

Naira Ghambaryan, Ashot Jilavyan, Gagik Khachatryan, Davit Mathevosyan, Gekham Tunyan, Gagik Hakobyan

# Bewährung von Kurzimplantaten im atrophischen Unterkiefer-Seitenzahnbereich: eine klinische Studie über 5 Jahre

**Indizes:** atrophischer Unterkiefer, Kurzimplantate, prothetische Rehabilitation, Unterkiefer-Seitenzahnbereich

## Zusammenfassung

**Ziel:** Ziel dieser Studie war es, die langfristige Prognose von Kurzimplantaten (5–6 mm) im atrophischen Unterkiefer-Seitenzahnbereich zu untersuchen. **Material und Methode:** Eingeschlossen wurden 81 Patienten mit schwerer vertikaler Knochenatrophie im distalen Unterkiefer. Bei diesen Patienten wurden 248 Kurzimplantate (5–6 mm) in den unteren Seitenzahnregionen und 256 Implantate mit normaler Länge (>10 mm) im Unterkiefer-Frontzahnbereich eingesetzt. Bei Nachuntersuchungen nach 1 Jahr und nach 5 Jahren ( $58 \pm 7$  Monate) wurden das Implantat- und Restaura-tionsversagen sowie die kumulative Überlebensrate bestimmt. **Ergebnisse:** Der mittlere Knochenverlust 1 Jahr nach der Implantatbelastung lag an den Kurzimplantaten bei 0,74 mm und an den mehr als 10 mm langen Implantaten bei 0,72 mm. Fünf Jahre nach der Implantatbelastung war der Wert auf 1,27 mm an den Kurzimplantaten bzw. auf 1,31 mm an den mehr als 10 mm langen Implantaten gestiegen. Von den 248 Kurzimplantaten (5–6 mm) gingen 6 verloren: 4 infolge von Periimplantitis, 2 aufgrund von ausbleibender Osseointegration (frühe Abstoßung). Fünf der 256 über 10 mm langen Implantate versagten, davon 3 infolge von Periimplantitis, 2 aufgrund von ausbleibender Osseointegration (frühe Abstoßung). Die kumulative Überlebensrate nach 5 Jahren ( $58 \pm 7$  Monate Nachbeobachtung) betrug für die Kurzimplantate 97,8 %, für die längeren Implantate 98,1 %. Die kumulative prothetische Überlebensrate lag bei 98,2 %. **Schlussfolgerung:** Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Prognose von Kurzimplantaten im atrophischen Unterkiefer-Seitenzahnbereich günstig und ihr Einsatz als prothetische Pfeiler sinnvoll ist.

## EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten ist die prothetische Rehabilitation teil- und unbezahnter Patienten unter Verwendung von Implantaten übliche Praxis geworden. Sie liefert zuverlässige und langfristig beständige Ergebnisse<sup>1</sup>. Für den Einsatz von Implantaten mit Standardlängen muss der Alveolarkamm jedoch eine ausreichende Resthöhe aufweisen. Ein reduziertes vertikales Knochenangebot schränkt die Möglichkeiten der Implantattherapie ein und ist mit einem erhöhten Risiko für

Verletzungen des Nervus alveolaris inferior, des Sinus maxillaris oder des Cavum nasi durch die Implantatinsertion verbunden.

Die Rehabilitation von Patienten mit Knochenatrophie im Unterkiefer ist deshalb eine implantologische Herausforderung. Zur Augmentierung der Knochenhöhe werden verschiedene Verfahren eingesetzt:

- Knochenregeneration unter Verwendung von Knochenersatzmaterialien und Membranen (*Guided Bone Regeneration*, GBR)
- Transplantation von autogenem Knochen
- Distraktionsosteogenese
- Transposition des N. alveolaris inferior

Ziel der rekonstruktiven Verfahren ist die Wiederherstellung einer idealen knöchernen Anatomie, die Implantate mit Standardlängen aufnehmen kann, sodass ein Zahnersatz ohne distales Freieinde möglich

