

D. Edinger¹

Langzeitergebnis einer vertikalen Distractionsosteogenese im Unterkiefer beidseits

*Long term result of a vertical distraction
osteogenesis in the lower jaw*



D. Edinger

Einführung: Zur vertikalen Restauration eines atrophierten Alveolarfortsatzes stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Neben der Auflagerung oder Interposition autogener oder alloplastischer Materialien existiert die vertikale Distractionsosteogenese. Dieses Verfahren ermöglicht die Knochenregeneration ohne Knochenentnahme und ohne Verwendung von Fremdmaterialien. Als ein möglicher Nachteil wird dem Verfahren jedoch nachgesagt, dass der regenerierte Knochen langfristig zu deutlicher Atrophie neigt.

Material und Methode: Bei einem Patienten mit massiver Atrophie des Alveolarfortsatzes im Unterkiefer-Seitenzahnbereich beidseits wurde eine vertikale Distractionsosteogenese durchgeführt. Es werden die Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung sowie der digitalen Volumentomographie sechs Jahre postoperativ dargestellt.

Ergebnisse und Schlussfolgerung: Bei der Untersuchung sechs Jahre postoperativ zeigte sich keinerlei Atrophie im Bereich des neugebildeten Callus. Die Implantate waren voll osseointegriert und die Restaurationen in einwandfreiem Zustand.

(Dtsch Zahnärztl Z 2011, 66: 726–732)

Schlüsselwörter: Implantologie, Navigation, enossale Implantate, okklusale Rehabilitation, Osteogenese, Distraction, vertikale Dimension, Alveolarkamm-Augmentation

Objective: For vertical restoration of the atrophied alveolar process various methods are available. In addition to the onlay graft or interposition of autogeneous or alloplastic materials exists the vertical distraction osteogenesis. This procedure allows bone regeneration without the necessity of bone harvesting and without the use of foreign materials. One possible disadvantage of the process may be that the regenerated bone in the long term tends to severe atrophy.

Material and Methods: In a patient with massive atrophy of the alveolar process in the mandibular posterior area on both sides was performed vertical distraction osteogenesis. The results of the clinical examination and of the digital volume tomography six years after surgery are presented.

Results and Conclusion: The examination six years after the operation showed no atrophy in the area of the newly formed callus. The implants were osseointegrated and the restorations were in perfect condition.

Keywords: implants, osseointegrated, osteogenesis, distraction, vertical dimension, alveolar ridge augmentation mouth rehabilitation, occlusion, rehabilitation

¹ Große Burstah 31, 20457 Hamburg
DOI 10.3238/dzz.2011.0726



Abbildung 1 Es bestand eine Freundsituation im Unterkiefer beidseits, Zahn 33 war tief kariös zerstört.

Figure 1 A resin-bonded situation in the lower jaw existed on both sides, dent 33 was destroyed by carious.

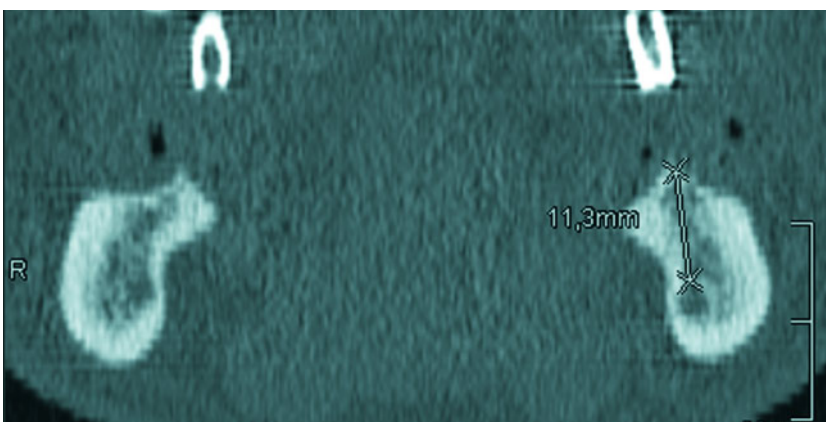


Abbildung 2 Das präoperative CT zeigte eine für die Distractionsosteogenese ausreichende Knochenhöhe und Breite.

Figure 2 The preoperative CT showed enough bone height and width for the distraction osteogenesis.

1 Einleitung

Die Distractionsosteogenese wurde erstmals 1971 von *Ilizarov* angewandt, um untere Extremitäten zu verlängern [13], und es folgten grundlegende Arbeiten in der orthopädischen Chirurgie [14]. In die Kieferchirurgie wurde die Distractionsosteogenese von *Klein* [15] eingeführt sowie von *McCarthy* [17, 18], sie entwickelten extraorale Apparaturen zur sagittalen Verlängerung des hypoplastischen Unterkiefers. Da diese Geräte eine deutliche Beeinträchtigung des Patienten darstellten, war die intraorale Anwendung der Distractionsosteogenese ein erheblicher Fortschritt.

