés-Bretón-Brinkmann J, Jiménez-García J, Peláez-Rico J, Suárez-García MJ.

Precision and practical usefulness of intraoral scanners in implant dentistry: A systematic literature review.

J Clin Exp Dent. 2020 Aug 1;12(8):e784-e793.

(»Die Präzision und der praktische Zusatznutzen von Intraoralscannern in der dentalen Implantologie: Ein systematischer Literaturreview.«)

Um die Effizienz und die Genauigkeit digitaler Abformtechniken für implantatgetragene Versorgungen zu bewerten und ihre wirtschaftliche Machbarkeit zu beurteilen, erfolgte eine unabhängige elektronische Recherche in den Datenbanken Pubmed/Medline, Cochrane Library und Lilacs, die durch eine manuelle Suche ergänzt wurde. Alle Studientypen (in vivo und in vitro) wurden in die systematische Überprüfung einbezogen. 27 Studien (acht In vivo- und 19 In vitro-Studien) erfüllten die Einschlusskriterien. Aufgrund der großen Heterogenität der Studienprotokolle konnte keine Metaanalyse durchgeführt werden. Der Passive fit der Suprakonstruktionen zeigte ähnliche Ergebnisse bei digitalen und konventionellen Abformtechniken. In den Studien wurde davon ausgegangen, dass mehrere Faktoren die Genauigkeit der Implantatabformung beeinflussen: der Abstand und die Angulation zwischen den Implantaten, die Insertionstiefe, der Scannertyp, die Scanstrategie und die Eigenschaften des Scankörpers sowie die Anwendererfahrung. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit von intraoralen Scansystemen berichtete nur eine Studie über einen Vorteil der Scanner gegenüber konventionellen Techniken.

Gargallo-Albiol J, Barootchi S, Marqués-Guasch J, Wang HL.

Fully Guided Versus Half-Guided and Freehand Implant Placement: Systematic Review and Meta-analysis.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2020 Nov/Dec;35(6):1159-1169.

(»Voll navigierte versus halb navigierte oder freihändige Implantatinsertion. Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Um die Genauigkeit der Implantatlage nach statischer voll- oder halb geführter oder freihändiger Implantatinsertion zu

ermitteln, wurde eine elektronische und manuelle systematische Literaturrecherche durchgeführt. Die zehn RCTs, die in die Metaanalyse einbezogen wurden, zeigten folgende Ergebnisse: 1) signifikant höhere mittlere Genauigkeit der koronalen Abweichung bei vollnavigierter Implantatinsertion im Vergleich zur teilnavigierten (-0,51 mm) und freihändigen Implantatinsertion (-1,18 mm); 2) signifikant höhere Genauigkeit bei der apikalen Abweichung bei der vollnavigierten gegenüber der teilnavigierten Implantatinsertion (-0,75 mm); 3) keine signifikanten Unterschiede zwischen den voll- und teilgeführten Techniken (-0,23 mm) und kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der vollgeführten und der freihändigen Technik (-0,17 mm); 4) signifikant geringere apikale Winkelabweichung bei der vollgeführten im Vergleich zur teilgeführten Implantatinsertion (-3,63 Grad); 5) der Vergleich der Behandlungszeit wies keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Verfahren auf. **Schlussfolgerung:** Die statische vollnavigierte Implantatinsertion weist die höchste Genauigkeit bei der Übertragung der präoperativen Planung auf die klinische Situation am Patienten auf, gefolgt von der statischen teilgeführten Chirurgie, während die freihändige Implantatinsertion die geringste Genauigkeit aufweist.

Graf T, Keul C, Wismeijer D, Güth JF.

Time and costs related to computer-assisted versus non-computer-assisted implant planning and surgery. A systematic review.

Clin Oral Implants Res. 2021 Oct;32 Suppl 21(Suppl 21):303-317.

(»Zeit- und Kostenaspekte bei der computergestützten versus der nicht-computergestützten Implantatplanung und Implantatchirurgie: Ein systematischer Review.«)

Um Unterschiede bei den Zeit- und Kostenaspekten zwischen der computergestützten und nicht computergestützten Implantatplanung und Implantatinsertion zu untersuchen, erfolgte eine elektronische Suche in den Datenbanken Pubmed, Central, Embase und Cochrane, die mit einer manuellen

Suche ergänzt wurde. Von den 1.354 Publikationen erfüllten vier RCT mit 182 zahnlosen oder teilbezahnten Patienten und 416 Implantaten die Einschlusskriterien. Der Zeit- und Kostenaufwand des computergestützten Workflows für die Implantatplanung und -chirurgie ist höher ist als bei konventionellen Verfahren. Der Zeitaufwand für die Verfahren scheint dabei der treibende Faktor bei den wirtschaftlichen Überlegungen zu sein.

