Nachgefragt: Digitale Implantologie

Die digitale Implantologie hat die zahnmedizinische Praxis nachhaltig verändert. Digitale Workflows ermöglichen heute eine präzisere Planung, effizientere Behandlungsabläufe und neue therapeutische Optionen. Doch welche Technologien haben sich im Praxisalltag bewährt, wo liegen ihre Grenzen und welche Entwicklungen prägen die Zukunft? Diesen Fragen ist das *Implantologie Journal* nachgegangen und hat Expertinnen und Experten um ihre Einschätzungen gebeten.

Katja Scheibe

Wie schnell entwickelt sich die digitale Implantologie weiter?

Die digitale Transformation in der Medizin nimmt stark an Fahrt auf, und während große Bereiche unseres dentalen Fachgebietes doch durch manuelle Tätigkeiten bestimmt werden, ist die Implantologie momentan sicher der Sektor, der am schnellsten und am stärksten von digitalen Prozessen verändert wird.

In Workflows integrierte digitale Verfahren werden zunehmend zum Bestandteil der gesamten Behandlungskette – von der Befunderhebung über die Planung und die chirurgische Umsetzung bis zur prothetischen Versorgung.

Die nun nahezu ubiquitär vorhandenen digitalisierten Patientendaten können in hoch entwickelte klinische Ökosysteme integriert werden und wahlweise mittels modernen statisch oder dynamisch unterstützten Verfahren am Patienten präzise umgesetzt werden. Dies ermöglicht auch eine deutlich besser vorhersagbare Umsetzung von Sofortversorgungskonzepten, die zurzeit weltweit schnell an Bedeutung gewinnen.

Neu hinzugekommen ist ein Entwicklungsschub, der in dieser Geschwindigkeit vor kurzer Zeit kaum prognostizierbar war: Robotikgestützte Implantatchirurgie drängt deutlich schneller in die klinische Anwendung als erwartet. Die robotische Unterstützung ermöglicht nicht nur eine reproduzierbare Präzision, sondern eröffnet minimalinvasive Behandlungsoptionen, die zuvor technisch oder anatomisch limitiert waren. Damit verschiebt sich der Fokus zunehmend von der reinen Genauigkeit der Implantatinsertion hin zu einem übergeordneten Qualitätsgewinn des gesamten Behandlungsergebnisses.

Parallel dazu übernimmt künstliche Intelligenz eine immer zentralere Rolle. KI-gestützte Systeme analysieren Bilddaten, optimieren Planungsprozesse, unterstützen die Risikoabschätzung, automatisieren Workflows und ermöglichen eine neue Form der klinischen Entscheidungsunterstützung. Moderne Cloud-Lösungen vernetzen diese Datenströme sicher und effizient, sodass digitale Workflows erstmals vollständig zusammenwachsen.

Die digitale Implantologie ist aus der Behandlungsstrategie der Gegenwart nicht mehr wegzudenken und wird kurz- bis mittelfristig zum „Standard of Care". Mit dem Einzug von Robotik und KI beginnt nun eine Phase, in der digitale Implantologie nicht nur präziser, sondern intelligenter, sicherer und therapeutisch wirksamer wird.

Dr. Kay Vietor
Zahnarzt für Implantologie und Oralchirurgie

Digitale Präzision für moderne Zahnmedizin

Digitale Technologien begleiten mich bereits seit meinem Studium an der Universität Mainz. Schon damals wurde deutlich, welches Potenzial diese Verfahren für eine präzisere Planung, effizientere Abläufe und einen höheren Patientenkomfort bieten. Heute sind digitale Techniken aus meinem Behandlungsalltag nicht mehr wegzudenken. Dies beginnt bei der dreidimensionalen Planung auf Basis von DVT-Daten. Die Herstellung von Bohrschablonen anhand gematchter Datensätze aus DVT und intraoralem Scan gehört in unserer Praxis zum Standard. Die Fertigung erfolgt vollständig im eigenen Haus. Moderne Kunststoffe für Bohrschablonen sind heute sterilisierbar und ermöglichen dadurch ein hygienisch einwandfreies Arbeiten. Auch in der prothetischen Versorgung erleichtern Intraoralscans meine tägliche Arbeit erheblich. Insbesondere die Möglichkeit, Scandaten gezielt zu korrigieren, stellt aus meiner Sicht einen wesentlichen Vorteil gegenüber der konventionellen Abformung dar. Nicht zuletzt empfinden viele Patientinnen und Patienten die klassische Abformung als den unangenehmsten Teil der zahnärztlichen Behandlung. Digitale Verfahren tragen somit nicht nur zu einer effizienten und präzisen Arbeitsweise bei, sondern verbessern auch den Patientenkomfort.