McCarthy [18] sowie *Wangerin* [24] entwickelten solche Systeme im Rahmen einer Verlängerung des mikrognathen Unterkiefers. Ein neuer Indikationsbereich entstand, als die vertikale Distraction eines Alveolarfortsatzsegments eingeführt wurde. Hierbei war die Distractionsosteogenese erstmals eine vorbereitende Maßnahme vor einer Implantation im atrophierten Kieferbereich. Entsprechende Operationsver-

fahren wurden im Tierexperiment von *Block* entwickelt [3], die klinische Anwendung erfolgte durch *Chin* [5]. Die vertikale Distraction eines Alveolarfortsatzsegments durch Mikroplatten stellte einen weiteren Fortschritt dar, da nun auch kleinere Kieferbereiche aufgebaut werden konnten bei teilbezahnten Patienten [7, 10–12, 20]. Die Anwendung dieser Mikroplatten im Oberkiefer war ein weiterer Schritt zur allgemeinen Verfügbarkeit dieses Verfahrens [9]. Auch bei extremer transversaler Diskrepanz der Kieferbögen wurde die Distractionsosteogenese angewandt [6], und auch bei speziellen Indikationen wie bei der Distractionsosteogenese von Fibula-Transplantaten bewährte sich das Verfahren [16, 21].

2 Falldarstellung

Anamnese

Der 57-jährige Patient suchte 2004 erstmals unsere Praxis auf. Er klagte über

den schlechten Sitz der ca. 5 Jahre alten Unterkiefer-Teilprothese mit Beschwerden beim Essen sowie Sprachproblemen, die besonders bei der Tätigkeit als Lehrer störend waren. Die Zähne im Unterkiefer waren vor etwa 10 Jahren extrahiert worden. Die festsitzende Versorgung im Oberkiefer bereitete dem Patienten keine Probleme. Der Patient war Nichtraucher, es bestanden keine Allgemeinerkrankungen. In den letzten Jahren waren außer regelmäßiger professioneller Zahnreinigung keine zahnärztlichen Behandlungen durchgeführt worden. Es waren weder parodontale noch funktionelle Probleme bekannt. Es war keine kieferorthopädische Behandlung durchgeführt worden.

Befund

Es bestand eine Freundsituation im Unterkiefer beidseits, die mit einer insuffizienten Modellgussprothese versorgt war (Abb. 1). Zahn 33 war tief kariös zerstört, die Zähne 32, 31, 41, 42, 43 waren intakt ohne Füllungen mit einer Sondierungstiefe von maximal 3 mm. Es be-

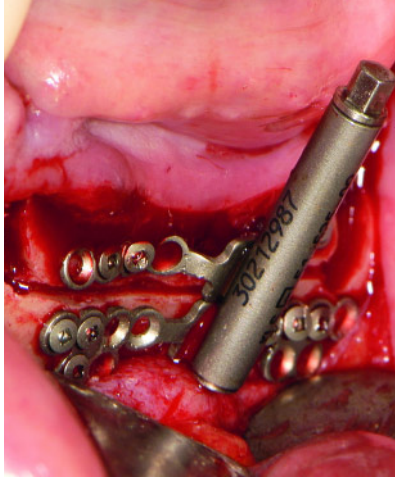


Abbildung 3 Nach der Segmentosteotomie wurde der Distraktor endgültig fixiert.

Figure 3 The distractor was finally fixed after the segmental osteotomy.

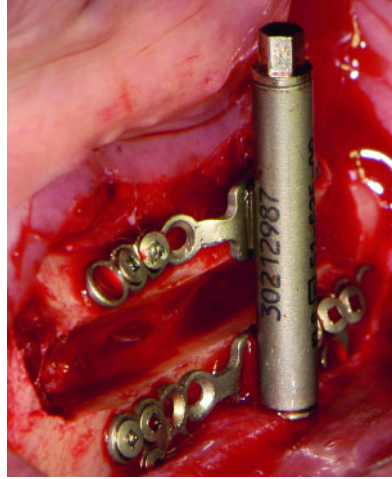


Abbildung 4 Eine Probedistraktion zeigte die problemlose Mobilität des Segments.

Figure 4 A test distraction showed the mobility of the segments.