Joda T, Derksen W, Wittneben JG, Kuehl S. *Static computer-aided implant surgery (s-CAIS) analysing patient-reported outcome measures (PROMs), economics and surgical complications: A systematic review.*

Clin Oral Implants Res. 2018 Oct; 29 Suppl 16:359-373.

(»Patientenbezogene Ergebnisse (PROMs), ökonomische Aspekte und chirurgische Komplikationen nach statischer, computergestützter Implantatchirurgie (sCAIS): Ein systematischer Review.«)

Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war die Untersuchung der patientenbezogenen Ergebnisse (PROMs), der wirtschaftlichen Aspekte und möglicher Komplikationen bei der statischen computergestützten Implantatchirurgie (sCAIS). Zu diesem Zweck wurde eine Recherche in den elektronischen Datenbanken Medline, Embase und Central durchgeführt und mit einer manuellen Suche ergänzt. 14 Studien mit 484 Patienten und 2.510 Implantaten wurden in die Analyse einbezogen. Aufgrund der Heterogenität der eingeschlossenen Studien konnte keine Metaanalyse durchgeführt werden. Wissenschaftlich belegte Empfehlungen für den routinemäßigen Einsatz der sCAIS können derzeit aufgrund der geringen Evidenz nicht gegeben werden. Klinische Komplikationen scheinen jedoch bei sCAIS vernachlässigbar gering und mit der konventionellen Implantatchirurgie vergleichbar zu sein. sCAIS könnte eine vorteilhafte Behandlungsoption bei zahnlosen Patienten sein, wenn ein lappenloses Verfahren durchgeführt werden soll. Die wirtschaftlichen Auswirkungen in Bezug auf die Zeiteffizienz und die

Behandlungskosten sind jedoch derzeit noch unklar.

Jorba-García A, González-Barnadas A, Camps-Font O, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E.

Accuracy assessment of dynamic computer-aided implant placement: a systematic review and meta-analysis.

Clin Oral Investig. 2021 May;25(5): 2479-2494.

(»Die Genauigkeit der dynamischen computergestützten Implantatinser-tion: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Um die Genauigkeit der dynamischen computergestützten Implantatinser-tion (dCAIS) mit der Genauigkeit der statischen Implantatchirurgie (sCAIS) und der Freihandimplantation zu vergleichen, wurde eine elektronische Datenbanksuche durchgeführt. 24 Studien mit neun verschiedenen dynamischen Navigationssystemen standen für die Analyse zur Verfügung. In klinischen Studien betrug die Winkel- und 3D-Abweichung 3,68 Grad und 1,03 mm, während in In vitro-Studien eine niedrigere Winkelabweichungen von 2,01 Grad und eine 3D-Abweichung von 0,46 mm ermittelt wurden. Zwischen den verschiedenen dCAIS-Systemen wurden keine signifikanten Genauigkeitsunterschiede festgestellt. Diese Systeme waren signifikant genauer als sCAIS-Systeme und die Freihandimplantation.

Schlussfolgerung: Die Autoren empfehlen trotz der hohen Genauigkeit der dCAIS-Systeme einen Sicherheitsabstand von 2,0 mm einzuhalten, da Abweichungen von mehr als 1,0 mm beobachtet wurden.

Kong L, Li Y, Liu Z.

Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of in vivo studies.

Clin Oral Investig. 2022 Sep;26(9): 5625-5642.

(»Lineare und 3D-Genauigkeit nach digitaler oder konventioneller Abformung: Ein systematischer Review.«)

Um die Genauigkeit digitaler und konventioneller Abformungen des vollbezahnten Kiefers zu vergleichen, wurden elektronische und manuelle Literaturrecherchen durchgeführt, anhand welcher 22 Studien identifiziert werden konnten. 13 Studien wurden in eine Metaanalyse aufgenommen. Zwischen den beiden Methoden konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf lineare Parameter festgestellt werden. Im 3D-Bereich lagen beide Abformmethoden unterhalb eines Fehlers von 0,1 mm. **Schlussfolgerung:** Digitale und konventionelle Abformungen des vollbezahnten Kiefers weisen eine ähnlich hohe Präzision auf und unterscheiden sich in ihrer Genauigkeit kaum voneinander.