**Originalbeitrag:** Ghambaryan N, Jilavyan A, Khachatryan G, Mathevosyan D, Tunyan G, Hakobyan G: Evaluation of the survival rate of short implants placed in the posterior atrophic mandible: 5-year clinical study. *Quintessence Int* 2022 Aug 17; 53: 690–696

wird<sup>5, 6, 21, 23, 25, 37, 42, 47, 49</sup>. Die entsprechenden Eingriffe erfordern jedoch ein großes Maß an chirurgischer Fertigkeit und Präzision. Sie ziehen lange Heilungsphasen nach sich, sind mit einer erhöhten Morbidität und Komplikationsgefahr verbunden und können kostenintensiv sein. Für vorhersagbare Ergebnisse sollte der Patient zudem eine gute Weichgewebequalität und Allgemeingesundheit aufweisen. Da beides nicht immer gegeben ist, kann nicht sicher von einer günstigen Prognose ausgegangen werden<sup>2, 11, 26, 27</sup>.

Ein allgemeiner Konsens zur besten Methode für die Rehabilitation von Patienten mit Knochenatrophie im unbezahnten Unterkiefer-Seitenzahnbereich und einer Restkammhöhe von weniger als 8 mm fehlt bislang in der Literatur<sup>37</sup>.

Als einfache und zuverlässige Alternative zur chirurgisch anspruchsvollen Knochenaugmentation bietet sich die Verwendung von Kurzimplantaten an. Zu ihren Vorteilen gehören der Wegfall komplizierter und teurer chirurgischer Maßnahmen zur Rekonstruktion des für Standardlängenimplantate erforderlichen Knochenvolumens, die Schonung kritischer anatomischer Strukturen (N. alveolaris inferior, Sinus maxillaris) sowie der reduzierte Zeit- und Kostenaufwand<sup>7, 18, 24, 44</sup>. Die aktuelle Literatur zum Thema ist jedoch widersprüchlich. Systematische Übersichtsarbeiten können keine direkte Korrelation zwischen der Implantatlänge und dem Implantaterfolg/-überleben nachweisen, und die Primärstudien liefern uneinheitliche Ergebnisse. Den oben genannten Vorteilen steht die kleinere Oberfläche der Kurzimplantate als möglicher Nachteil gegenüber, da sie mit einer geringeren Widerstandsfähigkeit gegenüber Kaubelastungen einhergeht. Biomechanische Aspekte spielen eine Schlüsselrolle für das Langzeitüberleben von Implantaten. Ein inadäquates Verhältnis zwischen der Höhe der Implantatkrone und der Länge der Fixtur (Kronen-Implantat-Verhältnis) kann zu einer ungünstigen Biomechanik, einem Verlust an periimplantärem Knochen und schließlich zum frühen Implantatverlust führen. Queiroz et al.<sup>12</sup> berichten, dass die Überlebensrate von Kurzimplantaten signifikant geringer ist als diejenige von Standardimplantaten. Ferner kommen mehrere Publikationen zu dem Schluss, dass die Verwendung von Kurzimplantaten mit einem größeren Risiko für Implantatversagen verbunden ist, was zeigt, dass die Methode der Wahl für die implantatgestützte prothetische Rehabilitation im atrophischen Unterkiefer-Seitenzahnbereich umstritten bleibt<sup>4</sup>. Mehrere andere Untersuchungen berichten jedoch für Kurzimplantate im atrophischen distalen Unterkiefer von hohen klinischen Erfolgsraten (80–100%)<sup>14, 15</sup>. Anitua et al.<sup>48</sup> konnten in einer retrospektiven Untersuchung an Kurzimplantaten beobachten, dass der Knochenverlust signifikant mit dem Kronen-Implantat-Verhältnis korreliert<sup>19</sup>.

Allerdings fehlen klinische Langzeitdaten. Ziel der vorliegenden Studie war es daher, die langfristige Prognose von Kurzimplantaten im Seitenzahnbereich atrophischer zahnloser Unterkiefer zu untersuchen.

