Transkrestaler Sinuslift mit autologem Knochen und patienteneigene Wachstumsfaktoren

Langfristige Knochenvolumenerhaltung

Ein Beitrag von Dr. Eduardo Anitua, Spanien

In den letzten Jahrzehnten hat die Sinuslift-Technik im Oberkiefer eine bemerkenswerte Weiterentwicklung erfahren und zu einem Paradigmenwechsel im chirurgischen Management der atrophen posterioren Maxilla geführt.[1–3] Während früher der laterale Sinuslift als Standardverfahren zur Augmentation des subantralen Knochenvolumens insbesondere bei sehr geringer Restknochenhöhe galt, haben weniger invasive Methoden, Fortschritte im Implantatdesign und ein vertieftes Verständnis der Osseointegration den transkrestalen Sinuslift als vorhersagbare, sichere und klinisch effiziente Alternative etabliert.[1–5]

Der transkrestale Zugang wird heute in den meisten klinischen Situationen bevorzugt, insbesondere wenn eine Restknochenhöhe von mindestens 4–5 mm vorliegt und damit eine ausreichende primäre Implantatstabilität gewährleistet werden kann. Der laterale Zugang bleibt hingegen das Verfahren der Wahl in komplexeren Fällen – etwa bei einer Restknochenhöhe unter 2 mm, bei notwendiger erweiterter Sinusdarstellung, bei Vorhandensein antraler Septen oder wenn mit der krestalen Technik keine ausreichende Stabilität erzielt werden kann.[6–11]

Beide Verfahren zeigen vergleichbare Implantatüberlebensraten: Langzeituntersuchungen berichten von 90–98 Prozent beim lateralen Sinuslift und 92–98 Prozent bei der transkrestalen Technik.[9–18]

Als Knochenersatzmaterialien stehen heute Allografts, Xenografts, synthetische Biomaterialien (z. B. Hydroxylapatit, β-Tricalciumphosphat) sowie Kombinationen mit plättchenreichem Plasma zur Verfügung.[17,20] Dennoch gilt autologer Knochen weiterhin als Goldstandard, da seine osteogenen, osteokonduktiven und osteoinduktiven Eigenschaften eine schnelle und biologisch optimale Regeneration ermöglichen.[21,24] Vergleichende Studien zur transkrestalen Sinusbodenelevation zeigen Erfolgsraten von über 95 Prozent bei Biomaterialien und 100 Prozent bei autologen Knochentransplantaten innerhalb von zwölf Monaten, ohne signifikante Unterschiede hinsichtlich marginaler Knochenhöhe oder subantralen Volumens.[8,11,25–28]

Besonders vorteilhaft erweist sich die Kombination von während der Implantatbettaufbereitung gewonnenem autologen Knochen mit plasma rich in growth factors (PRGF). Sie steigert das osteogene Potenzial des frisch gewonnenen Knochens, verbessert seine Handhabung und Kohäsion durch die biokompatible Bindungswirkung von PRGF und unterstützt dank bioaktiver Proteine und Zytokine Angiogenese, Zellproliferation und frühes Knochenremodelling – entscheidende Faktoren für eine verlässliche Osseointegration. Studien belegen, dass diese Kombination nicht nur die Handhabung erleichtert, sondern auch die Knochenneubildung beschleunigt und die Qualität des regenerierten Gewebes verbessert. Die erzielten Implantatüberlebensraten entsprechen dabei mindestens jenen konventioneller Biomaterialien.[29–32]

Die vorliegende Studie stellt eine Fallserie vor, in der die transkrestale Sinusbodenelevation mit PRGF-Endoret® und partikulärem autologen Knochen durchgeführt wurde. Ziel war es, den erzielten vertikalen Knochenzuwachs, die Langzeitstabilität des augmentierten Volumens nach funktioneller Belastung sowie die Implantatüberlebensraten zu bewerten.

Materialien und Methoden

Für diese retrospektive Untersuchung wurden Patienten eingeschlossen, die eine transkrestale Sinusbodenelevation mit autologem Knochen in Kombination mit PRGF-Endoret® erhalten hatten. Alle Patienten hatten eine Nachbeobachtungszeit von mindestens zehn Jahren nach funktioneller Implantatbelastung.