Kunzendorf B, Naujokat H, Wiltfang J. *Indications for 3-D diagnostics and navigation in dental implantology with the focus on radiation exposure: a systematic review.*

Int J Implant Dent. 2021 May 27;7(1):52.

(»Indikationen für eine 3D-Diagnostik und Navigation in der dentalen Implantologie unter Berücksichtigung der Strahlenbelastung.«)

Die vorliegende Übersichtsarbeit wurde durchgeführt, um folgende Fragestellungen zu beantworten: 1) Was sind die Vor- und Nachteile der 2D- gegenüber der 3D-Bildgebung in der dentalen Implantologie? 2) Was sind die Vor- und Nachteile der Freihand-Implantation im Vergleich zur navigierten Implantatinser-tion? Anhand einer Recherche in den Datenbanken Pubmed, Embase, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) Online und Cochrane Library konnten insgesamt 70 Studien zu diesen Fragestellungen ermittelt werden. Die 3D-Bildgebung weist eine gute Bildqualität auf und ermöglicht eine verzerrungsfreie Beurteilung des Implantat-lagers. Sie ist jedoch auch mit höheren Kosten und einer höheren Strahlenbelastung verbunden. Die dynamische und die statische Navigation sind in ihrer Genauigkeit gleichwertig und im Vergleich zur Freihandmethode genauer. Innerhalb der ersten fünf Jahre konnte für keine der Methoden ein Vorteil in Bezug auf die

Implantatüberlebensraten nachgewiesen werden.

Schlussfolgerung: Eine Panoramaröntgenaufnahme (OPG) mit einem Referenzkörper liefert oft eine ausreichende Bildgebung und ist als primäre Methode für die 2D-Bildgebung zu empfehlen. Ist eine 3D-Bildgebung erforderlich, sollte eine Digitale Volumentomografie (DVT) mit einem Niedrigdosisprotokoll verwendet werden. Bei besonders komplexen Fällen sollte eine Navigationsunterstützung in Betracht gezogen werden. Welche Führungstechnik für die Implantation verwendet wird, sollte individuell entschieden werden. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit der dreidimensionalen Bildgebung sollte auch das Bewusstsein für die Strahlenbelastung steigen.

Mai HN, Dam VV, Lee DH.

Accuracy of Augmented Reality-Assisted Navigation in Dental Implant Surgery: Systematic Review and Meta-analysis.

J Med Internet Res. 2023 Jan 4;25:e42040.

(»Die Genauigkeit einer navigierten Implantatinsertion mittels Augmented Reality: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Die immersive chirurgischen 3D-Augmented-Reality-Navigation (AR) ermöglicht es Chirurgen, sich direkt auf das chirurgische Ziel zu konzentrieren, ohne auf einen separaten Monitor schauen zu müssen. Um die Genauigkeit der mittels AR-Navigation durchgeführten Implantatinsertion mit der Freihandmethode (FH), der schablonengeführten statischen Führung (TG) und der konventionellen Navigation (CN) zu vergleichen, wurde eine Literaturrecherche in den Datenbanken Pubmed, Scopus, Science Direct, Cochrane Library und Google Scholar durchgeführt. Von den insgesamt eingeschlossenen Studien erfolgte mit acht Artikeln eine einarmige und mit vier Artikeln eine zweiarmige Metaanalyse. Die mittleren lateralen und globalen Abweichungen sowie die mittleren Tiefen- und Winkelabweichungen der Implantate nach AR-Insertion 0,90 mm, 1,18 mm, 0,78 mm und 3,96 Grad und waren signifikant niedriger bei der FH und der CN-Methode

und lagen innerhalb der Sicherheitszone. Die Genauigkeit der AR-Navigation und der TG-Methode waren vergleichbar gut.

Schlussfolgerung: Diese Übersichtsarbeit zeigt, dass der Einsatz der AR-Navigation eine effektive und sichere Methode für die Implantatinsertion darstellt.

Meglioli M, Naveau A, Macaluso GM, Catros S.

3D printed bone models in oral and cranio-maxillofacial surgery: a systematic review.

3D Print Med. 2020 Oct 20;6(1):30.