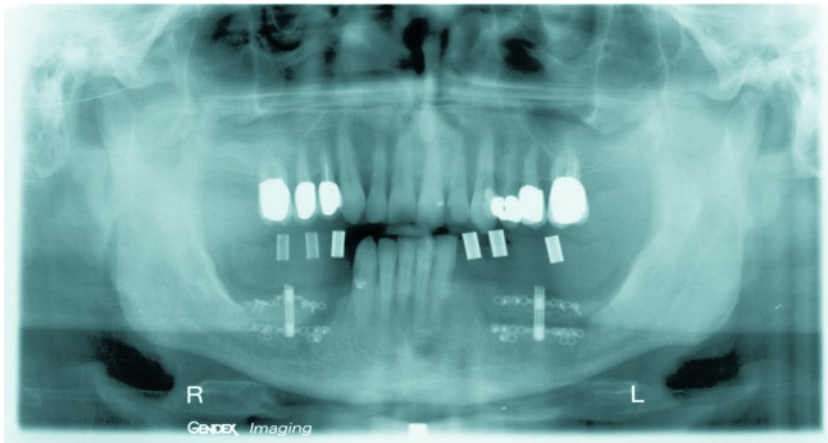


Abbildung 5 Die Panoramaaufnahme nach 7 Tagen Distraction zeigt die Segmente in ihrer endgültigen Position.

Figure 5 The panoramic radiograph taken after 7 days having had a distraction shows the segments in their final position.

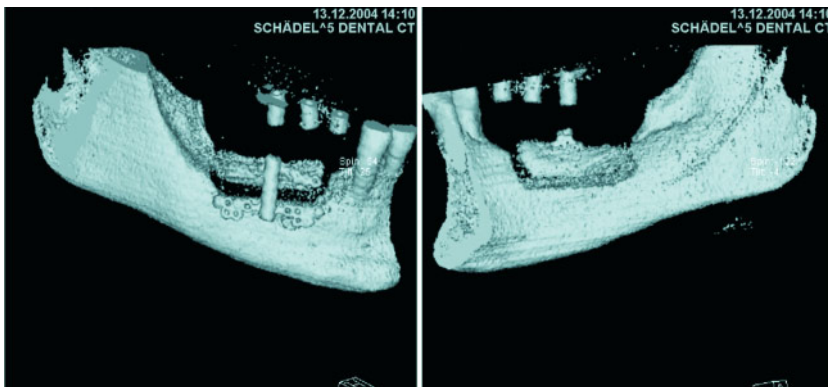


Abbildung 6 CT des rechten Unterkiefers in bukkaler und lingualer Ansicht nach Ende der Distraction.

Figure 6 CT of the right lower jaw from buccal and lingual view after having finished distraction.

stand ein Deckbiss mit Elongation der nicht mehr durch die Prothese abgestützten Oberkiefer-Seitenzähne. Die Molaren und Prämolaren im Oberkiefer waren mit nicht verblockten Kronen versorgt. Die Panoramaaufnahme sowie das CT zeigten eine massive vertikale Atrophie des Alveolarfortsatzes im Unterkiefer-Seitenzahnbereich. Allerdings war über dem gesamten Verlauf des Mandibularkanal noch mindestens 5 mm Knochen vorhanden. Außerdem war die Breite des Alveolarfortsatzes kaum verringert. Die befestigte Gingiva war reduziert, die Schleimhaut war reizlos ohne Druckstellen.

Diagnose

Es bestand ein teilbezahnter Unterkiefer mit einer Freundsituation beidseits und einer Atrophie des Alveolarfortsatzes der Klasse V nach *Cawood & Howell* [4].

Prognose der Zähne

Zahn 33 war aufgrund des schlechten Hartschubstanzangebotes nicht zu erhalten, die Prognose der Zähne 32, 31, 41, 42, 43 war gut. Die mit Kronen versorgten Zähne im Oberkiefer waren zwar elongiert, aber beschwerdefrei, und ihre Prognose war gut. Daher wurde mit dem Patienten vereinbart, dass in diesem Bereich keine Behandlung durchgeführt wurde.

Behandlungsplanung

Da der Hauptwunsch des Patienten eine festsitzende Versorgung des Unterkieferseitenzahnbereichs war, wurden in diesem Bereich nach Extraktion von Zahn 33 eine vertikale Distractionsosteogenese und eine prothetische Versorgung mit Kronen geplant. Dieses Operationsverfahren war deshalb geeignet, weil eine Restknochenhöhe über dem Mandibularkanal von mindestens 8 mm vorhanden war, und der Unterkiefer bei ausgeprägter vertikaler Atrophie eine ausreichende Breite besaß und lingual nicht zu stark unter sich gehend war (Abb. 2). Differentialtherapeutisch wäre zunächst eine Auflagerung oder Interposition von autologem Knochen möglich [2, 23]. Wegen der Ausdehnung des Defekts wäre hierzu eine extraorale Knochenentnahme notwendig geworden, z. B. vom Beckenkamm. Dieser zweite Eingriff

