

Langzeituntersuchung nach Sinusbodenaugmentation mit durch Tissue-Engineering gewonnenem Gewebe

Zahnverlust geht mit massivem Knochenverlust einher, so dass eine Platzierung von endosalen Implantaten dort eingeschränkt wird oder nicht mehr durchführbar ist. Altbewährt zur Rekonstruktion ist die Transplantation von autogenem Knochen, aber verbunden mit dem gravierenden Nachteil, dass ein zweites OP-Gebiet, die Spenderstelle notwendig ist. Mit gezüchteten autogenen Knochentransplantaten, dem BioSeed®-Oral Bone, steht eine Substanz zur Knochenaugmentation zur Verfügung, die auf eine zusätzliche Knochenentnahme aus der Kinnregion oder aus dem Beckenkamm verzichtet.

Autor: Dr. Dr. Ralf Luckey, MSC

Ein Fallbeispiel unter Langzeitbeobachtung

Beidseitige Sinusbodenelevation mit simultaner Implantatnavigation unter Verwendung von vitalem autogenem Transplantat aus Perioststellen. Überprüfung des Strukturhalts der Knochenchips nach 2 Jahren und 4 Jahren mittels eines 3D-generierten Oberkiefers.

Einleitung

In der Mitte der 80-er Jahre sind von einer Vielzahl von klinisch und wissenschaftlich orientierten Forschergruppen humane Knochenzellen (Osteoblasten) reproduzierbar isoliert und kultiviert worden. In den 90-er Jahren wurden gleichzeitig mit dem Aufkommen des Tissue Engineering dann verstärkt Knochenzellen in Kombination mit Trägermaterialien zur biotechnologischen Herstellung von Hartgewebe untersucht, mit dem Ziel, eine alternative Methode zur autologen Knochentransplantation zu etablieren^{1, 2, 3, 4, 5, 6}. Das erste in Europa

(2001) als Medizinprodukt zugelassene laborgezüchtete Knochentransplantat ist BioSeed®-Oral Bone (BioTissueTechnologies GmbH, Freiburg).

Die Patienten müssen sich zur Züchtung ca. 500 ml Eigenblut entnehmen lassen. Zur ausreichenden Gewinnung der benötigten Kambiumzellen wird ein ca. 1 cm² großes Periostbiopsat aus der Kieferwinkelregion entnommen. Der sichtbar calcifizierte BioSeed®-Oral Bone steht nach ca. siebeneinhalb Wochen zur Verfügung und ist nach Fertigstellung 48 h haltbar.

Röntgenbefund

Das OPG zeigte in der regio 14 bis 17 und 24 bis 27 ein reduziertes Knochenangebot in vertikaler Dimension.

Diagnose

Beidseitige Freundsituation, Oberkiefer Klasse II a, Angel Klasse I Relation bei geringfügig reduziertem Vertikalabstand von -2 mm.

Behandlungsplanung

Voraussetzung für eine erfolgreiche Osseointegration der Implantate ist die Restknochenhöhe von mindestens 4 mm deren stabile Lage im Knochen und eine belastungsfreie Einheilzeit. Aus dieser

Voraussetzung ergeben sich an Implantat und Vorgehensweise verschiedene Anforderungen: Bezüglich der Vorgehensweise muss man zwei Gruppen unterscheiden: bei einer verbleibenden Knochenhöhe von mehr als 4 mm ist es in der Regel auch bei dem weichen Oberkieferknochen noch möglich, das Implantat stabil einzubringen.

