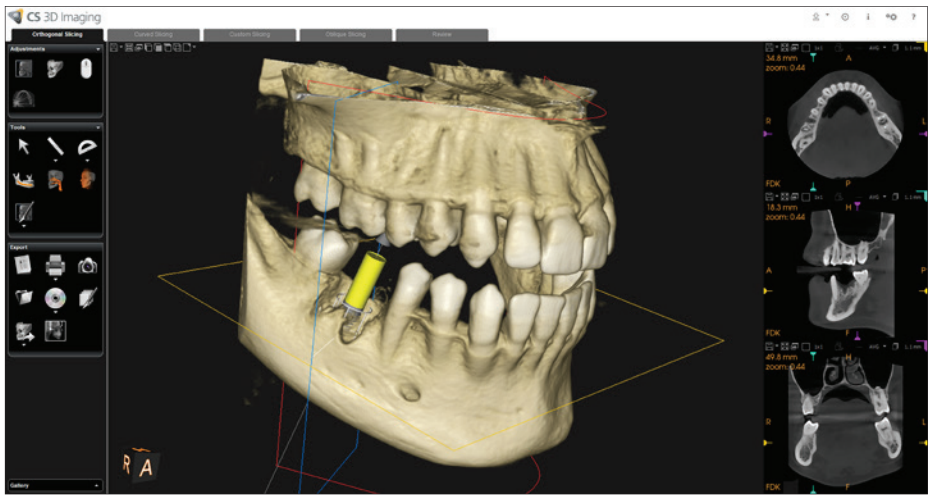
Bessere Implantatplanung

DVT-Projektionen erhöhen die Präzision im Labortest.



© Matyas Pongracz – stock.adobe.com

DAMMAM – Die präzise Überlagerung digitaler Bilddaten ist eine wichtige Voraussetzung für die computergestützte Implantatbehandlung. Eine neue im *DentoMaxilloFacial Radiology* veröffentlichte Laborstudie zeigt, dass röntgenopake Marker auf ausgewählten DVT-Projektionsaufnahmen eine genauere und reproduzierbarere Registrierung ermöglichen könnten als herkömmliche oberflächenbasierte Verfahren.

Die digitale Volumentomografie (DVT) stellt den Kiefer dreidimensional dar. Dadurch lassen sich Implantate anhand des Knochenangebots und der geplanten prothetischen Versorgung positionieren. Um verschiedene Aufnahmen zusammenzuführen, müssen die Datensätze exakt ausgerichtet werden. Schon geringe Registrierungsfehler können dazu führen, dass die tatsächliche Implantatposition von der Planung abweicht.

Viele klinische Systeme gleichen die Oberflächen digitaler Modelle ab, nachdem Referenzpunkte ausgewählt wurden. Das Verfahren ist schnell und benötigt meist keine Röntgenmarker. Metallische Restaurationen, wenige verbliebene Zähne oder fehlerhafte Restaurationen können jedoch die Genauigkeit beeinträchtigen.

Bei markerbasierten Verfahren werden röntgenopake Referenzpunkte an einer Röntgenschablone angebracht. Sie sind gut erkennbar, ihre Lokalisierung in vollständigen DVT-Datensätzen kann jedoch technisch aufwendig sein.

Die Forschenden testeten deshalb einen neuen Arbeitsablauf. Sie wählten zwei annähernd rechtwinklig zueinander ausgerichtete Röntgenprojektionen, auf denen die Marker deutlich sichtbar waren. Daraus bestimmten sie deren Mittelpunkte im dreidimensionalen Raum.

Untersucht wurde ein Oberkiefermodell mit Röntgenschablone. Verschiedene Kombinationen metallisch restaurierter Zähne simulierten unterschiedliche Artefaktbelastungen. Mehrere geschulte Untersuchende verglichen das neue markerbasierte Verfahren mit der herkömmlichen Methode.