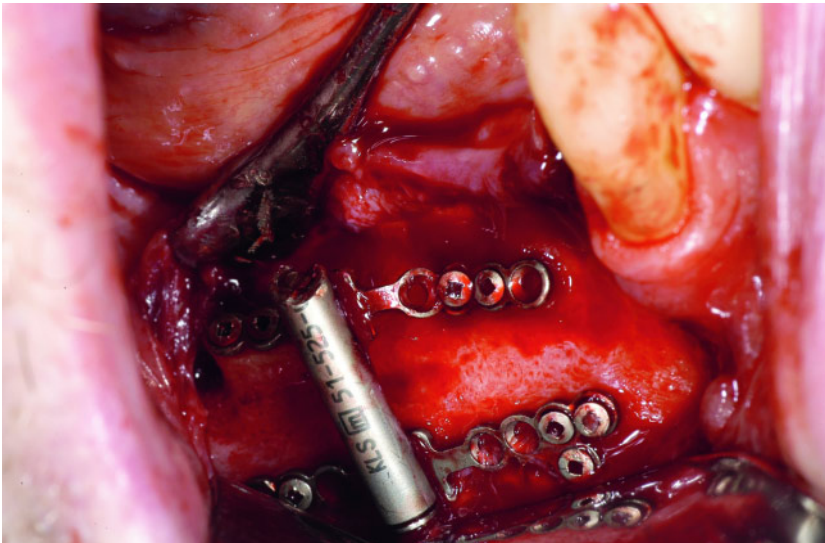


Abbildung 7 Der Callus war kaum noch vom umgebenden Knochen zu unterscheiden und lag ohne Einziehung auf dem Niveau der Nachbarbereiche.

Figure 7 The callus couldn't be distinguished from the surrounding bone and was lying on the level with the surrounding area.

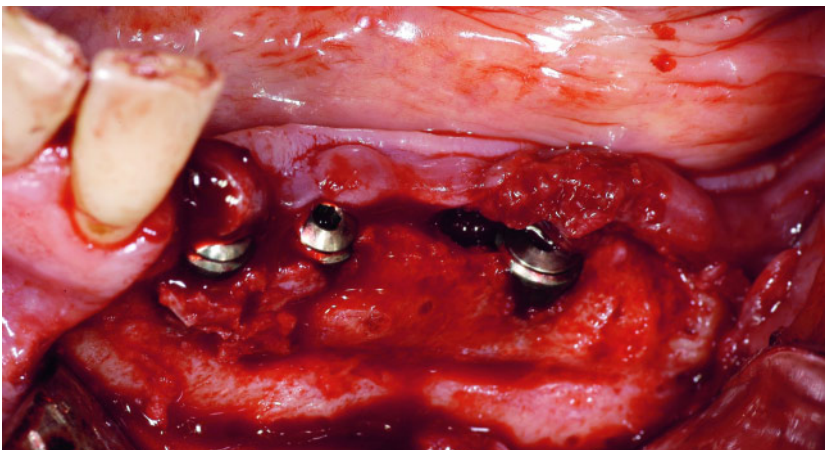


Abbildung 8 Die Implantate wurden gesetzt und mit Verschlusschrauben verschlossen.

Figure 8 Implants were implanted and locked up with the screw plug.



Abbildung 9 In der Röntgenkontrolle zeigte sich die korrekte Position der Implantate, die durch den Callus bis in den basalen Knochen reichten.

Figure 9 The x-ray control demonstrated the correct position of the implants reaching from the callus in the basal bone.

wird dem Patienten durch die Distraktionsosteogenese erspart. Grundsätzlich wäre für diese Operationstechniken auch alloplastisches Material verwendbar, allerdings sind diese Verfahren noch nicht ausreichend evidenzbasiert. Außerdem wäre alternativ die Verwendung besonders kurzer Implantate denkbar. Da der Alveolarfortsatz krestal im hier vorliegenden Fall nicht plan war, würden die kurzen Implantate über einen noch kürzeren Bereich zirkulär von Knochen umgeben sein. Im Falle eines leichten horizontalen Knochenabbaus in den nächsten Jahren würde dies zu gravierenden Stabilitätsproblemen führen.

Therapie

Es wurden Analysemodelle mit arbiträrer Gesichtsbogenübertragung und Zentrikregistrat montiert. Nun konnte im Artikulator die Operation geplant werden, indem der Distraktionsvektor näherungsweise festgelegt und das erforderliche Ausmaß der Distraction geprüft wurde. Auf diesen distrahierten Alveolarfortsätzen wurden Zähne aufgestellt, um die späteren Implantatpositionen abzuschätzen. Auf dem nicht modifizierten Unterkiefermodell wurde eine Röntgenschiene mit Titanhülsen an den voraussichtlichen Implantatpositionen hergestellt und es wurde mit dieser Schiene ein CT angefertigt (Abb. 2). Jetzt konnte die Möglichkeit der Distraktionsosteogenese endgültig beurteilt und die erforderliche Länge der Knochensegmente gemessen werden.