Das Knochenangebot in unserem Behandlungsfall war deutlich reduziert, mit einer Restknochenhöhe von ca. 4 mm ist eine Sinusbodenelevation mit Knochentransplantation unumgänglich. Die Entnahme von Beckenspongiosa mit den üblichen Folgen (Schmerzen und Gehbehinderung über einen längeren Zeitraum) war für die Patientin indiskutabel. Außerdem bestanden phobische Vorbehalte gegenüber einer Entnahmeoperation am Becken. Aufgrund des großen Zeitvorteil des einzeitigen Eingriffs, entschied sich die Patientin für den Sinuslift mit simultaner Implantation von jeweils 4 Implantaten in regio 14 bis 17 und 24 bis 27. Um eine stabile implantologische Versorgung zu gewährleisten war eine Transplantation mit BioSeed® Oral Bone vorgesehen.

Weil die Patientin in der Einheilzeit von 9 bis 12 Monaten auf keinen Fall eine herausnehmbare Versorgung akzeptieren wollte, mussten zudem IPI (Übergangsimplantate) in regio 15, 16, 17 und 25, 26 bis 27 inseriert werden, die dann

Anzeige

 Schützen Sie sich vor haftungsrechtlichen Risiken!
www.sego-soft.info



Bild 1: Zur Augmentation vorbereitete osteogene vitale Chips

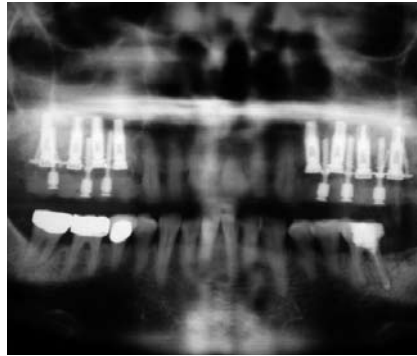


Bild 2: Postoperative Röntgenkontrolle mittels OPG mit Bonechips Implantaten SIS-Platte und Übergangsimplantaten, auf denen das intraoperativ inserierte PV fixiert wurde. Als typischer Befund ist beim postoperativen Kontroll-OPG der augmentierte Bereich nur schwach darstellbar und der Kieferhöhlenboden noch eindeutig abgrenzbar



Bild 3: Situation nach Fertigstellung Seitenansicht rechts



Bild 4: Röntgenkontrolle im OPG nach Eingliederung der teleskopierenden Brücken und Cercon – Kronen nach 8 Monaten. Deutlich erkennbare Zunahme der röntgenologischen Verschattung als Hinweis auf die knöcherne Regeneration im Bereich des Sinusaugmentats mittels Bonechips. Nebenbefund: prothetisch versorgter Unterkiefer und Parodontalbehandlung



Bild 5: Situation nach Fertigstellung Seitenansicht rechts

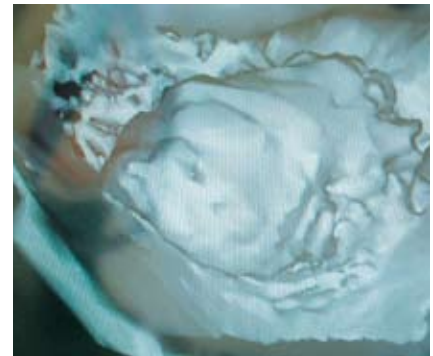


Bild 6: 3-D-Darstellung der Augmentation mit BioSeed® Oral Bone

mit einem Langzeitprovisorium versorgt werden sollten.

Ätiologie und Prognose

Die in der Risikoaufklärung zu erwähnenden Komplikationen, wie Totalverlust von Transplantat und Implantat, welche beim zweizeitigen Vorgehen nicht eintreten können, sind gegenüber dem verkürzten Zeitaufwand bis zur prothetischen Versorgung und dem nicht notwendigen zweiten chirurgischen Eingriff abzuwägen.

Behandlungsablauf

Zunächst erfolgte die Simulation des möglichen Behandlungsergebnisses nach

Wax up und CT-Schienenherstellung mittels Navigation. Dadurch war es möglich, das prospektive Behandlungsergebnis vor Behandlungsbeginn abzuschätzen (Backward-Planing). Dieses sog. Top-down-Treatment gilt insbesondere für die präimplantatprothetisch-chirurgischen Augmentationsmaßnahmen zur Wiederherstellung ausreichender Knochenstrukturen, um die Implantate in die prothetisch optimale Position integrieren zu können. Die notwendigen Implantatpositionen wurden am 3-D-Modell geplant und diese Position konnte mittels der Navigationsschablone auf den OP Situs 1 : 1 übertragen werden.

