



KLINSCHER
FALL



Beca Campoy, Tomás
Práctica privada cirugía e implantes en Madrid. Doctorando en cirugía y odontoestomatología por la Universidad de Salamanca (USAL).

Sánchez-Labrador, Luis
Profesor colaborador honorífico. Departamento Especialidades Clínicas Odontológicas. Universidad Complutense de Madrid (UCM).

Minetti, Elio
Departamento de Ciencias Biomédicas, quirúrgicas y odontológicas. Universidad de Milán (Italia).

Blanco Antona, Leticia Alejandra
Profesora asociada. Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad de Salamanca.

Martínez-González, José María
Profesor titular Cirugía Maxilofacial. Facultad de Odontología. UCM.

Indexada en / Indexed in:
- IME
- IBECS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

correspondencia:

Prof. Dr. José María Martínez González
Facultad de Odontología de la
Universidad Complutense de Madrid
Plaza Ramón y Cajal s/n 28040
Madrid (España)
jmargo@ucm.es

Fecha de recepción: 17 de abril 2023.
Fecha de aceptación para su publicación:
26 de junio de 2023.

Verhalten des autologen Zahntransplantats bei der Alveolärerhaltung: klinische, röntgenologische und histomorphometrische Auswertung eines klinischen Falls nach einem Jahr Nachuntersuchung.

Beca Campoy T, Sánchez-Labrador L, Minetti E, Blanco Antona LA, Martínez-González JM.
Comportamiento del injerto autólogo de diente en preservación alveolar: evaluación clínica, radiográfica e histomorfométrica de un caso clínico tras un año de seguimiento.
Cient. Dent. 2023; 20; 2; 105-112

ZUSAMMENFASSUNG

Einführung

Nach Extraktionen kommt es zu einer Reihe von Dimensionsveränderungen in horizontaler und vertikaler Richtung des Alveolarkamms, die durch bestimmte chirurgische Techniken minimiert werden können, wie z. B. die Alveolarkonservierung, bei der verschiedene Knochenersatzmaterialien verwendet werden, darunter derzeit auch autologes Zahntransplantat.

Klinischer Fall

Wir stellen den klinischen Fall einer 61-jährigen Frau vor, die sich mit starken Schmerzen im Bereich des oberen rechten zweiten Prämolaren (1,5) vorstellte. Es wurde eine Exodontie des 1,5 durchgeführt, wobei dieser als Spenderzahn verwendet wurde, um die Alveole nach der Extraktion zu erhalten. Vier Monate nach dem Eingriff wurde ein Implantat eingesetzt und eine Biopsie zur histomorphometrischen Analyse entnommen. Ein Jahr nach der Implantatbelastung wurden gute kli-

nische und röntgenologische Ergebnisse beobachtet.

Diskussion

Zahn- und Knochengewebe haben Ähnlichkeiten in ihrer chemischen Zusammensetzung, sowohl in ihren anorganischen und organischen Bestandteilen als auch im Wasseranteil. Bei den organischen Bestandteilen stechen die Wachstumsfaktoren, das knochenmorphogenetische Protein 2 (BMP-2) und das Kollagen Typ 1 hervor, die dem Zahn als Biomaterial die Eigenschaft der Osteoinduktion verleihen. Bei der Verwendung des Zahns als Ersatz für die Alveolarkonservierung werden hohe Prozentsätze an neugeformtem Knochen erzielt, die zwischen 37,55 % bei Verwendung des ganzen Zahns und 48,40 % bei Verwendung von demineralisiertem Dentin variieren. Zusätzlich zu den guten histomorphometrischen Ergebnissen wird es von den Patienten gut akzeptiert, insbesondere bei bestimmten Rassen oder

Kulturen, und führt zu einer Verringerung der Knochendimensionen, die mit dem Cone-Beam-Scanning ermittelt werden. Sie erfordert jedoch eine Vorbereitungszeit, die sich erhöht, wenn der Zahn mit Restaurationen oder Wurzelkanälen verbunden ist.

Schlussfolgerungen

Autologes Zahntransplantat hat die Vorteile einer hohen Biokompatibilität, einer niedrigen intraoperativen Komplikationsrate und einer guten Patientenakzeptanz sowie einer Knochenbildungsrate von 20 % nach vier Monaten Alveolarerhalt. Der Hauptnachteil ist, dass eine Präparationszeit von 25 Minuten erforderlich ist, die sich erhöht, wenn der Zahn kariös oder restauriert ist.

SCHLÜSSELWORTE

- Autogenes Dentin
- Erhaltung des Alveolarkamms
- Autologes Dentin

EINLEITUNG

Erhaltungstechniken sind chirurgische Techniken, die darauf abzielen, den neugeformten Knochen in der Alveole zum Zeitpunkt der Zahnextraktion zu maximieren, indem ein Biomaterial zum Auffüllen der Alveole mit oder ohne Verwendung von Membranen eingebracht wird. Dies ist besonders wichtig an Stellen, an denen die vestibuläre Kortikalis weniger als 2 mm beträgt, an Stellen mit empfindlichen anatomischen Strukturen (Kieferhöhle, Nervus inferior) und in Bereichen mit hohen ästhetischen Ansprüchen. Um die Ergebnisse dieser Techniken zu optimieren, wird empfohlen, nach dem Einsetzen des Biomaterials einen primären Wundverschluss zu erzielen und Biomaterialien mit geringer Resorptionsrate zu verwenden¹⁻⁴.