Es wurde der Zahn 33 unter sorgfältiger Schonung der bukkalen Knochenlamelle entfernt. Da dieser Knochenbereich in das distrahierte Segment einbezogen wurde, musste er vollständig ausgeheilt sein.

Die Distraction erfolgte drei Monate nach der Exzision in Intubationsnarkose. Grundsätzlich wäre die Operation auch in Lokalanästhesie möglich gewesen, allerdings wurde wegen der OP-Dauer und der Belastung des Patienten dem Eingriff in Vollnarkose der Vorzug gegeben. Zunächst wurde nach horizontaler Schnittführung der Austrittspunkt des N. mentalis dargestellt. Das Periost wurde nach apikal vom Knochen abgelöst, jedoch im Bereich des späteren mobilen Segments auf dem Knochen belassen. Die Flügelplatten des Distraktors

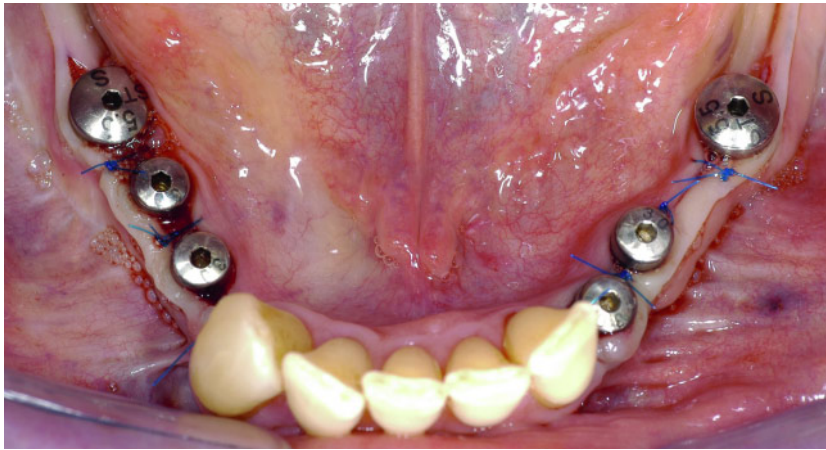


Abbildung 10 Freilegung der Implantate, wobei durch einen apikalen Verschiebelappen ein ausreichend breiter Streifen befestigter Gingiva erzeugt wurde.

Figure 10 Exposure of the implants: enough amount of attached gingiva was created by the help of an apical advancement flap.



Abbildung 11 Die verblendkeramischen Kronen mit einem Brückenglied in regio 35

Figure 11 The ceramic veneer with the bridgework in regio 35.

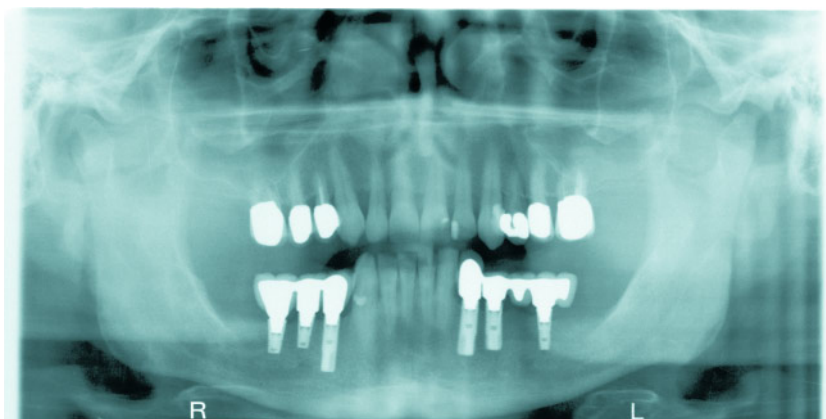


Abbildung 12 Die Panoramaaufnahme 6 Jahre postoperativ zeigte einwandfrei osseointegrierte Implantate.

Figure 12 The panoramic radiograph 6 years post operation showing well osseointegrated implants.