Für die Kultivierung der autogenen Zellen wurde zunächst ein 1 cm² großes

Perioostbiopsat am rechten Unterkieferwinkel entnommen. Zur weiteren Kultivierung der Zellen wurde der Patientin Vollblut entnommen, dabei ist die Menge des entnommenen Blutes abhängig von der Anzahl der Chips. In diesem Fall sollten 40 Chips gezüchtet werden, je Kieferhälfte 20 Chips. Acht Wochen nach Kultivierung stand der gezüchtete Knochen zur Transplantation zur Ver-

Anzeige

Sichere Dokumentation der Instrumentenaufbereitung!
www.segsoft.info

fügung. Nach Kieferkammschnitt mit Entlastungsinzisionen distal vom Zahn 23 bzw. 13 und den Tuberalregionen wurde der Kieferknochen beidseitig in regio 14 bis 17 und 24 bis 27 nacheinander dargestellt. Die Applikation der Chips erfolgte mit einer anatomischen Pinzette in die vorbereiteten Hohlräume der Kieferhöhle. Dann erfolgte die navigierte Implantation von jeweils vier Implantaten (Länge 13 mm, Durchmesser 3,75 mm, Osseotite 3i Implant Innovation) und drei Übergangsimplantaten (IPI Nobel Biocare, Länge 14 mm Durchmesser 1,2 mm). Danach wurden die Bone Chips zirkulär um die Implantate angelagert. Die Implantate 25 bis 27 und 16 und 17 wurden mittels einer SIS-Platte (Mondeal) im Sinne einer Osteosyntheseplatte mit vier 12 mm langen Schrauben nach dem sog. Göttinger Satellitenmodell fixiert, um eine zusätzliche Primärstabilität und sichere Einheilung der Implantate zu gewährleisten. Abschließend wurde die provisorische Kunststoffbrücke auf den sechs IPIs und den sechs Frontzähnen von 17 bis 27 mit Improvzement (provisorischer eugenolfreier Acrylzement, Nobel-Biocare) zementiert.

Nach achtmonatiger Einheildauer erfolgt die Implantatfreilegung und die Entfernung der SIS-Platten und IPIs. Auf dem Meistermodell wurden sodann teleskopierend abnehmbare Brücken mit sekundärer palatinaler Verschraubung angefertigt sowie in der Front sechs Vollkeramik-Cercon-Einzelkronen. In den darauf folgenden Behandlungssitzungen wurden Gerüstanprobe und Rohbrandanprobe durchgeführt, bevor in der definitiven Behandlungssitzung die Restaurationen eingegliedert wurden.

Schlussbefund

Sechs Monate nach Eingliederung der Restaurationen stellten sich die periimplantären Verhältnisse klinisch als unauffällig dar. Die postoperativen CT-Bilder zeigten nach 2 und 4 Jahren einen stabilen ausgereiften Knochen beidseitig in der Kieferhöhle. Die Bone-Chips sind homolog verwachsen und liegen spaltfrei an den Implantatgewinden an. Keinerlei Anzeichen einer Resorption nach 2 und 4 Jahren.

Diskussion

Das dargestellte Behandlungskonzept demonstriert die Möglichkeit einer fest-sitzenden Seitenzahnversorgung bei atrophischen Kieferverhältnissen. Die Sinusliftoperation ist ein standardisiertes Operationsverfahren, das sich in den letzten zehn Jahren als Routineeingriff zur knöchernen Augmentation des atrophischen Oberkiefers bei Insertion enossaler Implantate zur prothetischen Rehabilitation etabliert hat. Der durch Zahnverlust, Atrophie, Resorption oder Trauma in seiner Höhe und Breite reduzierte Kieferkamm kann durch einen Knochentransfer mit autologem Knochen aus unterschiedlichen enoralen oder extraoralen Spenderregionen rekonstruiert werden.