## MATERIAL UND METHODE

Die vorliegende Studie wurde nach den Prinzipien des Weltärztebundes und der Deklaration von Helsinki durchgeführt und von der lokalen Ethikkommission bewilligt (Freigabe-Nummer: N12, 17.11.2019). Die Aufklärung erfolgte mündlich und schriftlich, und die Patienten willigten schriftlich in die Teilnahme ein. Insgesamt wurden 81 Patienten (32 Frauen und 49 Männer; mittleres Alter 58,6 Jahre, Spannweite 53 bis 69 Jahre) mit schwerer vertikaler Knochenatrophie im Unterkiefer-Seitenzahnbereich (Klassen V und VI nach Cawood und Howell), die Prämolaren- und/oder Molarenersatz benötigten, zwischen 2017 und 2021 festsitzend prothetisch versorgt. Von diesen Patienten waren 43 teil-, 38 unbezahlt. Alle teilnehmenden Patienten wurden zunächst gründlich nach allgemein anerkannten Standards untersucht.

Die Patientenselektion erfolgte auf der Grundlage einer sorgfältigen allgemeinmedizinischen Anamnese und der zahnärztlichen Untersuchung einschließlich einer DVT. Einschlusskriterien waren ein Abstand des Canalis mandibulae zum Kieferkamm von > 7 mm sowie eine Kammbreite von  $\geq 5$  mm (beides radiologisch bestimmt). Ausgeschlossen wurden Patienten mit einer systemischen Erkrankung, die zu einer Störung der physiologischen Wundheilung führen kann, Patienten mit einer orofazialen Krebserkrankung, Patienten mit Strahlen-/Chemotherapie des Kopf-Hals-Bereichs und Patienten mit einer unbehandelten aktiven Parodontalerkrankung.

Kammhöhe und Kammbreite im Bereich der zu versorgenden Zahn-lücke wurden initial in der DVT gemessen. Klinische Untersuchungen fanden präoperativ sowie 3 und 6 Monate nach der Implantatbelastung statt (Abb. 1 bis 4). Die Implantate wurden, dem Standardprotokoll des Herstellers folgend, einer gedeckten Einheilung überlassen. Bei 27 der unbezahlten Patienten kamen Operationsschablonen für die Implantatinsertion zum Einsatz. Insgesamt wurden 248 Kurzimplantate (Bicon Short, Fa. Bicon Dental Implants) mit Längen von 5 bis 6 mm und Durchmesser von 4,5 bis 5,0 mm gemäß Herstellerprotokoll eingesetzt. Außerdem wurden in unteren Frontzahnbereichen mit adäquaten Knochendimensionen insgesamt 256 Implantate mit Längen von mehr als 10 mm platziert. Die Implantatstabilität wurde unmittelbar nach der Insertion (Primärstabilität) sowie 3 Monate vor der Implantatbelastung mittels Resonanzfrequenzanalyse (Fa. Osstell, Göteborg, Schweden) bestimmt. Dabei galten ein Implantatstabilitätsquotient (ISQ) von < 60 als geringe, ein ISQ von 60 bis 70 als moderate und ein ISQ von > 70 als hohe Implantatstabilität.

Alle Patienten wurden gebeten, eine antibiotische Prophylaxe mit Clindamycin 300 mg (dreimal täglich für 7 Tage) durchzuführen. Als Analgetikum wurde Ibuprofen 600 mg (alle 6–8 Stunden nach Bedarf, bis maximal 1.800 mg/d) verschrieben.

Drei Monate nach der Implantation folgten die Implantatfreilegung und die Befestigung der Gingivaformer. Eine funktionelle Belastung