Beide Verfahren blieben trotz zunehmender Artefakte stabil. Die markerbasierte Methode erzielte jedoch geringere und gleichmässiger verteilte Registrierungsfehler. Zudem stimmten die Ergebnisse der Untersuchenden stärker überein. Beim konventionellen Verfahren nahmen die Abweichungen mit wachsender Entfernung von den Referenzpunkten zu.

Zur Studie

Quelle: British Institute of Radiology

Zirkonoxid im Immuncheck

Warum Titan schneller osseointegriert.

GUANGZHOU – Zirkonoxid gewinnt als metallfreie, biokompatible und ästhetische Alternative zu Titan für dentale und orthopädische Implantate an Bedeutung. Allerdings integriert es sich häufig langsamer in den Knochen. Eine chinesische Studie deutet darauf hin, dass hierfür vor allem das materialspezifische immunologische Mikromilieu verantwortlich sein könnte.

Die Forschenden untersuchten frühe Heilungsprozesse im Knochenmark rund um Zirkonoxid- und Titanimplantate bei Ratten. Mithilfe der Einzelzell-RNA-Sequenzierung identifizierten sie beteiligte Zelltypen, deren Zustände und ihre Kommunikation. Ergänzend kamen Gewebefärbungen, Proteinanalysen, Computermodelle und Genexpressionsanalysen zum Einsatz.

Beide Materialien erwiesen sich als grundsätzlich biokompatibel. Es gab weder deutliche toxische Effekte noch wesentliche Unterschiede bei Zellanhaftung und Oberflächenrauheit. Zirkonoxid war jedoch weniger benetzbar und band mehr Proteine. Diese Eigenschaften scheinen die Reaktion des Gewebes bereits kurz nach der Implantation zu beeinflussen.

Zwei Werkstoffe, zwei Heilungsmilieus

Titan erzeugte ein Mikromilieu, das unbehandeltem Gewebe relativ ähnlich blieb. Es begünstigte Stamm- und Vorläuferzellen und begrenzte die Ansammlung lymphatischer Immunzellen. Fibroblasten koordinierten dabei offenbar die Heilung: Über das Zusammenspiel von Typ-I-Kollagen (COL1A1) und dem Rezeptor SDC1 förderten sie die Organisation der extrazellulären Matrix, die Zellmigration und regenerative Signalprozesse. Dieser Signalweg war mit TGF-ß-Aktivität und einer verstärkten Bildung von Proteinen für die frühe Knochenneubildung verbunden.



© Zerbor – stock.adobe.com

Zur Studie

Zirkonoxid löste dagegen eine stärkere Immunreaktion und eine intensivere Kommunikation zwischen Fibroblasten und Makrophagen aus. Dabei band das von Fibroblasten freigesetzte Kollagen VI (COL6A2) an den CD44-Rezeptor der Makrophagen. Dies ging mit entzündungsfördernden Makrophagen, verstärktem Kollagenumbau und einem fibrotischen, entzündungsanfälligen Gewebemilieu einher. Ein solches Umfeld könnte den direkten Kontakt zwischen Knochen und Implantat beeinträchtigen und die schwächere frühe Osseointegration erklären.

Die Ergebnisse bedeuten nicht, dass Zirkonoxid ungeeignet oder unsicher ist. Sie zeigen jedoch, dass herkömmliche Biokompatibilitätstests subtile immunologische Prozesse übersehen können. Anpassungen der Oberflächenchemie, Benetzbarkeit oder Proteinbindung könnten die ungünstige COL6A2-CD44-Signalübertragung abschwächen und eine regenerative Reaktion ähnlich der bei Titan fördern.

Da die Studie auf einem Tiermodell und einer frühen Heilungsphase beruht, sind Langzeit- und klinische Untersuchungen nötig. Dennoch liefert sie ein wichtiges Prinzip für künftige Implantate: Deren Oberflächen sollten nicht nur ungiftig sein, sondern Immun- und Stromazellen gezielt so beeinflussen, dass Gewebereparatur, Knochenneubildung und eine dauerhafte Integration unterstützt werden. DT

Zur Studie

Quelle: Science Partner Journals

Einzelzahnimplantate: auch nach 40 Jahren stabil

Langzeitstudie belegt hohe Überlebensrate.