Unter den verschiedenen Biomaterialien, die zur Verringerung von Veränderungen der Knochendimensionen bei diesen Verfahren verwendet werden, gilt autologer Knochen aufgrund seiner Osteogenese-, Osteokonduktions- und Osteoinduktionseigenschaften nach wie vor als „Goldstandard“ der Materialwahl. Die Gewinnung von autologem Knochen ist jedoch mit einer höheren Morbidität und einem höheren Komplikationsrisiko verbunden. Außerdem variieren seine Architektur, seine Eigenschaften und seine Bestandteile, je nachdem, ob es sich um kortikalen oder medullären Knochen handelt (kortikaler Knochen hat eine höhere Dichte und kann Zugkräfte besser auf-

nehmen, während medullärer Knochen aufgrund seiner geringeren Dichte und seines größeren intertrabekulären Raums Druckkräfte besser aufnehmen kann). Verschiedene Materialien wie Xenotransplantate, Allotransplantate, Thrombozytenkonzentrate und alloplastische Materialien wurden für die Alveolarerhaltung verwendet, obwohl sie nicht die gleichen Eigenschaften wie autologer Knochen aufweisen⁵⁻⁹. In diesem Sinne wird der autologe Zahn seit den 1960er Jahren von Yeomans und Urist¹⁰ verwendet und wurde vor kurzem von Kim y cols¹¹ für die gesteuerte Knochenregeneration bei gleichzeitiger Implantation beschrieben, wobei sie die Eigenschaften der Osteokonduktion und Osteoinduktion sowie eine geringere Morbidität und gute Patientenakzeptanz beschrieben.

Das klinische und röntgenologische Verhalten des autologen Zahns wurde bei verschiedenen Verfahren der gesteuerten Knochenregeneration, des Sinuslifts und des Alveolarerhalts nachgewiesen¹²⁻¹⁶. Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2022¹⁷ hat gezeigt, dass mit diesem Material bei der Alveolarerhaltung nach Extraktionen eine stärkere Reduktion der Knochendimensionen und bessere histomorphometrische Ergebnisse im Vergleich zu anderen Knochenersatzmaterialien wie Xenotransplantaten und Allotransplantaten erzielt werden können.

Ziel des vorliegenden klinischen Falles ist es, die Verwen-

dung des autologen Zahns als Biomaterial bei der Alveolarkonservierung sowie das klinische und röntgenologische Verhalten eines in diese konservierte Alveole eingesetzten Implantats ein Jahr nach der prothetischen Belastung klinisch, röntgenologisch und histomorphometrisch zu bewerten.

FALLBERICHT

Es wird der klinische Fall einer 61 Jahre alten Frau vorgestellt, die wegen starker Schmerzen im ersten Quadranten in die Klinik kam, die mit einem oberen rechten zweiten Prämolaren (1.5) verbunden waren. Bei der intraoralen Untersuchung zeigte sich ein Implantat an der Stelle des 1.6, mit einem einheilenden Abutment, und der Zahn 1.5 mit einer unzureichenden Ferrule zur Versorgung (Abbildung 1). Die Röntgenuntersuchung mittels Cone Beam CT (CBCT) zeigte eine Wurzelkanalbehandlung bei 1.5 sowie ein röntgenstrahlendurchlässiges Bild auf der apikalen Ebene (Abbildung 2).

Es wurde eine Exodontie 1,5 geplant, und zuvor wurde eine Einverständniserklärung unterzeichnet. Anschließend wurde eine Betäubungsblockade mit 4 % Articain mit Adrenalin 1:100.000 des oberen hinteren und mittleren Alveolarnerv sowie des vorderen Gaumennerv durchgeführt. Die Extraktion erfolgte so atraumatisch wie möglich, und der Zahn wurde mit einem Turbinen-Diamantschleifer (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Schweiz) von Zahnstein und Füllungstrümmern befreit. Die Wurzeloberfläche wurde mit Diamantschleifern unter reichlicher Spülung poliert, wodurch das parodontale Ligament entfernt wurde. Das endodontische Füllungsmaterial wurde mit Gates Glidden®-Bohrern (Dentsply Sirona Inc, Delaware, USA) entfernt (Abbildung 3). Der Zahn wurde in Fragmente ≤ 5 mm zerlegt und gemäß den Angaben des Herstellers in die Tooth Transformer®-Fräse (S.R.L, Mailand, Italien) eingesetzt. Nach dem Einsetzen wurde es in das Gerät gelegt und der Behälter mit den Flüssigkeiten hinzugefügt, die das Dentin durch die Freisetzung von BMP-2 und Kollagen Typ 1 demineralisieren und jegliche Resttoxizität beseitigen. Nach dem Einsetzen aller Komponenten wurde der Deckel des Geräts geschlossen, und durch Drücken des Aktivierungsknopfes wurde der Prozess gestartet, bis die Zerkleinerung der Fragmente und die angemessene Partikelgröße dank des Siebs, mit dem der Auffangbehälter ausgestattet ist, überprüft wurden. Innerhalb von 25 Minuten wurde das autologe Zahntransplantat präpariert (Abbildung 4). Während der Präparationszeit im Tooth Transformer®-Gerät wurde das granulomatöse Gewebe der 1,5 Alveole exzidiert.