Hier für sind zahlreiche Therapieverfahren entwickelt worden, vom Verfahren der Osteosynthese, dem Prinzip der gesteuerten Knochenregeneration mit gewebetrennenden Membranen, dem Bonesplittingverfahren, der Distractionosteogenese für den vertikalen Aufbau des Alveolarfortsatzes bis hin zur Einlagerungsplastik im Bereich der posterioren Maxilla. Wir verfügen somit für nahezu jede Indikation über ein adäquates Therapieverfahren. Dort, wo der Entnahme von autologem Knochen aus einer Spenderregion ein modernes, weniger invasives Verfahren gegenüber gestellt werden kann, mit dem ohne Knochentransfer aus einer Spenderregion gleichfalls ein für die Implantologie ausreichendes Knochenlager generiert werden kann, sollte diesem Verfahren der Vorzug gegeben werden.

Für die posteriore Maxilla steht mit dem Verfahren des Tissue Engineerings autologes, osteogenes Material zur Verfügung, das minimal invasiven Grundsätzen entspricht. Die Eingriffe sind in Lokalanästhesie und ambulant durchführbar. Der von Biotissue für den jeweiligen Patienten gezüchtete Zellverbund enthält pro 1-Cent-Stück-großen Chip etwa 1,5 Millionen osteoinduktiver Zellen.

Die Eigenknochenzüchtung ermöglicht den Verzicht auf den belastenden Knochenaufbau mittels Beckenkammspongiosa. Bei diesem Eingriff unter Vollnar-

kose ist ein stationärer Klinikaufenthalt von 3 Tagen nötig. Postoperativ muss die Entnahmestelle durch den Einsatz von Krücken beim Gehen für ca. 10 Tage entlastet werden. Die Kosten dieser Vorgehensweise liegen bei ca. 6.000 €. Die Möglichkeit mit Hilfe autologem, vitalen Knochenzellmaterial aus Kambiumzellen osteoinduktiven Knochen zu generieren, ist eine inzwischen in unser Praxisklinik etablierte Methode, weil er eine hohe knochenähnliche Struktur hat, sich locker anlagert, formstabil ist und interkonnetierende Bereiche bildet, so das die notwendige Angione und die begleitende Osteogenese im gewünschtem Maße durch das gezüchtete Augmentat stattfinden können. Dies konnte eindrucksvoll durch die CT-Nachuntersuchungen belegt werden. Zudem zeigen die Histologien allesamt gute Ergebnisse. Der neugebildete Geflechtknochen weist typische Merkmale eines spongiösen Knochens auf. Das Polymervlies resorbiert nach 180 Tagen vollständig. Die Histologien zeigen außerdem, dass sich der neugebildete Knochen direkt an den bestehenden lamellären Knochen anschließt. Womit sich das Züchtungsaugmentat perfekt in den Kieferknochen integriert^{8,9}.

Zu berücksichtigen ist bei dieser Methode, dass ein kleiner Eingriff am Kieferwinkel notwendig ist, um die Periosthaut zu entnehmen. Es folgt die zweimonatige Züchtungsphase, bevor das Knochenzellmaterial im Rahmen der Implantation eingesetzt werden kann. Diese systembedingte Pause von 2 Monaten in denen der Knochen gezüchtet wird, ist sicherlich ein Nachteil gegenüber den etablierten Verfahren der enoralen Knochenentnahme. Die Kosten dieses Verfahrens sind vergleichsweise hoch, abhängig von der Menge der gezüchteten Bone-Chips und verursachen bei einem beidseitigen Sinuslift Kosten in Höhe von ca. 8000 €.