Infos zur Person

Dr. Christian Buhtz, MSc., MSc.
dentimedicum Hamburg

Aktuelle Entwicklungen und klinische Perspektiven

Infos zur Person

Die digitale Implantologie hat sich in den vergangenen Jahren zu einem vollständig computergestützten Behandlungskonzept entwickelt. Moderne Technologien ermöglichen heute eine durchgängige digitale Prozesskette – von der präoperativen Diagnostik über die virtuelle Implantatplanung und die navigierte Chirurgie bis hin zur CAD/CAM-gestützten Herstellung implantatgetragener Suprakonstruktionen. Grundlage des digitalen Workflows ist die Kombination aus dreidimensionaler Bildgebung mittels digitaler Volumentomografie (DVT) und intraoraler Oberflächenerfassung. Durch die Fusion der DICOM- und STL-Datensätze entsteht ein virtuelles Patientenmodell, das eine prothetisch orientierte Implantatplanung ermöglicht. Mithilfe statischer Bohrschablonen wird diese Planung reproduzierbar in die klinische Situation übertragen. Die computergestützte Fertigung (CAD/CAM) ermöglicht anschließend die Herstellung individueller Sofort- und Definitivversorgungen mit hoher Präzision.

Eine der größten Herausforderungen mehrgliedriger Implantatversorgungen bleibt jedoch die präzise Erfassung der Implantatpositionen. Während intraorale Scanner bei Einzelzahnversorgungen hervorragende Ergebnisse liefern, können bei langen Scanstrecken kumulative Registrierungsfehler entstehen. Bereits geringe Fehler können sich über mehrere Implantate hinweg addieren und die Passung großspanniger Suprakonstruktionen beeinträchtigen.

Die Photogrammetrie stellt hierfür eine innovative Erweiterung des digitalen Workflows dar. Im Gegensatz zu intraoralen Scannern erfolgt keine kontinuierliche Oberflächenerfassung, sondern die hochpräzise dreidimensionale Vermessung speziell definierter Scanbodies, die auf den Implantaten oder Multi-Unit-Abutments befestigt werden. Mithilfe mehrerer Kameras und mathematischer Triangulationsverfahren werden die räumlichen Implantatpositionen innerhalb weniger Sekunden bestimmt. Die Weichgewebe werden separat intraoral digitalisiert und anschließend mit den photogrammetrischen Implantatdaten zusammengeführt. Dadurch entsteht ein hochpräziser digitaler Datensatz, der die Grundlage für die CAD/CAM-gestützte Herstellung passiver, spannungsfreier Supra- ▸

▸ konstruktionen bildet. Die Photogrammetrie stellt damit keinen Ersatz, sondern eine sinnvolle Ergänzung der digitalen Implantologie dar. Während intraorale Scanner weiterhin die Erfassung von Zähnen und Weichgeweben übernehmen, ermöglicht die Photogrammetrie eine hochpräzise Registrierung der Implantatpositionen und schließt damit eine bisher bestehende Genauigkeitslücke im digitalen Workflow. Obwohl weitere prospektive klinische Langzeitstudien erforderlich sind, sprechen die derzeit verfügbaren wissenschaftlichen Daten dafür, dass die Kombination aus digitaler Implantologie, navigierter Chirurgie, CAD/CAM-Technologien und Photogrammetrie den aktuellen Stand der Technik für die Versorgung von Patienten mit implantatgetragenen Brückenkonstruktionen repräsentiert und das Potenzial besitzt, zukünftige implantologische Behandlungskonzepte nachhaltig zu prägen.