Nach der Präparation des Transplantats wurde es in die 1,5 Alveole eingebracht, wobei ein hämostatischer Schwamm (Proclinic, Madrid, Spanien) zur Abdeckung des Transplantats verwendet und mit einem einfachen Stich und einem horizontalen Matratzenstich mit nicht resorbierba-

rem Nahtmaterial 4/0 (Supramid®, B. Braun, Barcelona, Spanien) vernäht wurde. Braun, Barcelona, Spanien), die Durchführung einer parallelisierten periapikalen Röntgenaufnahme in der unmittelbaren postoperativen Phase sowie ein CBCT, um die angemessene Platzierung des Biomaterials in der postextraktiven Alveole zu überprüfen (Abbildungen 5 und 6).



Abbildung 1: Okklusalanzeige von 1,5 mit provisorischem Verschluss und dezidualisiertem Aufbau auf einem 1,6-Implantat.



Abbildung 2: CBCT, das ein röntgenstrahlendurchlässiges Bild auf der apikalen Ebene zeigt.

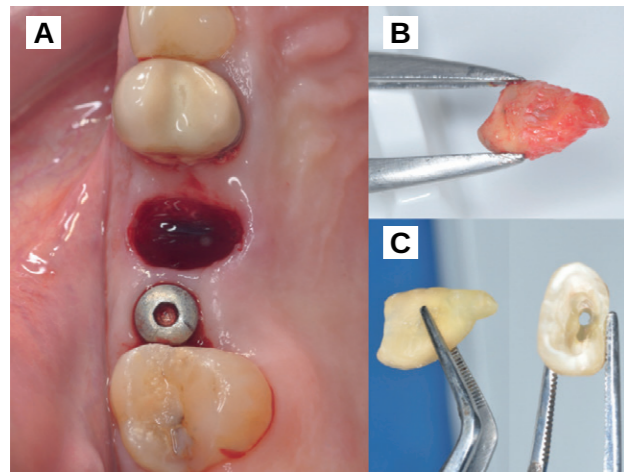


Abbildung 3: A. Erscheinungsbild der Alveole nach der Extraktion. B. Rest der 1,5 extrahierten Wurzel. C. Verbleibende saubere Wurzel.

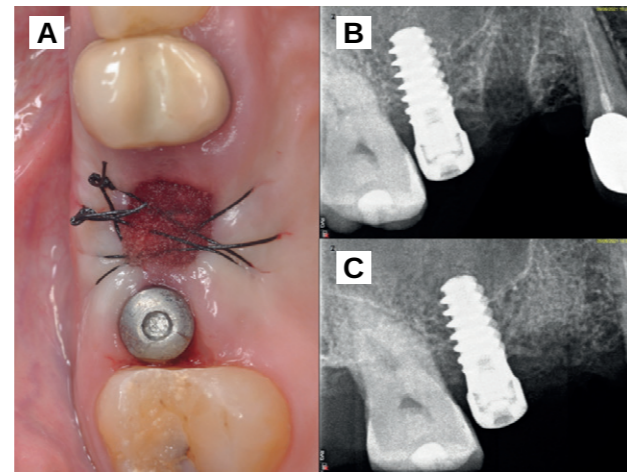


Abbildung 5: A. Klinisches Erscheinungsbild der Alveole nach dem Vernähen. B. C. Sofortige postoperative periapikale Röntgenaufnahme zur Überprüfung der Platzierung des Biomaterials.

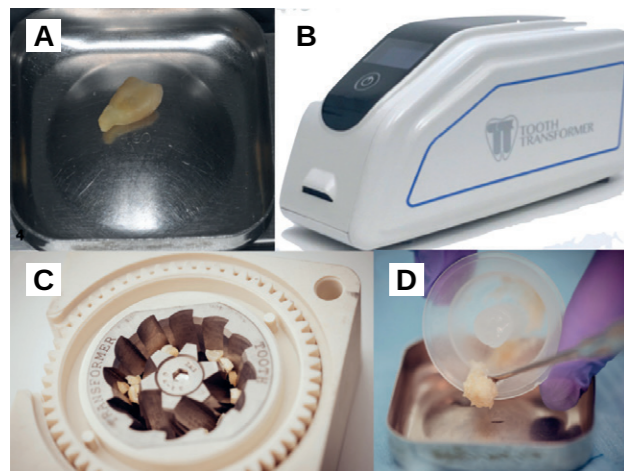


Abbildung 4: A. Gereinigte Wurzelreste. B. Tooth Transformer®-Gerät. C. In Fragmente geschnittener Zahn, der in die Mühle des Geräts gelegt wurde. D. Endprodukt nach der Zahnbearbeitung.

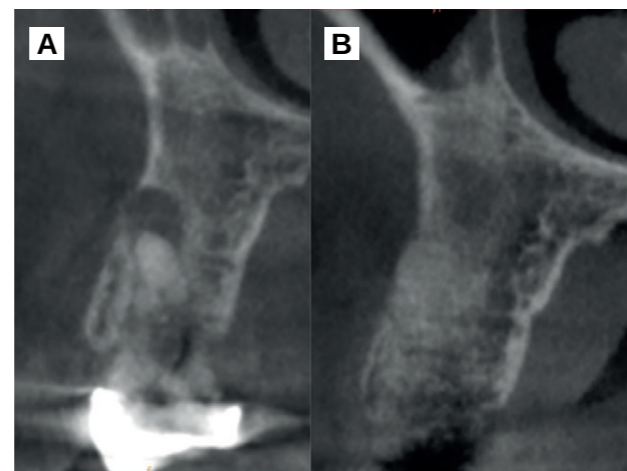


Abbildung 6: A. Präoperatives CBCT. B. Unmittelbar postoperatives CBCT.