Die präoperative Diagnostik erfolgte anhand von Modellen, intraoraler Untersuchung und digitaler Volumentomografie (DVT), die mit spezieller Software (BTI Scan III) ausgewertet wurden. Als präoperative Medikation erhielten die Patienten 2 g Amoxicillin oral eine Stunde vor dem Eingriff sowie 1 g Paracetamol zur Analgesie. Postoperativ wurde Amoxicillin in einer Dosierung von 500–750 mg alle acht Stunden über fünf Tage verabreicht (gewichtsbasiert).

Alle Eingriffe wurden in einer Privatklinik in Vitoria, Spanien, von einem einzigen Chirurgen nach standardisiertem Pro-

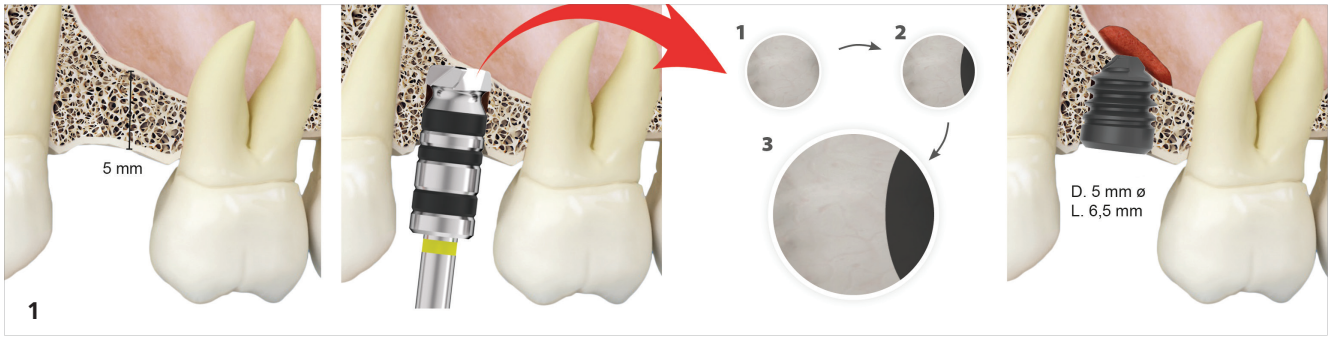


Abb. 1: *Transkrestaler Sinuslift mit frontal schneidendem Bohrer: progressive Abtragung des Sinusbodens von partiell bis vollständig, gefolgt von Implantatinsertion und Applikation autologen Knochentransplantats.*

tokoll durchgeführt. Das Implantatbett wurde mit langsam rotierenden, sukzessiv größeren Bohrern ohne Spülung vorbereitet („biologisches Bohren"). In der finalen Phase wurde ein frontal schneidender Bohrer eingesetzt, um den Sinusboden kontrolliert zu durchdringen und die Schneider'sche Membran ohne Perforation freizulegen. Die Bohrtechnik wurde an Knochenqualität und Restknochenhöhe angepasst, um eine optimale primäre Stabilität der Implantate zu erzielen.

Nach Anhebung der Membran wurde das Transplantat eingebracht und das Implantat mit einem chirurgischen Motor bei 25 Ncm und 25/min inseriert. Das finale Insertionsdrehmoment wurde mit einem Drehmomentschlüssel gemessen (Abb. 1).

Die Einheilphase betrug je nach Knochenqualität und erreichtem Insertionsdrehmoment vier bis fünf Monate. Anschließend wurden im zweiten Operationsstadium Multi-Unit-Abutments (Multi Im®) für die verschraubte prothetische Versorgung eingesetzt. Sämtliche definitive Prothesen waren verschraubt und miteinander verbunden, wobei mindestens zwei Implantate über Brücken fixiert wurden, um biomechanische Stabilität, optimale Lastverteilung und eine bakterienresistente Schnittstellenabdichtung zu gewährleisten.

Die Nachsorge umfasste klinische und radiologische Kontrollen alle sechs Monate mittels standardisierter Panoramaschicht- und periapikaler Aufnahmen. Beurteilt wurden Implantatstabilität, Sinusmorphologie, Knochenresorption sowie potenzieller apikaler Knochenzuwachs. Radiologische Aufnahmen wurden mit speziellen Positionierern standardisiert und mit ImageJ (NIH) kalibriert, wobei die Implantatlänge als Referenz diente.