Generell stehen als Alternativen zum Knochenaufbau noch die enorale Entnahme an Kinn oder Kieferwinkel zur Verfügung. Da die enoralen Entnahmepotenziale im reduziertem Restknochen (4 mm) bei beidseitiger Friendsituation nicht ausreichen, stellen sie im hier geschilderten Fall keine Alternative dar, genauso wenig wie die reine Anwen-

dung von Knochenersatzmaterial auf xenogener (Bio-oss, Fa. Geistlich) oder alloplastischer (Biogran, BioMet 3i) Basis. Bei den Indikationen bei den diese Alternativen nutzbar sind – wie z.B. der reduzierte Restknochen von 8 mm beim einseitigen Sinuslift – kann mit Knochenersatzmaterial und enoralen Knochen teilweise auch in Kombination gearbeitet werden. Die Kosten sind bei dieser Variante erheblich geringer und liegen in einer Größenordnung von ca. 2000 €. Zudem entsteht hier kein Zeitverlust wie bei der Knochenzüchtung. In diesen Fällen sollte der klinisch erfolgreich dokumentierten Verwendung von Knochenersatzmaterial und enoraler Knochenentnahme der Vorzug gegeben werden. Die Versorgung kann direkt erfolgen.

In dem hier gezeigten Fall kann die Zweitoperation am Sinus vermieden werden und zum anderen wird gleichzeitig eine Zeiteinsparung von drei Monaten erreicht. So kann die Sinusliftoperation von einem zeitraubenden und recht traumatischen Eingriff (zweiphasig) zu einem atraumatischen und zeitsparenden Operationsverfahren gewandelt werden. Der behandlerische und finanzielle Mehraufwand der Implantatnavigation führt zu einer nachweislichen Effizienzsteigerung der Achsenoptimierung und damit zu einer optimaleren prothetischen Versorgung im besonderen bei der Freundsituation von Regio 14 bis 17 bzw. 24 bis 27 und rechtfertigt nach den Ergebnissen der retrospektiven Studie von Luckey et al. 2006 die routinemäßige Einsetzbarkeit des Navigationssystem RoboDent®. Bei den kleinen Schaltlücken und unter Kenntnis der anatomischen Besonderheiten in der Oberkieferprämolarenregion ist die Navigation, wie auch die Ergebnisse der retrospektiven Studie von Luckey et al. 2006 zeigen nicht erforderlich¹⁰.

Conditio sine qua non für einen routinemäßigen Einsatz bei der subantralen Augmentation mit vitalem autogenen Transplantat aus Periostzellen ist aber der Erhalt dieser Strukturen über einen langen Zeitraum. Die CT – Nachuntersuchung des eingebrachten autologen vitalen Knochenzellmaterial zeigt nach 4 Jahren stabile Verhältnisse. Damit zeigt dieses moderne Verfahren der Biotechnologie einen für den Patienten wenig

belastenden Knochenaufbau auf, das insbesondere im Bereich der atrophien Maxilla beim Sinuslift-Verfahren erfolgreich angewendet werden kann.

Die Möglichkeit, mit Hilfe autogener, aus Kambiumzellen gewonnener, osteoinduktiver Zellen Knochen zu generieren, wird zukünftig mit dem Einsatz von körpereigenen Signalmolekülen (BMPs) eine Weiterentwicklung erfahren^{6,7}. Dieses neuartige Verfahren zur Knochenzüchtung eröffnet eine funktionale, risikoarme und patientenfreundliche Alternative zur Sinusaugmentation mit patienteneigenem Knochenmaterial als Vorbereitung für das Setzen von Implantaten. Das ist das Ergebnis einer im Journal of Periodontology 2008 veröffentlichten weiteren Fallstudie vom Düsseldorfer Team Dr. Beaumont und Prof. Dr. Zafropoulos in Kooperation mit der Ohio State University, USA. Die Studie belegt, dass die postoperative Knochenhöhe nach 18 Monaten um den Faktor 4,5 über dem Wert vor Behandlungsbeginn lag und damit signifikant ist ($p > 0,0001$). Weder in der Folge der Augmentation noch nach dem Einsatz von insgesamt 10 Implantaten kam es zu Entzündungen oder sonstigen Komplikationen¹¹.