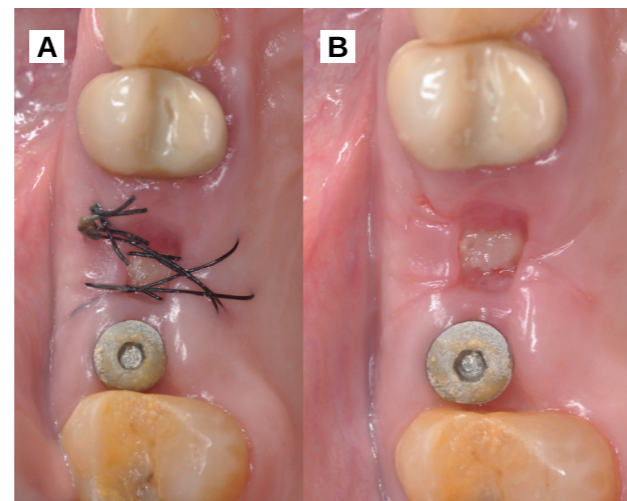


Abbildung 7: A. Aussehen der Wunde 15 Tage nach dem Eingriff; B. Entfernung der Naht und Aussehen des Weichgewebes.

Nach 15 Tagen wurden die Fäden entfernt, und es zeigte sich ein gutes Aussehen des Weichgewebes und das Vorhandensein von Fibrin, das die Wunde verschloss (Abbildung 7). Nach drei Monaten der Heilung wurde die Entwicklung der Wunde mittels CBCT überprüft. Dabei zeigte sich, dass die Knochendimensionen im Vergleich zu dem vor der Extraktion durchgeführten Scan erhalten blieben (Abbildung 8).

Vier Monate nach dem Verfahren zur Alveolarerhaltung erfolgte die Implantatinsertion in Übereinstimmung mit der systematischen Überprüfung von 2022, in der Eintrittswerte zwischen drei und sechs Monaten festgelegt wurden.¹⁷ Der Knochen erwies sich als vital, blutend und gut kortikalisiert. Mit einem Trepan wurde eine Hartgewebebiopsie von 7 mm Tiefe und 3 mm Durchmesser entnommen und eine histomorphometrische Analyse angefordert (Abbildungen 9 und 10).

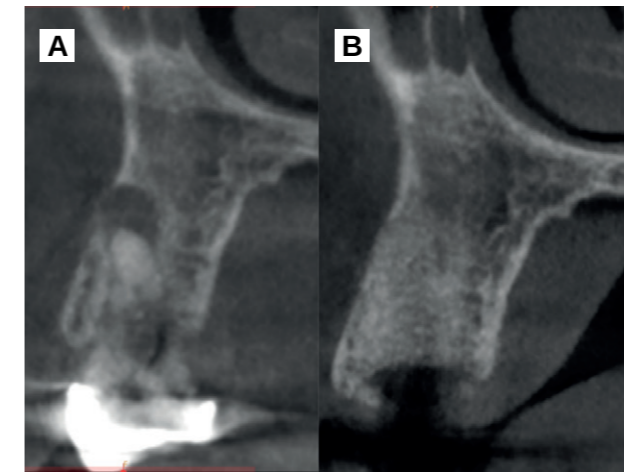


Abbildung 8: A. Präoperatives CBCT. B. CBCT 3 Monate nach der Operation.

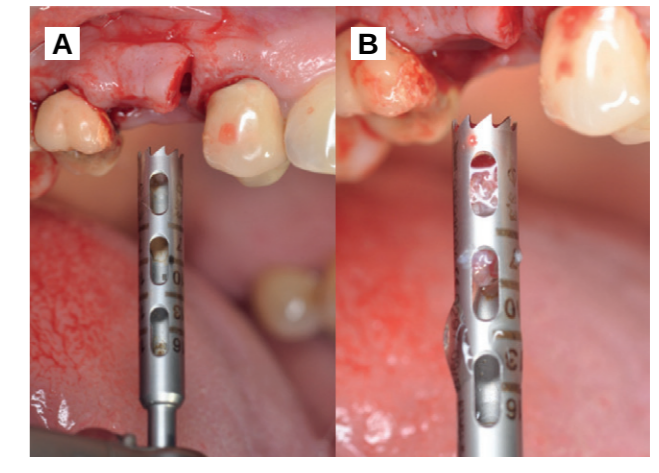


Abbildung 10: A. Trepanation mit 3,0 mm Durchmesser zur Entnahme von Gewebeproben. B. Für die histomorphometrische Analyse entnommene Biopsieprobe.