(»3D-gedruckte Modelle des Kieferknochens in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie: Ein systematischer Review.«)

Um die Genauigkeit der Reproduktion von knöchernen Modellen anhand röntgenologischer Daten des Mund-, Kiefer-, Gesichtsbereichs zu analysieren und ihren Einsatz im Rahmen der Ausbildung, der Simulation und/oder Planung von Eingriffen in der MKG-Chirurgie zu untersuchen, erfolgte eine systematische Suche in den Datenbanken Pubmed und Scopus. Die 69 einbezogenen Studien ergaben, dass 3D-gedruckte Modelle hauptsächlich als Trainings- oder Simulationsmodelle für die Tumorentfernung oder die Knochenrekonstruktion verwendet werden. Materialstrahl-Drucker zeigten die beste Leistung, aber auch die höchsten Kosten. Mittels Stereolithografie-, Lasersinter- und Binder-Jetting-Druckern konnten genaue Modelle hergestellt werden. Die preiswerteren Fused Deposition Modeling-Drucker lieferten zufriedenstellende Ergebnisse für die Erstellung von Trainingsmodellen.

Schlussfolgerung: Angesichts der großen Vielfalt an Software, Drucktechnologien und Materialien sollte das klinische Team in einen 3D-Drucker investieren, der speziell auf die endgültige Anwendung abgestimmt ist.

Németh A, Vitai V, Czumbel ML, Szabó B, Varga G, Kerémi B, Hegyi P, Hermann P, Borbély J.

Clear guidance to select the most accurate technologies for 3D printing dental models - A network meta-analysis.

J Dent. 2023 Jul;134:104532.

(»Anleitung zur Auswahl der genauesten Technologie zur Herstellung 3D-gedruckter Dentalmodelle - eine Netzwerk-Metaanalyse.«)

Das Ziel der vorliegenden Netzwerk-Metaanalyse war die Genauigkeit von 3D-gedruckten Kiefermodellen im Vergleich zu digitalen Referenzmodellen zu bestimmen. Anhand einer systematischen Literaturrecherche wurden elf Studien als geeignet eingestuft und in die Analyse einbezogen. Sieben Drucktechnologien wurden analysiert: Stereolithografie (SLA), Digital Light Processing (DLP), Fused Deposition Modeling/ Fused Filament Fabrication (FDM/FFF), MultiJet- und PolyJet-Druck, Continuous Liquid Interface Production (CLIP) und LCD-Technologie. Die SLA-, DLP- und PolyJet-Technologien waren bei der Erstellung von 3D-Modellen des gesamten Kiefers am genauesten und somit für den Einsatz in der Implantatprothetik besser geeignet als die FDM/FFF-, CLIP- und LCD-Technologien.

Pellegrino G, Ferri A, Del Fabbro M, Prati C, Gandolfi MG, Marchetti C.

Dynamic Navigation in Implant Dentistry: A Systematic Review and Meta-analysis.

Int J Oral Maxillofac Implants. 2021 Sep-Oct;36(5):e121-e140.

(»Dynamische Navigation in der dentalen Implantologie: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Um die Genauigkeit der Implantatinsertion, die Häufigkeit intraoperativer Komplikationen und Implantatverluste nach dynamischer Navigation zu untersuchen und mit der statischen computergestützten Chirurgie und dem Freihandverfahren zu vergleichen, erfolgten elektronische und manuelle Literaturrecherchen. Von den insgesamt 32 Studien untersuchten 29 Studien die Genauigkeit (2.756 Implantate) sowie zehn Studien Komplikationen und Implantatverluste (1.039 Implantate). Die gepoolten mittleren Implantatinsertionsfehler betragen koronal 0,81 mm und 0,91 mm apikal. Die gepoolten mittleren vertikalen Abweichungen und

Winkelabweichungen betragen 0,899 mm und 3,807 Grad. Bei der dynamischen Navigation wurden im Vergleich zur Freihandtechnik signifikant geringere Fehler bei der Implantatinsertion und ähnliche Genauigkeitswerte wie bei der statischen Technik beobachtet. Die gepoolte Fehlerquote betrug 1,0 %.

Putra RH, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. *The accuracy of implant placement with computer-guided surgery in partially edentulous patients and possible influencing factors: A systematic review and meta-analysis.*

J Prosthodont Res. 2022 Jan 11;66(1):29-39.