Die primäre Variable war der vertikale Knochenzuwachs im apikalen Bereich. Sekundäre Variablen umfassten Implantatüberleben, marginale Knochenverluste sowie die Langzeitstabilität des augmentierten Volumens. Die Überlebensanalyse erfolgte nach der Kaplan-Meier-Methode, die statistische Auswertung mit SPSS v15.0 (SPSS Inc.).

Ergebnisse

Insgesamt erfüllten 22 Patienten die Einschlusskriterien; sie erhielten 31 Implantate. 64,5 Prozent waren Frauen, das mittlere Alter betrug 69 ± 4,6 Jahre.

Die meisten Implantate wurden an Position 27 gesetzt (19,4 Prozent), insgesamt reichte die Verteilung vom zweiten Prämolaren bis zum zweiten Molaren (Abb. 2).

Die mittlere Restknochenhöhe betrug 4,79 ± 1,27 mm (Spanne: 1,65–7,05 mm). Die Implantatlängen lagen zwischen 5,5 und 8,5 mm, am häufigsten wurde 7,5 mm verwendet (57,5 Prozent der Fälle). Die Längen sind in Abbildung 3 dargestellt.

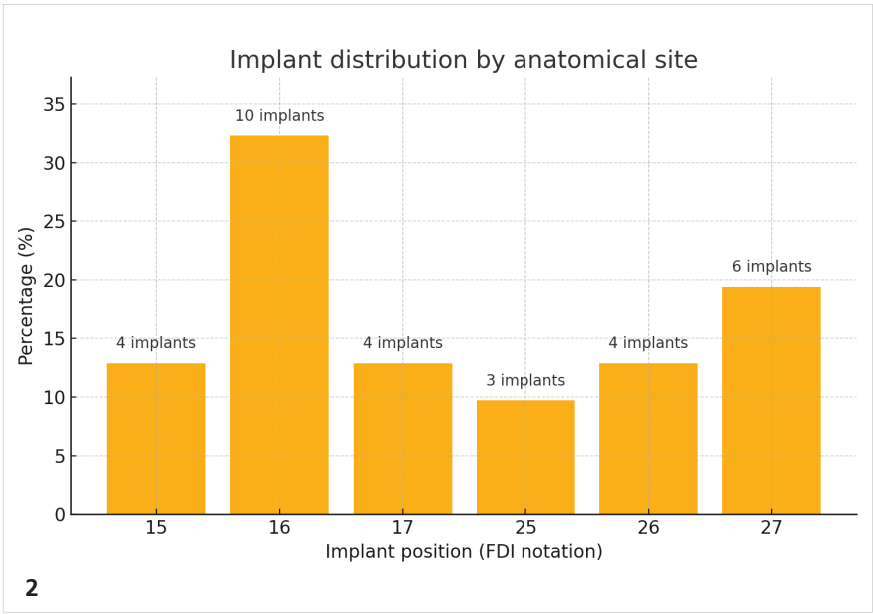
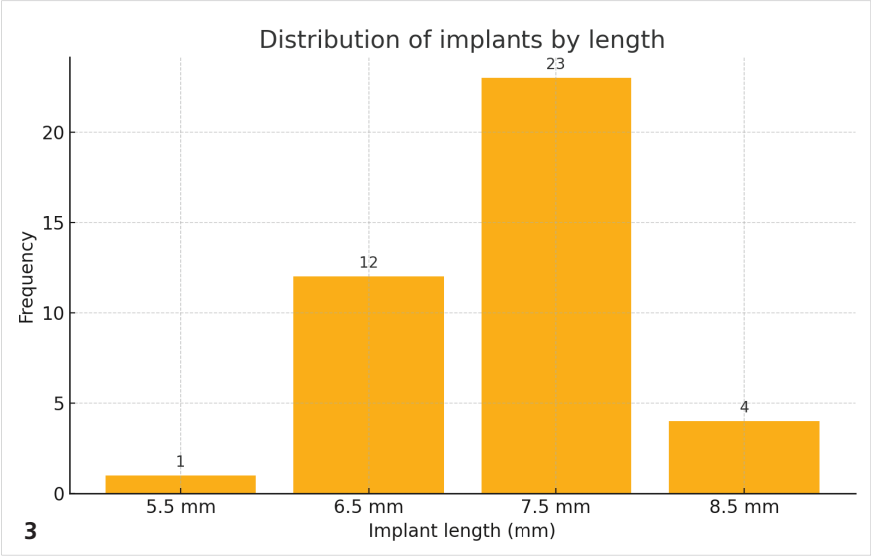