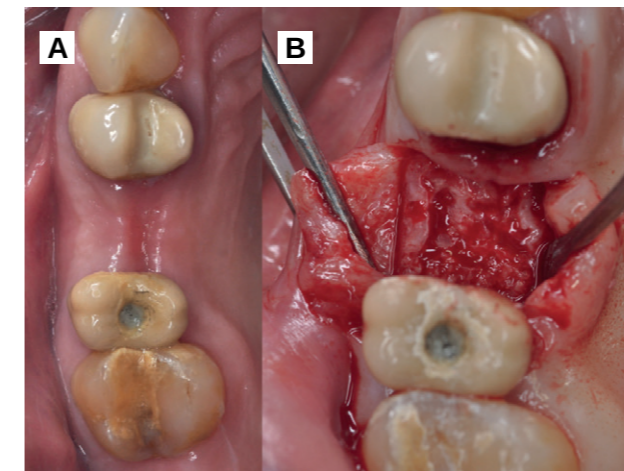


Abbildung 9: A. Gingivales Erscheinungsbild 4 Monate postoperativ. B. Vollflächiger Lappen und Aussehen des vitalen, blutenden und gut kortikalen Knochens.

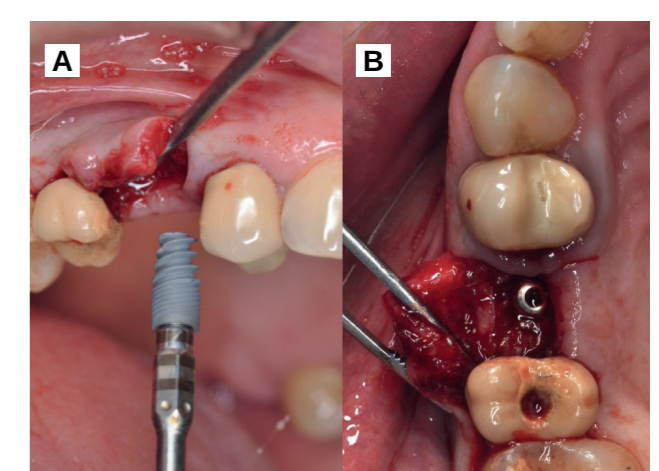


Abbildung 11: A. Transporter mit Naturactis-Implantat zur Insertion in 1,5-Position. B. Eingesetztes Implantat.

Nach der Biopsie wurde ein knochenahnes Naturactisde ETK®-Implantat (ETK Implants S.L, Sant Boi de Llobregat, Spanien) eingesetzt (Abbildung 11) und eine histomorphometrische Analyse durchgeführt, die vitale Spongiosa in engem Kontakt mit dem Dentinmaterial zeigte (Abbildungen 12 und 13).

Fünf Monate nach der Implantation wurden Abdrücke für eine zementverschraubte Krone auf einer Titanbasis genommen. Ein Jahr nach dem Einsetzen der Krone wurde ein gutes röntgenologisches (Abbildung 14) und orales Erscheinungsbild beobachtet, wobei in den periapikalen Röntgenaufnahmen (Abbildung 15) und in den CBCT-Aufnahmen (Abbildung 16) ein physiologischer marginaler Knochenverlust zu erkennen war.

DISKUSSION

Der als Biomaterial verwendete Zahn zeigt im vorliegenden klinischen Fall ein gutes klinisches, röntgenologisches und

histomorphometrisches Ergebnis, das dank seiner adäquaten Osteoinduktions- und Osteokonduktionseigenschaften seine Verwendung bei Verfahren zur Alveolarerhaltung und der anschließenden Rehabilitation durch Zahnimplantate ermöglicht.

Zahn- und Knochengewebe ähneln sich in ihrer chemischen Zusammensetzung, in ihren anorganischen und organischen Bestandteilen und in der Menge an Wasser. Innerhalb der organischen Komponente stechen Wachstumsfaktoren wie der insulinähnliche Wachstumsfaktor (IGF), das morphogenetische Knochenprotein Typ 2 (BMP-2) und der transformierende Wachstumsfaktor beta (TGF-β) hervor. Diese Proteine sind direkt an der Osteoinduktion beteiligt und können im Allgemeinen aus entkalkten Zähnen gewonnen werden. Darüber hinaus ist auch Kollagen Typ I, das eine wichtige Rolle bei der Angiogenese spielt, in der organischen Zusammensetzung der Zähne zu finden. Was den anorganischen Inhalt betrifft, so enthält es vier Arten von Calciumphosphaten (Hydroxylapatit,

Mikroskopisch

Bei den untersuchten Fragmenten handelt es sich um vitales Schwammknochengewebe mit Trabekeln unterschiedlicher Form und Größe und weiten intertrabekulären Räumen aus faserzellulärem Bindegewebe mit laxen und dichten Bereichen sowie einigen Herden mit Entzündungszellen. In engem Kontakt mit den knöchernen Trabekeln und verstreut im Bindegewebe lassen sich Fragmente eines leicht basophilen, azellulär-tubulären (senären) Fremdmaterials erkennen.

HISTOMORPHOMETRISCHE ANALYSE

Aera analizai: durchschnittlich 3288764,5 μm^2 (Bereich 2090496-2305262)
 Vitaler Knochen: Mittelwert 19,85% (Bereich 15,76-25,22)
 Intertrabekuläres Bindegewebe: Mittelwert 65,65% (Bereich 61,18-69,20)
 Röhrenförmiges Material (Dentin): durchschnittlich 14,50% (Bereich 12,22-17,67)
 Osteozyten: Mittelwert 53 (Bereich 49-67) 10x Feld
 Osteoklasten: Mittelwert 4 (Bereich 4-5) 10x Feld
 Osteoblasten: Mittelwert 8 (Bereich 7-11) 10x Feld

Diagnose

Vitales trabekuläres Knochengewebe und zusätzliches nicht-trabekuläres Material, mit Fibrose und fokaler Entzündung.