(»Die Genauigkeit einer Implantatinsertion mittels computergestützter Chirurgie und potenzielle Einflussvariablen bei der Versorgung teilbezahnter Patienten: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

Das Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war die Untersuchung der Genauigkeit der computergestützten Implantatchirurgie bei teilbezahnten Patienten und die Ermittlung potenzieller Einflussfaktoren. Anhand einer elektronischen Suche in den Datenbanken Pubmed und Central und einer manuellen Suche wurden 18 Studien mit 1.317 Implantaten und 642 teilbezahnten Patienten identifiziert und in die Analyse aufgenommen. Acht Studien waren für die Durchführung einer Metaanalyse geeignet. Die vollnavigierte Implantatchirurgie zeigte im Vergleich zur Pilotbohrer-geführten Chirurgie eine statistisch höhere Genauigkeit bei der koronale und apikalen Abweichung. Eine statistisch signifikant größere koronale Abweichung wurde bei der Implantatinsertion in Frendlücken im Vergleich zu Schalltücken festgestellt. Eine signifikant geringere Winkelabweichung wurde bei CAD/CAM-gefertigten Bohrschablonen im Vergleich zu konventionellen Bohrschablonen festgestellt.

Romandini M, Ruales-Carrera E, Sadilina S, Hämmerle CHF, Sanz M.

Minimal invasiveness at dental im-

plant placement: A systematic review with meta-analyses on flapless fully guided surgery.

Periodontol 2000. 2023 Feb;91(1):89-112.

(»Minimalinvasivität bei der Implantatinsertion: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse zur lappenlosen vollnavigierten Chirurgie.«)

Das Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war die Untersuchung, ob die minimalinvasive lappenlose computergestützte dynamische/statische vollnavigierte Implantatinsertion (dCAIP/sCAIP) der lappenlosen konventionellen freihändigen Implantatinsertion (FHIP) oder der teilnavigierten Implantatinsertion (dPGIP) in Bezug auf die Wirksamkeit, die Patientenmorbidity, die Langzeitprognose und die Kosten überlegen ist. Anhand einer elektronischen Literaturrecherche konnten insgesamt zehn Studien mit 124 Teilnehmern und 449 Implantaten identifiziert werden. Anhand der Metaanalyse wurde eine geringere Tiefenabweichung, Winkelabweichung sowie koronale, apikale und 3D-Abweichungen bei der sCAIP als bei FHIP/cPGIP mit Lappenbildung festgestellt. Postoperative Schmerzen, Schwellungen, intraoperative Missempfindungen und die Operationsdauer waren beim lappenlosen Vorgehen ebenfalls geringer als bei der FHIP/cPGIP mit Lappenbildung. Obwohl die lappenlose sCAIP genauer war als die FHIP/cPGIP mit Lappenbildung, kam es dennoch zu Abweichungen von der geplanten vertikalen, koronalen und apikalen Position von 0,76 mm/1,43 mm/1,68 mm sowie einer Winkelabweichung von 2,57 Grad. Bei der lappenlosen sCAIP trat eine intraoperative Komplikationsrate von 12,0 % auf, sodass in 7,0 % der Fälle das Implantat nicht eingesetzt werden konnte.

Schlussfolgerung: Bislang steht der Nachweis für bessere Implantaterfolgsraten und eine höhere Genauigkeit und Kosteneffizienz der sCAIP noch aus. Wenn das Ziel darin besteht, minimalinvasiv vorzugehen, kann die lappenlose sCAIP in Betracht gezogen werden. Es wird jedoch empfohlen, eine angemessene Fallauswahl zu treffen und einen Sicherheitsabstand zu berücksichtigen.

Seo C, Juodzbalys G.

Accuracy of Guided Surgery via Stereolithographic Mucosa-Supported Surgical Guide in Implant Surgery for Edentulous Patient: a Systematic Review.

J Oral Maxillofac Res. 2018 Mar 31;9(1):e1.

(»Die Genauigkeit der geführten Implantatchirurgie mittels stereolithografischer, schleimhautgestützter Bohrschablonen bei der Versorgung zahnloser Patienten.«)

Das Ziel der vorliegenden Übersichtsarbeit war die Untersuchung der Genauigkeit der Implantatinsertion mit einer schleimhautgetragenen stereolithografischen Bohrschablone sowie der Faktoren, die die Genauigkeit beeinflussen können. Zu diesem Zweck wurde eine elektronische Literaturrecherche in den Datenbanken Pubmed und Embase durchgeführt. Sechs Publikationen mit 572 Implantaten und 93 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien. Die globale Abweichung lag apikal zwischen 0,67-2,19 mm und koronal zwischen 0,6-1,68 mm. Die Winkelabweichung zwischen 2,6-4,67 Grad.