Die implantatprothetische Rehabilitation der beidseitig verkürzten Zahnreihe ist der konventionellen Perioprothetik aus vielen Gründen vorzuziehen. So stehen bei dieser Methode die Erhaltung präexistenter dentaler und ossärer Gewebe und der hohe Tragekomfort einer fest-sitzenden Versorgung im Vordergrund der therapeutischen Bemühungen. Unter Berücksichtigung der quantitativen und qualitativen Knoschensituation kommt hier die „Zahn-für-Zahn-Restauration“ einer vollständigen oralen Rekonstruktion am nächsten.

Literatur:

¹ Basner C, Spassova E, Ewers R: 15 Jahre Forschung und Klinik mit Frios Algipore Implantologie Journal 2002; 5: 26-30

² Borden M, El-Amin SF, Attawia M, Lauren-cin CT. Structural and human cellular assessment of a novel microsphere-based tissue engineered scaffold for bone repair. Biomaterials 2003; 24: 597-609

³ Jensen OT, Sennerby L: Histologic analysis

of clinically retrieved titanium microimplants placed in conjunction with maxillary sinus floor augmentation. Int J Oral Maxillofac Implants 13: 413-521, 1998

⁴ Kremer M, Berger A: Perspektiven des künstlichen Hautersatzes – Vom biologischen Verband zur künstlichen Haut. Dt. Ärzteb 2000; 97: 1222-1227

⁵ Puelacher WC, Wisser J, Vacanti CA, Ferraro NF, Jaramillo D, Vacanti JP: Temporomandibular joint disc replacement made by tissue-engineered growth of cartilage. J Oral Maxillofac Surg 52: 1172-1177, 1994

⁶ Schopper Ch, Moser D, Sabbas A, Spassova E, Goriwoda W, Iagogiannis G, Yerit K, Watzinger F, König F, Donath K, Ewers R: The Fluorohydroxyapatite (FHA) Frios® Algipore® is a Suitable Biomaterial for the Reconstruction of Severely Atrophic Human Maxillae. In review – Clinical Oral Implants Research 2003 (in press)

⁷ Sittinger M, Bujia J, Rotter N, Reitzel D, Minuth WW, Burmester GR: Tissue engineering and autologous transplformation: practical approaches with resorbable Biomaterials and new cell culture techniques. Biomaterials 1996; 17: 237-242

⁸ Wiedmann-Al-Ahmad M, Gutwlad R, Hübner U, Schmelzeisen R: Search for ideal biomaterials to cultivate human osteoblastlike cells for reconstructive surgery. Biomaterials 2002a (accepted)

⁹ Wiedmann-Al-Ahmad M, gutwlad R, Lauer G, Hübner U. Schmelzeisen R: How to optimize seeding and culturing human osteoblast-like cells on various biomaterials. Biomaterials 23: 3319-3328, 2002b

¹⁰ Luckey R., H. Kniha, K. Benner: Die Effizienzsteigerung der Implantatpositionierung mit dem Navigationssystem RoboDent in der Oberkieferprämolarenregion im Vergleich zur Bohrschablonengeführten Implantation. ZZI, Z Zahnärztl Impl, 2006; 22(2)

¹¹ C. Beaumont, R.J. Schmidt, D.N. Tatakis, G.-G. Zafropoulos; Use of Engineered Bone for Sinus Augmentation. Journal of Periodontology, 2008, Vol 79, No. 3 pages 541-548; (doi:10.1902/jop.2008.070255).

Weitere Informationen

**Implantatzahnklinik Hannover DIG
Dr. Dr. Ralf Luckey MSc.**

Zentrum für Navigationschirurgie
Telefon: +49 (0)511 663021