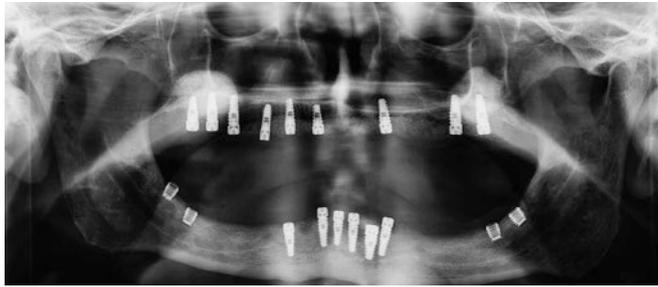


Abb. 1 DVT nach der Implantatinsertion

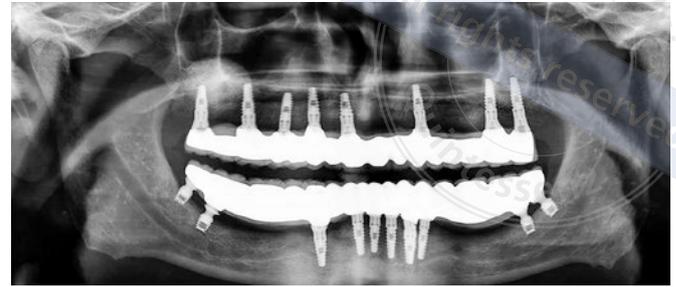


Abb. 2 DVT nach Eingliederung des Zahnersatzes



Abb. 3 Panoramascichtaufnahme vor der Implantatinsertion



Abb. 4 Panoramascichtaufnahme nach Eingliederung des Zahnersatzes

der Implantate wurde ab einem ISQ von  $>65$  vorgenommen. Zehn Tag später wurden die definitiven VMK- oder Zirkonoxid-Brücken eingegliedert, die entweder verschraubt oder mit meinem provisorischen Zement befestigt wurden. Das mittlere Kronen-Implantat-Verhältnis lag bei 1,37 (Standardabweichung [SD]: 0,3). Nachuntersuchungen wurden 1 Woche sowie 1, 3 und 6 Monate nach der Implantation und anschließend einmal jährlich durchgeführt. Bei allen Terminen wurden die Implantate und Brücken klinisch und röntgenologisch untersucht und eventuelle biologische und technische Komplikationen dokumentiert. Die Nachbeobachtung der Patienten nach der Implantatbelastung umfasste insgesamt 5 Jahre. Ausgewertet wurden das Implantat- und das prothetische Versagen, alle Komplikationen und die Veränderungen der Knochenhöhen am Implantat. Beim Implantatversagen wurde zwischen Frühversagen und Spätversagen (nach der Implantatbelastung) unterschieden. Als prothetische Komplikationen galten Lockerung der Restauration, Abplatzungen (Chipping) oder Materialfrakturen.

Schließlich wurden die kumulative Überlebensrate und der marginale Knochenverlust über den gesamten Beobachtungszeitraum ( $58 \pm 7$  Monate) bestimmt. Die Messung des Knochenniveaus erfolgte im Röntgenbild, jeweils vom am weitesten mesial und distal liegenden Punkt der Implantatschulter zum tiefsten Punkt des mesialen und distalen periimplantären Knochenkams. Für jeden Fall wurden mindestens 3 Messungen durchgeführt und der Knochenverlust wurde als Durchschnitt dieser Werte berechnet<sup>19</sup>.

Der Implantaterfolg wurde an folgenden Kriterien gemessen: Knochenverlust, Gesundheit der periimplantären Mukosa, Sondierungstiefen, Funktion, Ästhetik, Vorliegen/Fehlen einer Infektion, Beschwerden, Parästhesie oder Anästhesie, Patientenzufriedenheit<sup>46</sup>.

## Statistische Analyse

Als Software für die statistische Analyse wurde SPSS (Version 25.0, Fa. IBM) verwendet. Als statistisch signifikant galten  $p$ -Werte von  $<0,05$ . Die Unterschiede zwischen den Beobachtungszeitpunkten wurden mit dem  $t$ -Test auf statistische Signifikanz getestet.