(TRACK 1,0 mm, Distractionslänge 9 mm, 51-525-09-05, Gebrüder Martin GmbH, Tuttlingen) wurden soweit erforderlich gekürzt und an den Knochen angepasst. Hierbei wurde darauf geachtet, dass bei geschlossener Zahnreihe die Distraktorschraube nicht mit den Oberkieferzähnen kollidierte. Jeder der vier Flügel wurde mit einer 3 mm-Knochenschraube provisorisch angebracht. Nun wurden die Umrisse der geplanten Osteotomie mit einer feinen Lindemann-Fräse auf dem Knochen markiert und der Distraktor wieder demontiert. Die Osteotomie erfolgte im horizontalen Bereich mit einer oszillierenden Säge, in den senkrechten Bereichen rotierend mit einer Lindemann-Fräse. Hierbei wurde darauf geachtet, dass die Umrisse schiffchenförmig waren und ohne unter sich gehende Stellen. Die endgültige Durchtrennung lingual erfolgte unter digitaler Kontrolle, um eine Schleimhautperforation zu vermeiden. Das Knochensegment wurde mit einem Lambot-Meißel mobilisiert. Nun konnte der Distraktor wieder mit den Schrauben in den bereits vorhandenen Bohrlöchern fixiert werden. Jede Platte wurde mit 2 bis 3 Schrauben fixiert (Abb. 3) und der Distraktor wurde probeweise vollständig aufgedreht und die Okklusion auf Störungsfreiheit geprüft (Abb. 4). Nun wurde der Distraktor wieder zurückgedreht auf eine initiale Distraction von 2 bis 3 mm, und es erfolgte der Wundverschluss. Die postoperative Röntgenkontrolle ergab eine einwandfreie Position der Distraktoren. Nach einer Woche begann der Patient die Distraction, und zwar erfolgte jeden Tag drei Mal eine Umdrehung der Schrauben, wobei eine Umdrehung 0,3 mm entsprach. Nach sieben Tagen war so eine Distraction von 7 mm erreicht, die röntgenologisch geprüft wurde (Abb. 5). Nach einer Konsolidierungsphase von 12 Wochen wurden zur endgültigen Planung der Implantatposition eine Panoramaaufnahme und ein CT mit Röntgenschiene hergestellt. Die räumliche Darstellung des CTs zeigte die Segmente je in linguale und bukkale Ansicht (Abb. 6). Wegen der geringen Mineralisierung ist der junge Knochen des Callus hier noch nicht sichtbar. Nun konnte die Implantation in Lokalanästhesie erfolgen. Nach Freilegung der Knochenoberfläche zeigte sich der fest knöchern durchbaute Callusbereich (Abb. 7), der kaum noch vom

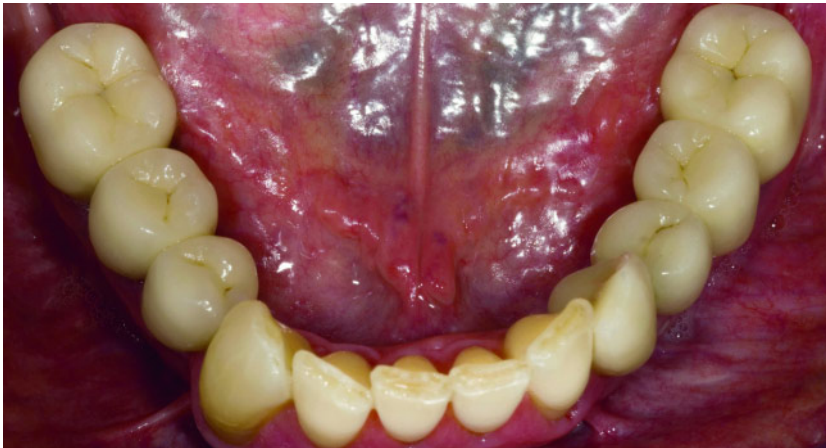


Abbildung 13 Die Restaurationen waren 6 Jahre postoperativ in einwandfreiem Zustand.

Figure 13 The restorations are in faultless status 6 years after operation.

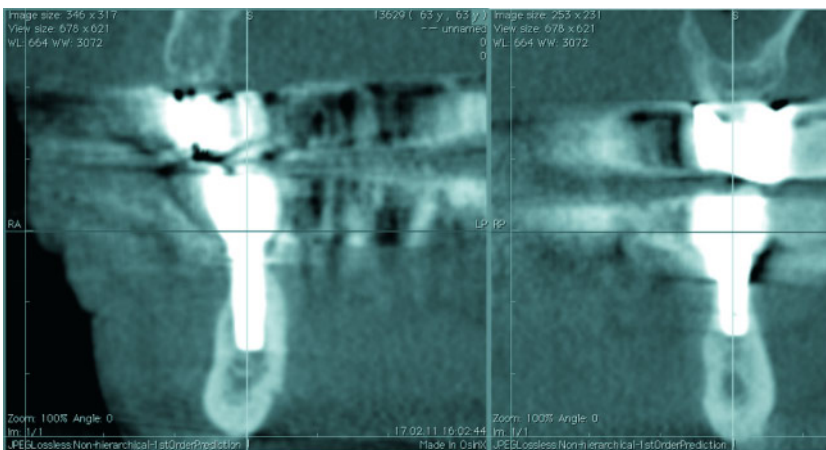


Abbildung 14 Im DVT 6 Jahre postoperativ war der ehemalige Callusbereich nicht mehr zu erkennen.

Figure 14 In the DVT the previous callus area isn't visible any more.