Code
 NTO33



Abbildung 12. Histomorphometrische Analyse und histologischer Schnitt.

Tricalciumphosphat, Octacalciumphosphat und amorphes Calciumphosphat), die dem Zahn osteokonditive Eigenschaften verleihen. Zusätzlich zur Erhaltung der Knochen-dimensionen aufgrund ihrer langsamen Resorption, mit der Fähigkeit, über einen längeren Zeitraum stabil zu bleiben, so dass der Zahn sofort oder später verwendet werden kann¹⁸⁻²⁰.

Bei der Alveolarkonservierung wurden verschiedene Biomaterialien verwendet, die 6-8 Monate nach dem Eingriff einen Prozentsatz an neugeformtem Knochen von 50,9 % bei Allotransplantaten, 27,35 \pm 12,39 % bei Xenotransplantaten und 28,63 \pm 12,53 % an vitalem Knochen bei alloplastischen Transplantaten aufwiesen. Das Gerinnsel selbst bildete in einer klinischen Studie ohne Hinzufügung einer Membran oder eines Biomaterials drei Monate nach dem Eingriff einen Prozentsatz an vitalem Knochen von 57,0 \pm 12,8 %, der sich jedoch nicht signifikant von dem der Allograft- und alloplastischen Gruppen in derselben Studie unterschied. Bei der Verwendung des autogenen Zahns als Biomaterial zur Alveolärerhaltung wurde sechs Monate nach der Verwendung ein hoher Prozentsatz an Knochenbildung (37-48 %) gemeldet, was wahrscheinlich auf die chemische Zusammensetzung zurückzuführen ist, die der des menschlichen Knochens ähnelt²¹⁻²⁴.

In der systematischen Übersichtsarbeit über die Verwendung des autologen Zahns bei der Alveolärerhaltung¹⁷ zeigte die zu drei verschiedenen Zeitpunkten (4, 5 und 6 Monate) durchgeführte Histomorphometrie im Vergleich zu den Gruppen, in denen Xenotransplantate oder allogene

Transplantate verwendet wurden, eine stärkere Knochenbildung und eine geringere Menge an Restzahngewebe sowie eine größere Menge an Knochengewebe, das die Zahnfragmente umgibt und im Laufe der Zeit durch neugeformten Knochen ersetzt wird. Diese Tatsache wurde bereits in anderen klinischen Studien nachgewiesen^{25,26}.

Zusätzlich zu diesen vielversprechenden Prozentsätzen an neugeformtem Knochen können jedoch verschiedene ethnische und kulturelle Gründe bestimmte Biomaterialien tierischen Ursprungs ablehnen (Xenotransplantate von Rindern oder Schweinen bei hinduistischen oder muslimischen Patienten), und autologe Zahntransplantate können in diesen Gruppen eine höhere Akzeptanzrate aufweisen. In diesem Sinne entsprechen die von den Patienten laut Literatur am meisten akzeptierten Materialien der Gruppe der autologen Transplantate und alloplastischen Materialien im Vergleich zu Xenotransplantaten und Allotransplantaten, die aus kulturellen und religiösen Gründen ein geeignetes Motiv darstellen²⁷.

Trotz seiner guten biologischen und mechanischen Eigenschaften ist es ein autologes Biomaterial mit geringer Morbidität und einer guten Patientenakzeptanz, das für die sofortige Verwendung eine Präparationszeit erfordert, die sich verlängert, wenn der Zahn mit Restaurationen oder Wurzelkanälen verbunden ist, wodurch sich die Operationszeit verlängert. Dies kann sich negativ auf das Auftreten vermehrter Entzündungen und/oder Trismus auswirken, obwohl bei der Verwendung nach der Extraktion unterer dritter Molaren in einem geteilten Mund im Ver-

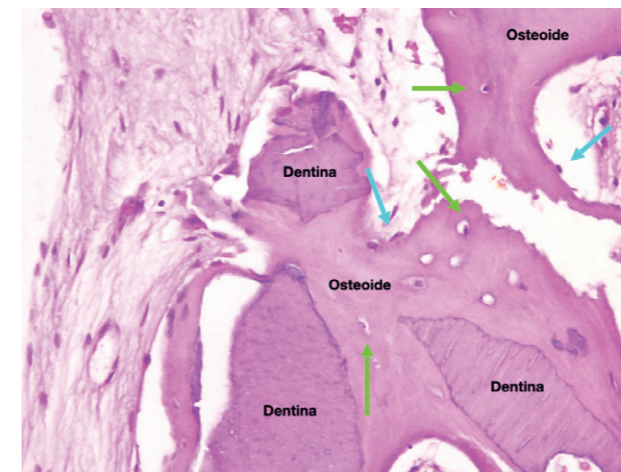


Abbildung 13. Histologischer Schnitt, der den engen Kontakt zwischen Osteoidgewebe und Dentin zeigt. Grüner Pfeil: Osteozyt, blauer Pfeil: Osteoblast.



Abbildung 14. Aussehen des Weichgewebes und nach einem Jahr Funktion.

gleich zum Blutgerinnsel die längere Vorbereitungszeit diese Parameter nicht zu beeinflussen scheint.

Trotz seiner Fähigkeit, die morphogenetischen Proteine des Knochens im Laufe der Zeit in sich zu binden, ist es eine begrenzte Quelle von Biomaterial und kann je nach Patient in unterschiedlichem Maße in gutem Zustand erhalten werden²⁸.