Dr. Stefan Scherg, zertifizierter Implantologe

Photogrammetrie – Präzision als Schlüssel der digitalen Implantatprothetik

Die intraorale Photogrammetrie ist ein wichtiger Baustein moderner digitaler Workflows in der Implantatprothetik. Heute können Patientensituationen digital erfasst, Implantate virtuell geplant, chirurgisch geführt inseriert und prothetische Versorgungen CAD/CAM-gestützt gefertigt werden. Eine zentrale Herausforderung bestand bislang jedoch darin, die tatsächlich realisierte Implantatposition hochpräzise in den digitalen Workflow zu übertragen.

Hier bietet die Photogrammetrie einen entscheidenden Vorteil. Sie ermöglicht die präzise dreidimensionale Erfassung der Positionen mehrerer Implantate und deren digitale Weiterverarbeitung. In Kombination mit einem separaten Weichgewebescan entsteht ein umfassender Datensatz, der sowohl die exakten Implantatkoordinaten als auch die prothetisch relevanten Weichgewebestrukturen abbildet. Damit wird eine wichtige Schnittstelle zwischen chirurgischer Implantation, prothetischer Planung und zahntechnischer Fertigung geschaffen.

Besonders bei Versorgungen ganzer Kiefer mit mehreren Implantaten kann die Technologie einen deutlichen Mehrwert bieten. Mit zunehmender Implantatanzahl steigt auch das Risiko, dass sich kleinste Ungenauigkeiten innerhalb der einzelnen Arbeitsschritte summieren. Eine präzise Erfassung der Implantatpositionen kann dazu beitragen, die Passung der späteren Suprakonstruktion zu optimieren und Korrekturschritte zu reduzieren. Gleichzeitig können klassische Abformungen und in vielen Fällen auch intraorale Verblockungen entfallen.

Besonders interessant ist die Photogrammetrie daher bei komplexen implantatgetragenen Rekonstruktionen und Sofortversorgungskonzepten. Die präzise Übertragung der Implantatpositionen ermöglicht eine schnelle und zuverlässige Weitergabe der klinischen Daten an das zahntechnische Labor und schafft eine belastbare Grundlage für die digitale CAD/CAM-Konstruktion.

Wie bei jeder neuen Technologie sind Investitionen in entsprechende Systeme sowie eine strukturierte Einarbeitung erforderlich. Zudem ist der Einsatz nicht für jede implantologische Indikation notwendig. Der größte Nutzen zeigt sich dort, wo mehrere Implantate präzise miteinander verbunden werden müssen und eine hohe Passungsgenauigkeit entscheidend ist.

Mit der zunehmenden Digitalisierung der Implantatprothetik wird die Photogrammetrie voraussichtlich weiter an Bedeutung gewinnen. Eine präzise, reproduzierbare und durchgängige digitale Datenkette wird dabei zum entscheidenden Faktor für effiziente Arbeitsabläufe und vorhersehbare prothetische Ergebnisse werden.

Dr. Jan Spieckermann
Praxis für Oralchirurgie & Implantologie

Das *IJ Implantologie Journal* bietet wertvolle Expertentipps namhafter Meinungsbildner aus Universität, Forschung und Praxis. Diese kompakten Einblicke ermöglichen einen Blick über den Tellerrand des Behandlungsstuhls hinaus und liefern zugleich wertvolle Impulse für den praktischen Alltag in der Zahnarztpraxis.

THE ART OF REGENERATION

Granulate auch mit Hyaluronsäure erhältlich

MinerOss® A Portfolio – die allogene Alternative

Anwendungsbeispiel „Hydrierung MinerOss A + HYA“:
www.camlog.de/mineross-a-hya

Die Pflichtangaben finden Sie unter
www.camlog.de/mineross-a-angaben

MinerOss A Produkte aus menschlichem Spenderknochen bieten eine effektive Alternative zu autologem Knochen. Die natürliche Knochenzusammensetzung fördert Regeneration, Remodelling und den kontrollierten Gewebeumbau.[1, 2]

www.camlog.de/mineross-a

[1] Solakoglu et al. Clin Implant Dent Relat Res. 2019, 21, 1002-1016.
[2] Wen et al. J Periodontol. 2020 Feb;91(2):215-222.

MinerOss® A wird von C+TBA hergestellt. MinerOss® ist eine eingetragene Marke von BioHorizons.

biohorizons camlog group

camlog