Abb. 2: *Positionen der in die Studie eingeschlossenen Implantate.*



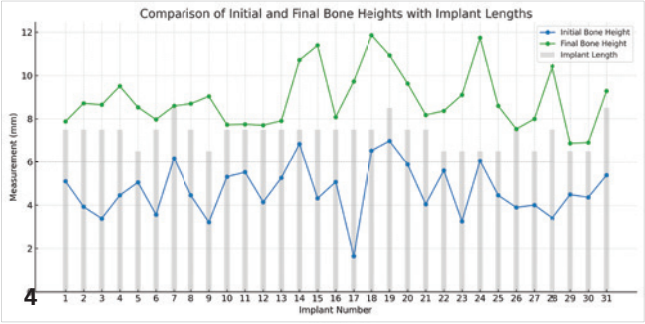


Abb. 3: *Längen der in die Studie eingeschlossenen Implantate.*

Abb. 4: *Anfangs- und Endknochenhöhe für jedes Implantat sowie die jeweils eingesetzte Implantatlänge.*

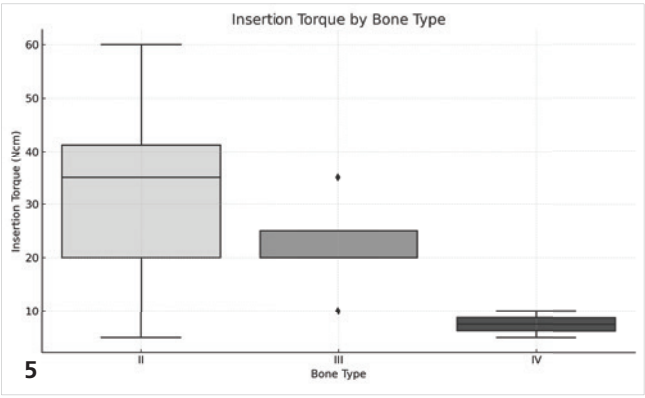


Abb. 5: *Insertionsdrehmoment in Abhängigkeit vom Knochentyp.*

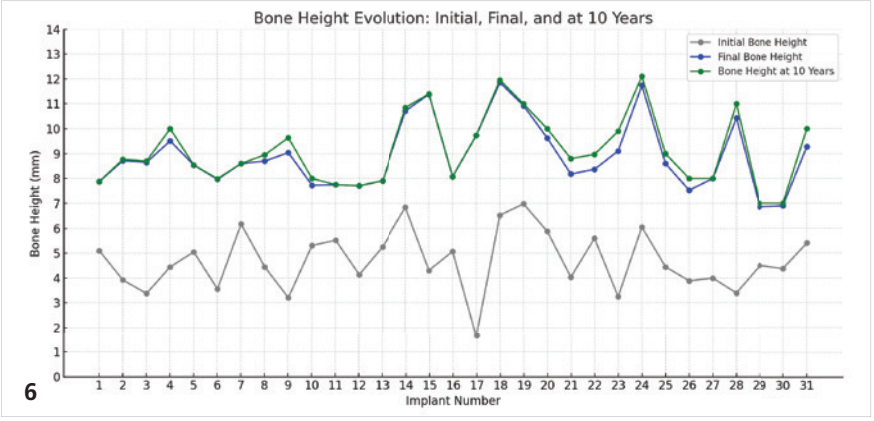


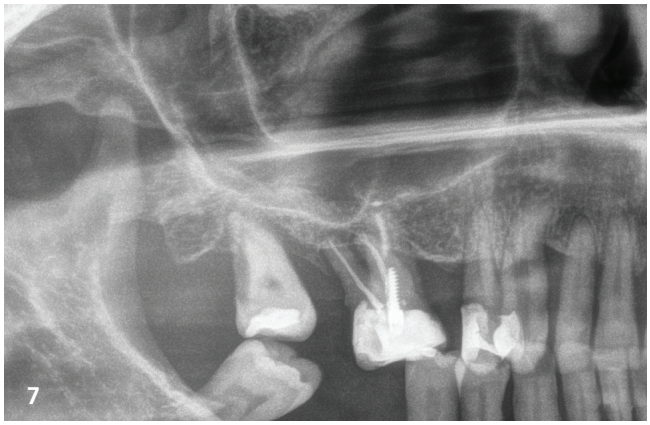
Abb. 6: *Entwicklung der Knochenhöhe vom Ausgangswert, der Zugewinn durch den transkrestalen Sinuslift und die langfristige Erhaltung des augmentierten Volumens nach zehn Jahren. In allen Fällen blieb die augmentierte Höhe stabil, mit nur minimaler, klinisch unbedeutender Resorption.*