Andererseits ist die Behandlung des Zahns für eine korrekte Heilung des Weichgewebes von entscheidender Bedeutung, wobei erhebliche klinische Unterschiede in der Heilung bestehen, je nachdem, ob der Zahn mit einem Gerät wie dem hier vorgestellten bearbeitet wird oder nicht, da die Partikelgrößen, wenn der Zahn nicht mit einem Gerät bearbeitet wird, sehr heterogen sind und die korrekte Heilung des Gewebes verzögern^{29,30}.

Schließlich können die Knochendimensionen günstig erhalten werden, wenn der Zahn als Biomaterial bei Verfahren zur Alveolärerhaltung verwendet wird, wobei die Resorptionsrate anscheinend gering ist und es sich somit um ein vorhersehbares Verfahren mit physiologischen Parametern für den marginalen Knochenverlust nach einem Jahr

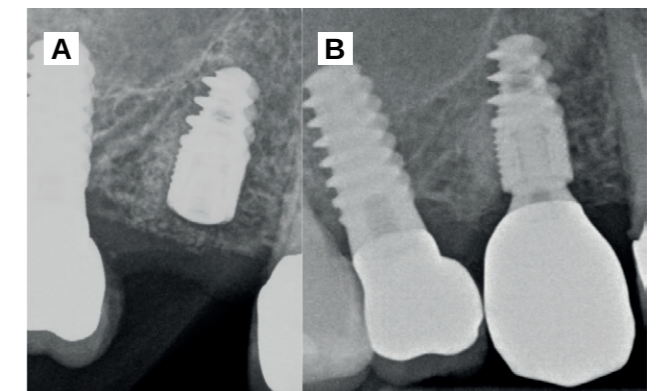


Abbildung 15. A. Eingesetztes Implantat. B. Implantat ein Jahr nach der Belastung.

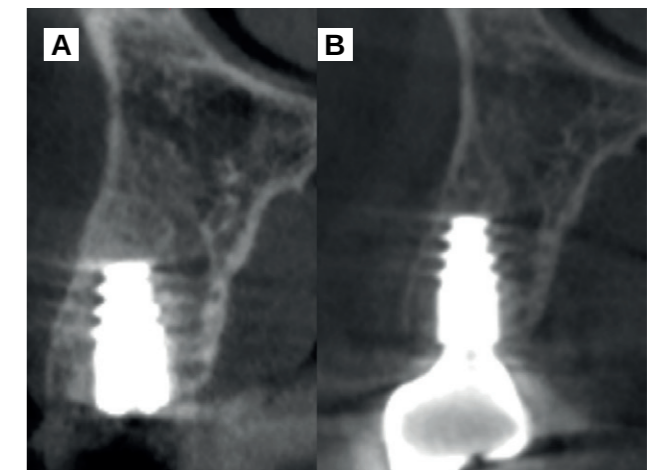


Abbildung 16. A. Sagittalschnitt mit dem neu eingesetzten Implantat. B. Sagittalschnitt ein Jahr nach der prothetischen Belastung.

prothetischer Belastung handelt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Der autologe Zahn, der als Biomaterial verwendet wird, hat die Vorteile einer hohen Biokompatibilität, einer geringen Rate an intraoperativen Komplikationen und einer guten Patientenakzeptanz. Jeder Zahn mit struktureller Integrität kann nach der Entfernung von Karies, restaurativen Elementen (Füllungen) oder der Versiegelung von Wurzelkanälen verwendet werden.
- In diesem klinischen Fall verlief die Regeneration mit autologem Dentin zufriedenstellend, ohne Komplikationen oder unerwünschte Wirkungen. Die histomorphometrische Analyse ergab, dass vier Monate nach dem Eingriff nahezu 20 % des Knochens durch Knochenimplantate ersetzt wurden.
- Weitere Entwicklungen bei den Materialvorbereitungszeiten sind für eine reibungslosere klinische Behandlung erforderlich, da die Vorbereitungszeit für das Transplantatmaterial mit dem in diesem Fallbericht beschriebenen Gerät 25 Minuten betrug.