Schlussfolgerung: Aus den meisten Studien geht eindeutig hervor, dass beim Einsatz schleimhautgetragener stereolithografischer Bohrschablonen eine Winkelabweichung von 4,67 Grad, eine apikale Abweichung von 2,19 mm und eine koronale Abweichung von 1,68 mm nicht überschritten werden. Die Genauigkeit kann durch die Knochen- und Schleimhautdicke, die chirurgische Technik, den Kiefer, die Rauchgewohnheiten und die Implantatlänge beeinflusst werden.

Sigcho López DA, García I, Da Silva Salomao G, Cruz Laganá D.

Potential Deviation Factors Affecting Stereolithographic Surgical Guides: A Systematic Review.

Implant Dent. 2019 Feb;28(1):68-73.

(»Potenzielle Einflussfaktoren auf die Genauigkeit stereolithografischer Bohrschablonen: Ein systematischer Review.«)

Um Einflussfaktoren auf die Genauigkeit der statischen computergesteuerten

Implantatinsertion zu ermitteln, erfolgte eine elektronische Suche in den Datenbanken Embase, Cochrane Library und Pubmed. 24 Artikel mit 2.767 Implantaten wurden in die Analyse einbezogen. Die Daten der analysierten Studien zeigten eine mittlere Winkelabweichung von 3,08 Grad. Koronal wurde eine mittlere Abweichung von 1,14 mm und apikal von 1,46 mm festgestellt. Die Einflussfaktoren für die Abweichung hingen mit der Planung, dem Labor und der chirurgischen Phase zusammen.

Schlussfolgerung: Bei der geführten Chirurgie kann die Präzision infolge verschiedener Einflussfaktoren eingeschränkt sein.

Siqueira R, Chen Z, Galli M, Saleh I, Wang HL, Chan HL.

Does a fully digital workflow improve the accuracy of computer-assisted implant surgery in partially edentulous patients? A systematic review of clinical trials.

Clin Implant Dent Relat Res. 2020 Dec;22(6):660-671.

(»Verbessert ein digitaler Workflow die Genauigkeit der computergestützten Implantatchirurgie bei teilbezahnten Patienten? Ein systematischer Review klinischer Studien.«)

Das Ziel der Untersuchung war der Genauigkeitsvergleich der vollständig geführten statischen computerunterstützten Implantatchirurgie (sCAIS) mit teil- und volldigitalisierten Arbeitsabläufen. Zu diesem Zweck erfolgte eine elektronische und manuelle Literaturrecherche, anhand welcher 13 Studien mit 669 Implantaten und 325 teilbezahnten Patienten identifiziert wurden, die mittels sCAIS behandelt worden waren. Die Metaanalyse ergab eine mittlere Winkelabweichung von 2,68 Grad, eine mittlere koronale Abweichung von 1,03 mm, eine mittlere apikale Abweichung von 1,33 mm und eine mittlere Tiefenabweichung von 0,59 mm. Es wurden nur minimale Unterschiede zwischen sCAIS und den anderen Verfahren festgestellt. Es wurden nur wenige Komplikationen beobachtet und die Überlebensraten lagen während einer Beobachtungszeit von zwölf bis 24 Monaten zwischen 97,8 % und 100,0 %.

Tallarico M, Czajkowska M, Cicciù M, Giardina F, Minciarelli A, Zadrożny Ł, Park CJ, Meloni SM.

Accuracy of surgical templates with and without metallic sleeves in case of partial arch restorations: A systematic review.

J Dent. 2021 Dec;115:103852.