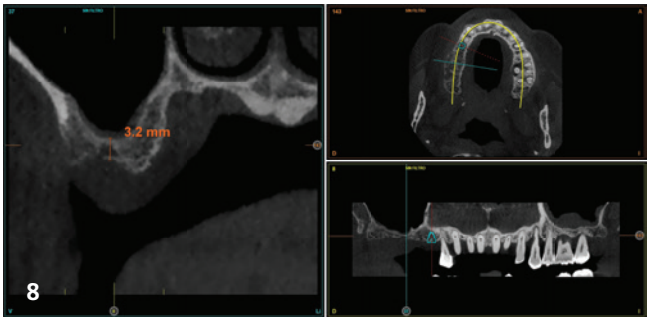
Der postoperative vertikale Knochenzuwachs betrug im Mittel 3,09 ± 1,58 mm, wobei die apikale Knochenneubildung über die Implantatspitze hinaus 1,54 ± 1,42 mm erreichte (Abb. 4).

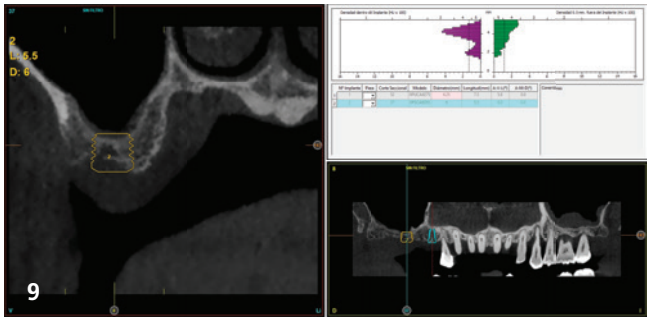
Die Mehrzahl der Implantate wurde in Knochen vom Typ II gesetzt (77,4 Prozent), gefolgt von Typ III (16,1 Prozent) und Typ IV (6,5 Prozent). Das mittlere Insertionsdrehmoment betrug 29,03 ± 14,68 Ncm. In Knochen vom Typ III und IV lagen die Werte niedriger als in Typ II (Abb. 5).

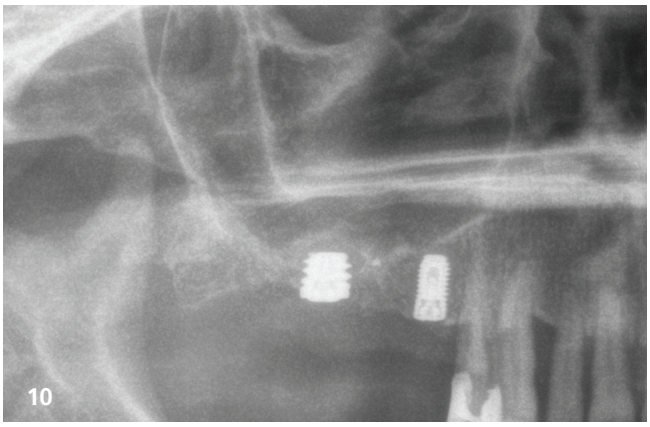
Alle Implantate wurden innerhalb von fünf bis sechs Monaten mit verschraubtem, verbundenem Zahnersatz rehabilitiert (93,5 Prozent). Nur ein Patient erhielt eine zementierte Brücke; dieser Fall wies zugleich die längste Nachbeobachtung von 14 Jahren auf. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug 10,71 ± 1,18 Jahre (Spanne: 10–14 Jahre). Es kam zu keinem Implantatverlust, sodass die kumulative Überlebensrate 100 Prozent betrug.