LITERATURVERZEICHNIS

1. Leblebicioglu B, Salas M, Ort Y y cols. Determinants of alveolar ridge preservation differ by anatomic location. *J Clin Periodontol* 2013; 40: 387-95.
2. Barone A, Ricci M, Romanos GE, Tonelli P, Alfonsi F, Covani U. Buccal bone deficiency in fresh extraction sockets: a prospective single cohort study. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26 (7):823-30.
3. Jung RE, Ioannidis A, Hämmerle CHF, Thoma DS. Alveolar ridge preservation in the esthetic zone. *Periodontol* 2000 2018; 77 (1):165-75.
4. De Risi V, Clementini M, Vittorini G, Mannocci A, De Sanctis M. Alveolar ridge preservation techniques: a systematic review and meta-analysis of histological and histomorphometrical data. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 50-68.
5. Kabi S, Kar R, Samal D, Deepak KC, Kar IB, Mishra N. Immediate dental implant placement with or without autogenous bone graft: a comparative study. *Natl J Maxillofac Surg* 2020; 11 (1): 46-52.
6. Sakkas A, Wilde F, Heufelder M, Winter K, Schramm A. Autogenous bone grafts in oral implantology is it still a "gold standard"? A consecutive review of 279 patients with 456 clinical procedures. *Int J Implant Dent* 2017; 3:1-23.
7. Sittitavornwong S, Ashley D, Denson D, Cruz Walma DA. Integrity of human mandibular angle after block graft harvest from mandibular body. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34 (3):692-7.
8. Giannoudis PV, Dinopoulos H, Tsiridis E. Bone substitutes: An update. *Injury* 2005; 3: 20-7.
9. Canullo L, Del Fabbro M, Khijmatgar S, Panda S, Ravidà A. Dimensional and histomorphometric evaluation of biomaterials used for alveolar ridge preservation: a systematic review and network meta-analysis. *Clin Oral Investig* 2022; 26 (1):141-58.
10. Yeomans JD, Urist MR. Bone induction by decalcified dentin implanted into oral, osseous and muscle tissues. *Arch Oral Biol* 1967; 8: 999-1008.
11. Kim YK, Kim SG, Byeon JH y cols. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109 (4):496-503.
12. Kim YK, Yun PY, Um IW, y cols. Alveolar ridge preservation of an extraction socket using autogenous tooth bone graft material for implant site development: prospective case series. *J Adv Prosthodont* 2014; 6 (6):521-7.
13. Li P, Zhu H, Huang D. Autogenous DDM versus bio-oss granules in GBR for immediate implantation in periodontal postextraction sites: a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2018; 20 (6): 923-8.
14. Shavit E, Shavit I, Pinchasov D, Shavit D, Pinchasov G, Juodzbalsys G. The use of tooth derived bone graft materials in sinus augmentation procedures: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res* 2019; 10(2): e1.
15. Del Canto-Díaz A, De Elio-Oliveros J, Del Canto-Díaz M, Alobera-Gracia MA, Del Canto-Pingarrón M, Martínez-González JM. Use of autologous tooth-derived graft material in the post-extraction dental socket. Pilot study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2019; 24 (1): e53-60.
16. Minetti E, Giacometti E, Gambardella U y cols. Alveolar socket preservation with different autologous graft materials: preliminary results of a multicenter pilot study in human. *Materials* 2020; 13 (5):1153.
17. Sánchez-Labrador L, Bazal-Bonelli S, Pérez-González F, Sáez-Alcaide LM, Cortés-Bretón Brinkmann J, Martínez-González JM. Autogenous particulated dentin for alveolar ridge preservation. A systematic review. *Ann Anat* 2022; 14 (246):152024.
18. Kim YK, Lee J, Um IW y cols. Tooth-derived bone graft material. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2013; 39:103-11.
19. Casagrande L, Demarco FF, Zhang Z, Araujo FB, Shi S, Nör JE. Dentin-derived BMP-2 and Odontoblast Differentiation. *J Dent Res* 2010; 89: 603-8.
20. Schmidt-Schultz TH, Schultz M. Intact growth factors are conserved in the extracellular matrix of ancient human bone and teeth: A storehouse for the study of human evolution in health and disease. *Biol Chem* 2005; 386: 767-76.
21. Aladmawy MA, Natto ZS, Kreitzer M, Ogata Y, Hur Y. Histological and histomorphometric evaluation of alveolar ridge preservation using an allograft and non-resorbable membrane with and without primary closure: A pilot randomized controlled clinical trial. *Medicine (Baltimore)* 2022; 101 (26): e29769.
22. Gholami GA, Najafi B, Mashhadiabbas F, Goetz W, Najafi S. Clinical, histologic and histomorphometric evaluation of socket preservation using a synthetic nanocrystalline hydroxyapatite in comparison with a bovine xenograft: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 (10):1198-1204.
23. Zampara E, Alshammari M, De Bortoli J y cols. A histologic and histomorphometric evaluation of an allograft, xenograft, and alloplast graft for alveolar ridge preservation in humans: A randomized controlled clinical trial. *J Oral Implantol* 2022; 48 (6):541-9.
24. Elfana A, El-Kholy S, Saleh HA, Fawzy El-Sayed K. Alveolar ridge preservation using autogenous whole-tooth versus demineralized dentin grafts: A randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2021; 32 (5):539-48.
25. Joshi CP, Dani NH, Khedkar SU. Alveolar ridge preservation using autogenous tooth graft versus beta-tricalcium phosphate alloplast: A randomized, controlled, prospective, clinical pilot study. *J Indian Soc Periodontol* 2016; 20 (4):429-34.
26. Campoy TB. Autologous Dentin Graft Behavior in Bone Regeneration: Two histologies at 5 and 10 months. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2021; 41 (6):835-42.
27. Bucchi C, Del Fabbro M, Arias A, Fuentes R, Mendes JM, Ordonneau M. Multicenter study of patients' preferences and concerns regarding the origin of bone grafts utilized in dentistry. *Patient Prefer Adherence* 2019; 13:179-85.
28. Sánchez-Labrador L, Martín-Ares M, Ortega-Aranegui R, López-Quiles J, Martínez-González JM. Autogenous dentin graft in bone defects after lower third molar extraction: A split-mouth clinical trial. *Materials (Basel)* 2020; 13 (14):3090.
29. Koga T, Minamizato T, Kawai Y y cols. Bone regeneration using dentin matrix depends on the degree of demineralization and particle size. *PLoS One* 2016; 11 (1):e0147235.
30. Campoy-Beca T. Fractura vertical: Socket Shield e injerto autólogo de dentina. *RCOE* 2019; 24 (1): 22-30.