(»Die Genauigkeit von Bohrschablonen mit oder ohne Metallhülsen bei der Versorgung teilbezahnter Patienten: Ein systematischer Review.«)

Das Ziel der systematischen Übersichtsarbeit war die Untersuchung, ob es Unterschiede in der dreidimensionalen Genauigkeit und der Überlebensrate von Implantaten gibt, die mit computergestützter Planung und Bohrschablonen mit oder ohne Metallhülsen gesetzt wurden. Anhand der Literaturrecherche konnten zwölf Artikel mit 614 Implantaten und 264 Patienten ermittelt werden (Schablonen mit Metallhülsen: 279 Implantate bei 136 Patienten; Schablonen ohne Metallhülsen: 335 Implantate bei 128 Patienten). Zwischen Bohrschablonen mit und ohne metallische Führungshülsen konnten Genauigkeitsunterschiede bei der Winkelabweichung (2,33 Grad/3,09 Grad), in vertikaler (0,62 mm/0,95 mm) und in horizontaler Richtung (0,62 mm/1,11 mm) festgestellt werden, die jedoch statistisch nicht signifikant waren. Hinsichtlich der Implantatüberlebensraten wurden ebenfalls keine Unterschiede festgestellt.

Tattan M, Chambrone L, González-Martín O, Avila-Ortiz G.

Static computer-aided, partially guided, and free-handed implant placement: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.

Clin Oral Implants Res. 2020 Oct;31(10):889-916.

(»Statische computergestützte, teilnavigierte oder freihändige Implantatinsertion: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse randomisierter kontrollierter Studien.«)

Um die Ergebnisse nach der statischen computergestützten Implantatinsertion (sCAIS) im Vergleich zur teilgeführten

(PGIP) und freihändigen (FHIP) Implantatinsertion zu analysieren, erfolgte eine systematische Literaturrecherche, anhand welcher 14 Artikel mit insgesamt zehn RCT ausgewählt wurden. Die Einjahresüberlebensrate war mit > 98,0 % hoch und unterschied sich nicht zwischen den Behandlungsgruppen. Ebenso wurden keine Unterschiede in Bezug auf die von den Patienten empfundenen intra- oder postoperativen Beschwerden festgestellt. Quantitative Analysen ergaben signifikant niedrigere mittlere Winkelabweichungen von 4,41 Grad sowie koronale und apikale Abweichungen von 0,65 mm/1,13 mm bei der sCAIS im Vergleich zur FHIP. sCAIS war nur in Bezug auf die Winkelabweichung mit 2,11 Grad der PGIP in der Genauigkeit signifikant unterlegen. Die PGIP zeigte signifikant höhere koronale und apikale Abweichungen als die sCAIS.

Schlussfolgerung: sCAIP ist im Vergleich zu PGIP und FHIP mit einer höheren Genauigkeit verbunden.

Wang F, Wang Q, Zhang J.

Role of Dynamic Navigation Systems in Enhancing the Accuracy of Implant Placement: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Studies.

J Oral Maxillofac Surg. 2021 Oct;79(10):2061-2070.

(»Der Einfluss der dynamischen Navigation auf die Genauigkeit der Implantatplatzierung: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse klinischer Studien.«)

Um den Einfluss dynamischer Navigationssysteme auf die Winkelabweichung sowie die koronale und apikale Abweichung zu untersuchen, erfolgte eine Literaturrecherche in den Datenbanken Pubmed, Scopus und Embase. Die Analyse der acht eingeschlossenen Studien ergab, dass die Abweichungen bei der dynamischen Navigation signifikant geringer waren als bei der Freihandmethode. Keine signifikanten Unterschiede wurden zwischen der dynamischen und der statischen Navigation ermittelt.

Wang X, Shujaat S, Shaheen E, Jacobs R. *Accuracy of desktop versus professional 3D printers for maxillofacial model production. A systematic review and meta-analysis.*

J Dent. 2021 Sep;112:103741.

(»Die Genauigkeit von Desktopdruckern versus professionellen Druckern zur Herstellung knöcherner Kiefermodelle. Ein systematischer Review und eine Metaanalyse.«)

In der vorliegenden Übersichtsarbeit wurde die Genauigkeit dreidimensionaler knöcherner Modelle des Kiefer- und Gesichtsbereichs ermittelt, die mit Desktop- oder professionellen 3D-Druckern erstellt wurden. Zu diesem Zweck wurde eine elektronische Literaturrecherche in den Datenbanken Pubmed, Embase, Web of Science und Cochrane Library durchgeführt. 20 Veröffentlichungen erfüllten die Einschlusskriterien. Die Kosten für Desktop-Drucker lagen zwischen 1.500 und 7.000 Dollar, haben eine Größe von 10×10×10 Zoll oder weniger und eine Mindestschichtdicke des Drucks von 100,0 Mikrometern. Professionelle Drucker hingegen kosten zwischen 20.000 und 200.000 Dollar, haben eine Größe von 12×12×12 Zoll oder mehr und eine Schichtdicke von weniger als 3,0 Mikrometern. Die Ergebnisse der Metaanalyse zeigten keinen signifikanten absoluten Mittelwertunterschied in der Druckgenauigkeit von Desktop- und professionellen Druckern. Unter den Drucktechnologien wiesen das Materialstrahlverfahren und das selektive Lasersintern die geringsten mittleren Abweichungen auf. Die größten Abweichungen wurden beim Fused Deposition Modeling beobachtet.