(Abb. 1–14: D. Edinger)

umgebenden Knochen zu unterscheiden war und ohne Einziehung auf dem Niveau der Nachbarbereiche lag. Die Distraktoren wurden entfernt und die Implantate gesetzt (Astra Tech OsseoSpeed, Astra Tech GmbH). Es wurden Verschlusschrauben aufgesetzt und die Schleimhaut wieder verschlossen (Abb. 8). In der Röntgenkontrolle zeigte sich die korrekte Position der Implantate, die durch den Callus bis in den basalen Knochen reichten (Abb. 9). Nach 8 Wochen erfolgte die Freilegung der gut knöchern integrierten Implantate, wobei durch einen apikalen Verschiebelappen ein ausreichend breiter Streifen befestigter Mukosa erzeugt wurde (Abb. 10). Nach weiteren vier Wochen wurden die Implantate abgeformt und individuelle Abut-

ments hergestellt. Die verblendkeramischen Kronen wurden verblockt gestaltet, um die Implantate sekundär zu verbinden. Der Zahn 35 wurde als Brückenglied ersetzt, was ebenso eine Verblockung erforderlich machte (Abb. 11).

3 Ergebnisse nach 6 Jahren

Der Patient befand sich anschließend in einem regelmäßigen halbjährlichen Recall. Bei der Untersuchung 2011, also 6 Jahre nach der Behandlung, zeigte die Panoramaaufnahme einwandfrei osseointegrierte Implantate (Abb. 12). Die Restaurationen waren in einwandfreiem Zustand ohne Keramikfrakturen oder sonstige Defekte (Abb. 13). Im Bereich

der Implantate war die Sondierungstiefe maximal 3 mm. Die Okklusion war unverändert und der Patient hatte keine Beschwerden. Im DVT war der ehemalige Callusbereich nicht mehr vom angrenzenden Knochen zu unterscheiden. Das krestale Knochengesamt war ebenfalls vollständig vorhanden. Allerdings lief die knöchernen Bedeckung an der Implantatschulter sehr dünn aus (Abb. 14).

4 Diskussion

Die Knochenneubildung bei der Distraktionsosteogenese erwies sich in diesem Fall als vollständig und dauerhaft. Bereits nach 3 Monaten war bei der Implantation ein stabiler Knochen mit intakter Kortikalis erkennbar, wenngleich im CT noch die geringe Mineralisation feststellbar war. Auch nach 6 Jahren war dieser Knochen ohne Resorptionszeichen. Im jetzt angefertigten DVT war der neu gebildete Knochen nicht mehr vom ortsständigen Knochen zu unterscheiden, und die Kortikalis kontur war ohne Zeichen einer lateralen Einziehung.

Die Indikation zur Distraktionsosteogenese ist allerdings relativ begrenzt: mindestens 8 mm Resthöhe über dem Mandibularkanal ist erforderlich, um ein Knochengesamt ohne Gefährdung des N. alveolaris inferior präparieren zu können. Bei deutlich über 10 mm Resthöhe ist eine alleinige Implantation ohne Augmentation möglich. Außerdem sollte der Querschnitt des Unterkiefers nicht allzu sehr von einer senkrecht ovalen Form abweichen. Starke lingual unter sich gehende Bereiche machen die Präparation unmöglich, bzw. führen zu einem zu stark nach lingual gekippten Distraktionsvektor. Außerdem dürfen krestal keine größeren Defekte bestehen, da diese durch die Distraktionsosteogenese nicht ausgeglichen werden können. Schließlich muss der Alveolarfortsatz im krestalen Bereich einen ausreichenden Durchmesser besitzen, da durch die vertikale Distraction der Querschnitt nicht vergrößert werden kann. Damit ist die Technik an eine Atrophie des Alveolarfortsatzes der Klasse V nach *Cawood & Howell* [4] gebunden. Hier zeigten sich auch im vorliegenden Fall Limitationen, da die knöchernen Bedeckung der Implantate sehr dünn auslief, wie im nach 6 Jahren angefertigten DVT

erkennbar war (Abb. 14). Diese geringe knöcherne Bedeckung des Implantats könnte zu einem erhöhten Risiko einer Knochenatrophie mit Rezession führen [1, 8, 19, 22]. Allerdings sind diese Auswirkungen im hier vorgestellten Fall nicht feststellbar.


5 Schlussfolgerung

Die vertikale Distractionsosteogenese stellt ein gut geeignetes Verfahren zum Aufbau des Alveolarfortsatzes dar, wenn

man den relativ engen Indikationsbereich beachtet.

Bei der Untersuchung des hier vorgestellten Patienten 6 Jahre postoperativ zeigte sich keinerlei Atrophie im Bereich des neugebildeten Callus. Die Implantate waren voll osseointegriert und die Restaurationen in einwandfreiem Zustand.

Danksagung

Ich danke Herrn *Andreas Dücomy* (skywalkad@yahoo.de) für die labor-technische Erstellung der Arbeit. 