Zur Studie



© Pixel-Shot – stock.adobe.com

GÖTEBORG – Einzelzahnimplantate können nahezu vier Jahrzehnte funktionsfähig bleiben. Dies belegt eine Langzeitstudie aus Schweden. Die untersuchten Implantate zeigten eine ausgezeichnete Überlebensrate und stabile marginale Knochenverhältnisse. Die implantatgetragenen Kronen mussten hingegen häufiger erneuert werden.

Die Erstbehandlungen erfolgten Anfang der 1980er-Jahre, als Implantate zur Versorgung von Einzelzahnlücken noch ein neuartiges Therapiekonzept waren. Knapp 40 Jahre später wurden die verbliebenen Studienteilnehmer erneut klinisch und radiologisch untersucht. Sämtliche beurteilten Implantate waren weiterhin in Funktion; die kumulative Überlebensrate betrug 95,6 Prozent.

Deutlich geringer war die Überlebensrate der ursprünglichen Suprakonstruktionen. Zahlreiche Kronen waren überwiegend aus ästhetischen Gründen ersetzt worden, nicht wegen biologischer oder technischer Komplikationen. Einige frühe Restaurationen bestanden aus Kunststoff und waren Teil der damaligen Erprobung von Kronen- und Abutmentdesigns. Ihr Austausch spiegelt daher auch Fortschritte bei den Restaurationsmaterialien und veränderte ästhetische Ansprüche wider.

Bei den zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung vorhandenen Versorgungen stellten die Forschenden nur wenige technische Komplikationen fest. Auch wenn die Krone im Laufe der Zeit erneuert werden muss, kann das osseointegrierte Implantat weiterhin als stabile prothetische Grundlage dienen.

Überzeugende Langzeitbefunde mit eingeschränkter Übertragbarkeit

Auch die biologischen Befunde waren überzeugend. Das marginale Knochenniveau blieb weitgehend stabil; bei einzelnen Implantaten deuteten die Röntgenaufnahmen sogar auf einen Knochenzuwachs hin. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass ein radiologisch erkennbarer Knochengewinn nicht zwangsläufig einen direkten Kontakt zwischen Knochen und Abutment belegt.

Eine periimplantäre Mukositis trat häufig auf, eine Periimplantitis wurde hingegen in keinem Fall diagnostiziert. Bei einigen Implantaten zeigten sich erhöhte Sondierungstiefen, ohne dass ein fortschreitender Knochenabbau festzustellen war. Tiefe Sondierungswerte sind daher nicht grundsätzlich als Zeichen einer aktiven periimplantären Erkrankung zu werten. Sie können auch auf die ursprüngliche Implantatposition oder langfristige Veränderungen des kraniofazialen Wachstums zurückzuführen sein.

Die Ergebnisse sind allerdings nur bedingt auf heutige Behandlungskonzepte übertragbar. Verwendet wurden Implantate mit maschinierter Oberfläche, die nach einem zweizeitigen chirurgischen Protokoll inseriert und erst nach einer verlängerten Einheilphase belastet wurden. Behandlungs- und Heilungszeiten waren damit wesentlich länger als bei modernen Implantatsystemen und aktuellen Sofort- oder Frühbelastungskonzepten.

Die aussergewöhnlich lange Nachbeobachtungszeit liefert wertvolle Erkenntnisse zur Prognose von Einzelzahnimplantaten. Besonders bei der Beratung jüngerer Patienten ist eine differenzierte Aufklärung wichtig: Während das Implantat selbst über Jahrzehnte funktionsfähig bleiben kann, erreicht die prothetische Versorgung voraussichtlich nicht dieselbe Lebensdauer. Eine lebenslange professionelle Nachsorge sowie die mögliche spätere Erneuerung der Krone sollten deshalb von Beginn an Bestandteil der Therapieplanung und informierten Einwilligung sein. DT

Quelle: Wiley Online Library