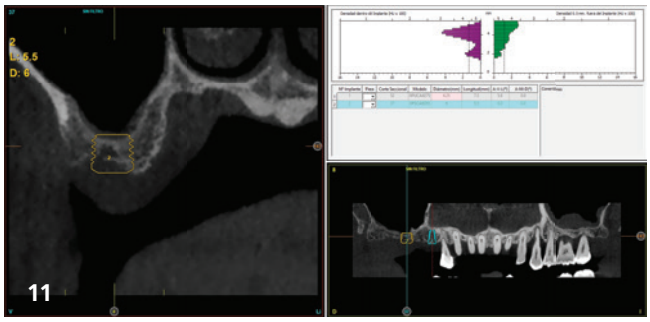
Der mittlere marginale Knochenverlust betrug mesial 0,63 ± 0,39 mm und distal 0,68 ± 0,41 mm. Nach zehn Jahren zeigte sich eine stabile Volumenerhaltung mit einem mittleren Unterschied von nur 0,23 ± 0,26 mm im Vergleich zu den Ausgangsmessungen. Der kumulative Knochenzuwachs vom Ausgangsbefund bis zum Zehn-Jahres-Zeitpunkt betrug 4,44 ± 1,59 mm. Abbildung 6 zeigt die zeitliche Entwicklung der Knochenhöhe, Abbildungen 7–14 dokumentieren einen repräsentativen Fall.

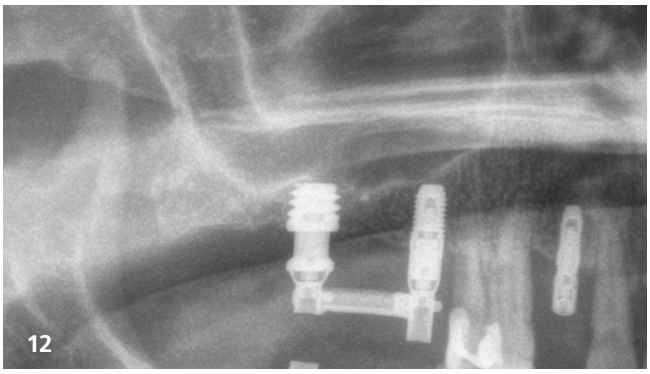


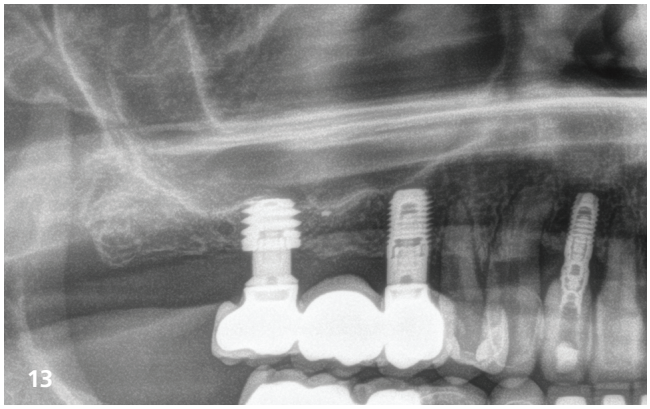












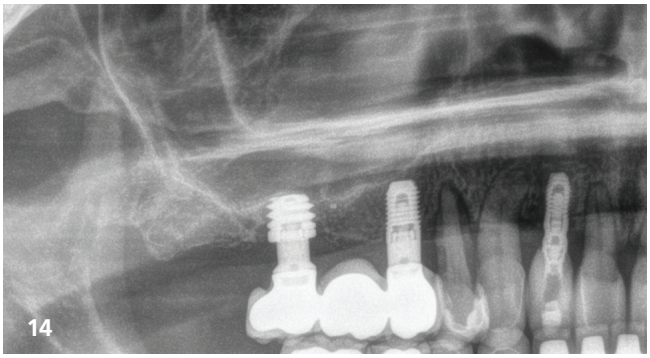


Abb. 7: *Ausgangsröntgenaufnahme der Zähne 16 und 18 mit schlechter Prognose, was eine Extraktion erforderlich macht. –* ***Abb. 8:*** *DVT-Planungsschnitt zeigt vertikale Knochenatrophie an Zahn 16 mit einer Resthöhe von 3,2 mm. –* ***Abb. 9:*** *Implantatplanung. –* ***Abb. 10:*** *Postoperative Röntgenaufnahme des eingesetzten Implantats und des deutlich sichtbaren vertikalen Knochenzuwachses durch transkrestale Augmentation mit autologem Knochen. –* ***Abb. 11:*** *Die DVT-Kontrollaufnahme nach sechs Monaten zeigt die Konsolidierung des Transplantats zum Zeitpunkt der Implantatbelastung. Die Kammhöhe stieg von unter 4 mm auf 10,5 mm. –* ***Abb. 12:*** *Röntgenaufnahme mit provisorischer Belastungsprothese nach der zweiten chirurgischen Phase. –* ***Abb. 13:*** *Röntgenaufnahme mit definitiver Prothese zeigt vollständige Konsolidierung des Transplantats und einen deutlichen Knochenzuwachs über die Implantatspitze hinaus. –* ***Abb. 14:*** *Röntgenaufnahme nach zehn Jahren zeigt die langfristige Stabilität der Behandlung mit dauerhaftem Knochenhöhenzuwachs, besonders deutlich im distalen Bereich.*

Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die Wirksamkeit und Vorhersagbarkeit des transkrestalen Sinuslifts mit autologem Knochen in Kombination mit PRGF zur Rehabilitation der atrophen posterioren Maxilla. Der chirurgische Ansatz ermöglichte einen signifikanten vertikalen Knochenzuwachs und eine langfristige Volumenstabilität bei einer Implantatüberlebensrate von 100 Prozent nach zehn Jahren.[30–32]

Das individualisierte, langsam rotierende Bohrprotokoll sowie der Einsatz eines frontal schneidenden Bohrers reduzierten das Risiko einer Membranperforation und trugen maßgeblich zur hohen Sicherheit der Technik bei. Auch in Fällen mit geringer Restknochenhöhe oder niedriger Knochendichte konnten stabile Implantate gesetzt und osseointegriert werden.

Die Zugabe von PRGF-Endoret® verstärkte das regenerative Potenzial des autologen Transplantats. Gerade in der Sinushöhle, die nur über eine eingeschränkte vaskuläre Versorgung verfügt, wirkt PRGF als biologischer Stimulator für Heilung und Knochenkonsolidierung.[33–34] Gleichzeitig verbessert PRGF die Kohäsion und Handhabbarkeit des autologen Knochens, ohne auf synthetische Materialien zurückgreifen zu müssen – ein Vorteil hinsichtlich Immunverträglichkeit und Fibrosebildung.[29–30, 35]

Der mittlere vertikale Knochenzuwachs von 3,09 mm, davon 1,54 mm über die Implantatspitze hinaus, liegt im oberen Bereich der in der Literatur für transkrestale Techniken berichteten Werte und übertrifft teils die Ergebnisse herkömmlicher Biomaterialien.[36–38] Auch die Volumenerhaltung nach zehn Jahren war mit einem Verlust von nur 0,23 mm außergewöhnlich stabil.

Der marginale Knochenverlust von 0,63 mm mesial und 0,68 mm distal nach zehn Jahren fällt deutlich geringer aus als in früheren Studien. Zhang et al.[39] berichteten nach fünf Jahren von 0,92 mm Verlust bei autologem Knochen, während andere Untersuchungen mit transkrestaler Technik ohne Transplantatwerte zwischen 0,9 und 1 mm zeigten.[40,41] Die minimalen Verluste in der vorliegenden Studie lassen sich wahrscheinlich durch die Kombination aus biologischem Bohrprotokoll, autologem Knochen und PRGF erklären, die gemeinsam frühe Heilung und Angiogenese fördern sowie die Knochenresorption langfristig reduzieren.

Schlussfolgerung

Diese Fallserie zeigt, dass die transkrestale Sinusbodenelevation mit partikulärem autologem Knochen, gewonnen durch biologische Bohrtechnik, in Kombination mit PRGF ein sicheres, minimalinvasives und hochwirksames Verfahren zur Behandlung der atrophen posterioren Maxilla darstellt. Über einen Nachbeobachtungszeitraum von mehr als zehn Jahren konnte ein signifikanter vertikaler Knochenzuwachs mit stabiler Volumenerhaltung erzielt werden. Die Implantatüberlebensrate betrug 100 Prozent, der marginale Knochenverlust war minimal. Damit bestätigt die Studie die hohe Langzeitstabilität und Vorhersagbarkeit dieser biologisch optimierten Technik und unterstreicht ihre Rolle als effektive Alternative zu konventionellen Transplantatmaterialien bei der transkrestalen Sinusbodenelevation.

Dr. Eduardo Anitua

Literatur



Kontakt

Dr. Eduardo Anitua
Eduardo Anitua Foundation
Vitoria, Spanien
Tel.: +34 945 160653
eduardo@
fundacioneduardoanitua.org
www.fundacioneduardoanitua.org