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. Dr. Dieter Edinger
Großer Burstah 31, im Hindenburghaus
20457 Hamburg

Literatur

1. Amir LR, Becking AG, Jovanovic A, Perdik FBT, Everts V, Bronckers A: Vertical distraction osteogenesis in the human mandible: a prospective morphometric study. *Clin Oral Implants Res* 17, 417–425 (2006)
2. Bianchi A, Felice P, Lizio G, Marchetti C: Alveolar distraction osteogenesis versus inlay bone grafting in posterior mandibular atrophy: a prospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endodontol* 105, 282–292 (2008)
3. Block MS, Chang A, Crawford C: Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg* 54, 309–314 (1996)
4. Cawood JJ, Howell RA: A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg* 17, 232–236 (1988)
5. Chin M, Toth BA: Le Fort III advancement with gradual distraction using internal devices. *Plast Reconstr Surg* 100, 819–830; discussion 831–812 (1997)
6. Corega C et al.: Bimaxillary distraction osteogenesis – an effective approach for the transverse jaw discrepancies in adults. *Chirurgia* 105, 571–575 (2010)
7. Ergun G, Nagas IC, Yilmaz D, Ozturk M: Prosthetic rehabilitation of edentulous ridges following alveolar distraction osteogenesis: Clinical report of three cases. *J Oral Implantol* 37, 183–191 (2011)
8. Ettl T, Gerlach T, Schusselbauer T, Gosau M, Reichert TE, Driemel O: Bone resorption and complications in alveolar distraction osteogenesis. *Clin Oral Invest* 14, 481–489 (2010)
9. Garcia-Garcia A: On alveolar distraction in the upper jaw. *J Oral Maxillofac Surg* 63, 1687 (2005)
10. Hidding J, Lazar F, Zoller JE: Initial outcome of vertical distraction osteogenesis of the atrophic alveolar ridge. *Mund Kiefer Gesichtschir* 3(Suppl 1), 79–83 (1999)
11. Hidding J, Zoller JE, Lazar F: Micro- and macrodistraction of the jaw. A sure method of adding new bone. *Mund Kiefer Gesichtschir* 4(Suppl 2), 432–437 (2000)
12. Hoffmann M: Die Atrophie des Kieferkammes. *ZMK* 18, 572–580 (2002)
13. Ilizarov GA: Basic principles of transosseous compression and distraction osteosynthesis. *Ortop Travmatol Protez* 32, 7–15 (1971)
14. Karp NS, McCarthy JG, Schreiber JS, Sissons HA, Thorne CH: Membranous bone lengthening: a serial histological study. *Ann Plast Surg* 29, 2–7 (1992)
15. Klein C: Ilizarov bone lengthening for treatment of mandibular micrognathism in childhood. *Fortschr Kiefer Gesichtschir* 39, 150–152 (1994)
16. Klesper B, Lazar F, Siessegger M, Hidding J, Zoller JE: Vertical distraction osteogenesis of fibula transplants for mandibular reconstruction – a preliminary study. *J Craniomaxillofac Surg* 30, 280–285 (2002)
17. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH: Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg* 89, 1–8; discussion 9–10 (1992)
18. McCarthy JG, Staffenberg DA, Wood RJ, Cutting CB, Grayson BH, Thorne CH: Introduction of an intraoral bone-lengthening device. *Plast Reconstr Surg* 96, 978–981 (1995)
19. Miyamoto Y, Obama T: Dental cone beam computed tomography analyses of postoperative labial bone thickness in maxillary anterior implants: comparing immediate and delayed implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 31, 215–225 (2011)
20. Nocini PF, Albanese M, Wangerin K, Fior A, Trevisiol L, Kretschmer W: Distraction osteogenesis of the mandible: evaluation of callus distraction by B-scan ultrasonography. *J Craniomaxillofac Surg* 30, 286–291 (2002)
21. Nocini PF, Wangerin K, Albanese M, Kretschmer W, Cortelazzi R: Vertical distraction of a free vascularized fibula flap in a reconstructed hemimandible: case report. *J Craniomaxillofac Surg* 28, 20–24 (2000)
22. Polo WCK, de Araujo NS, Lima YBO, Joly JC, Sendyk WR, Cury PR: Peri-implant bone loss around posterior mandible dental implants placed after distraction osteogenesis: Preliminary findings. *J Periodontol* 78, 204–208 (2007)
23. Uckan S, Veziroglu F, Dayangac E: Alveolar distraction osteogenesis versus autogenous onlay bone grafting for alveolar ridge augmentation: Technique, complications, and implant survival rates. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endodontol* 106, 511–515 (2008)
24. Wangerin K: Distraction in mouth, jaw and facial surgery. *Mund Kiefer Gesichtschir* 4(Suppl 1), 226–236 (2000)