Schlussfolgerung: Es konnten keine signifikanten Genauigkeitsunterschiede bei der Herstellung von 3D-Modellen aus Desktop-Druckern oder professionellen Druckern ermittelt werden.

Yu X, Tao B, Wang F, Wu Y.

Accuracy assessment of dynamic navigation during implant placement: A systematic review and meta-analysis of clinical studies in the last 10 years.

J Dent. 2023 May 30:104567. [Epub ahead of print]

(»Die Genauigkeit einer dynamischen Navigation bei der Implantatplatzierung: Ein systematischer Review und eine Metaanalyse klinischer Studien der letzten zehn Jahre.«)

Um die Genauigkeit der dynamischen computergestützten Implantatchirurgie (dCAIS) und der statischen computergestützten Implantatchirurgie (sCAIS) sowie der freihändigen Implantatinsertion (FH) bei teilbezahnten oder zahnlosen Patienten miteinander zu vergleichen, erfolgte eine Recherche in den Literaturdatenbanken Pubmed, Embase, Central und China National Knowledge Infrastructure (CNKI). Die dynamische Navigation ist eine klinisch zuverlässige Methode für die Implantatinsertion. Bei der dCAIS wurde eine signifikant geringere Winkelabweichung im Vergleich zu sCAIS und FH beobachtet. Bei dCAIS und FH konnten die geringsten koronalen und apikalen Abweichungen festgestellt werden. Insgesamt ermöglichte die dCAIS eine höhere Genauigkeit im Vergleich zu sCAIS und FH.

Zhang YJ, Shi JY, Qian SJ, Qiao SC, Lai HC.

Accuracy of full-arch digital implant impressions taken using intraoral scanners and related variables: A systematic review.

Int J Oral Implantol (Berl). 2021 May 12;14(2):157-179.

(»Einflussfaktoren auf die Genauigkeit der Ganzkieferabformung mittels Intraoralscanner: Ein systematischer Review.«)

Das Ziel der Übersichtsarbeit war die Untersuchung der Genauigkeit des Intraoralscans bei der digitalen Abformung des gesamten Kiefers im Rahmen einer implantatprothetischen Therapie. Zu diesem Zweck wurden Literaturrecherchen in den Datenbanken Pubmed, Embase und der Cochrane Library durchgeführt. Aus den 30 in die Untersuchung einbezogenen Studien wurde ermittelt, dass Intraoralscanner für den klinischen Einsatz keine ausreichend genauen Resultate liefern können. Die Richtigkeit der digitalen Implantatabformungen lag zwischen 7,6 und 731,7 Mikrometern. Die Präzision lag zwischen 15,2 und 204,2 Mikrometern. Die Winkelabweichungen betragen zwischen 0,13 und 10,01 Grad. Unter Berücksichtigung von 100,0 Mikrometern und 0,4 Grad als klinisch akzeptable Abweichungswerte berichteten 18 Studien über Linear-/Distanz-/3D-Abweichungen von mehr als 100 µm und 0,4 Grad. Die Genauigkeit variierte stark mit dem Abstand zwischen den Implantaten, dem Typ des Scankörpers und des Intraoralscanners sowie der Erfahrung des Anwenders. ●

In der nächsten Ausgabe **pip** 5/2023: Seltene Erkrankungen und Implantatversorgung

Wollen Sie mehr zu einer bestimmten Arbeit wissen?

Nutzen Sie unseren Volltext-Service auf www.frag-pip.de, senden Sie ein Fax an **0 30 761 80-680** oder eine E-Mail an leser@frag-pip.de. Wir recherchieren die Gesamtkosten bei den einzelnen Verlagen bzw. Textservices, Sie erhalten eine Gesamtkostenübersicht und können über uns bestellen.

Für **pip**-Abonnenten sind Recherche, Handling und Versand der Texte kostenlos!