## ERGEBNISSE

Ausgewertet wurden die Daten von 81 Patienten mit 504 Implantaten (im Unterkiefer). Die Zahl der Implantat lag zwischen 2 und 8 pro Patient. Bei männlichen Patienten waren 356 Implantate, bei weiblichen 148 eingesetzt worden. Es wurden keine postoperativen Komplikationen beobachtet. Alle Patienten wiesen gesundes Weichgewebe auf. Der ISQ lag nach der Implantatinsertion (Primärstabilität) im Mittel bei  $69,2 \pm 8$  und 3 Monate vor der Implantatbelastung bei  $73,6 \pm 4$ . Der Knochenverlust an den Kurzimplantaten betrug 1 Monat nach der Belastung 0,74 mm, nach 3 Monaten 0,81 mm, nach 6 Monaten 0,92 mm, nach 1 Jahr 1,12 mm und nach 5 Jahren 1,27 mm. An den Implantaten

mit > 10 mm Länge betragen die Werte 0,72 mm nach 1 Monat, 0,83 mm nach 3 Monaten, 0,94 mm nach 6 Monaten, 1,19 mm nach 1 Jahr und 1,31 mm nach 5 Jahren (Tab. 1). Von den 256 Implantaten mit einer Länge von > 10 mm versagten 5, davon 3 infolge von Periimplantitis und 2 aufgrund fehlender Osseointegration (Frühabstoßung). Über den gesamten Beobachtungszeitraum ( $58 \pm 7$  Monate) lag die kumulative Implantatüberlebensrate der Kurzimplantate bei 97,8 %, die der längeren Implantate bei 98,1 %. Die kumulative prothetische Überlebensrate betrug 98,2 %.

Keiner der Patienten berichtete von prothetischen Komplikationen. Weder fanden sich signifikante Unterschiede bei der Veränderung der Knochenhöhe noch eine Korrelation zwischen dem Kronen-Implantat-Verhältnis und der Knochenresorption 5 Jahre nach der Belastung. Die ermittelte kumulative Überlebensrate und der Knochenverlust sprechen für die Verwendung von Kurzimplantaten als Pfeiler für festsitzende Versorgungen bei teil- und unbezahnnten Patienten mit schwerer vertikaler Knochenatrophie im Unterkiefer-Seitenzahnbereich. Die verwendete Technik erwies sich bei den beobachteten Patienten als erfolgreich, minimal traumatisch und wenig invasiv. Die Patienten zeigten sich mit dem ästhetischen und funktionellen Ergebnis der Behandlung zufrieden.

## DISKUSSION

Die implantatprothetische Rehabilitation teil- und unbezahnnter Patienten ist in der modernen Zahnmedizin übliche Praxis und zeichnet sich durch gute Langzeitergebnisse aus<sup>41</sup>. Die grundlegenden Methoden der Implantologie sind auf normale anatomische Bedingungen mit für eine Implantation ausreichender Höhe und Dicke des Alveolarfortsatzes zugeschnitten.

Der Einsatz von Implantaten im vertikal atrophierten Unterkiefer kann jedoch zu ernststen anatomischen Problemen führen. Denn ein ausreichendes Knochenvolumen des Restkamms ist die Voraussetzung für eine adäquate Retention und Stabilität der Implantate und günstige prothetische Ergebnisse.

Darüber hinaus kann sich mit fortschreitender Atrophie infolge des Zurückweichens des Oberkieferkamms eine Klasse-III-Kieferrelation entwickeln, die eine ideale Positionierung der Implantate und des Zahnersatzes zusätzlich erschwert. Die Versorgung atrophischer Kämme bleibt für Implantologen und Kieferorthopäden eine große Herausforderung. Angestrebt wird zunächst die Verwendung langer Implantate, die eine hohe Primärstabilität erreichen und eine große Kontaktfläche mit dem Knochen aufweisen. Beides gilt als Schlüsselfaktor für den Implantaterfolg. Dabei kommen verschiedene Behandlungsoptionen infrage, die sich grundsätzlich zwei Ansätzen zuordnen lassen: Entweder wird der Knochen augmentiert, oder es wird der vorhandene Knochen genutzt.

**Tab. 1** Mittlerer Knochenverlust (mm) nach der prothetischen Belastung der Implantate

Implantattyp	Zeit nach der prothetischen Belastung				
	1 Monat	2 Monate	3 Monate	1 Jahr	5 Jahre
Kurzimplantate	0,74	0,81	0,92	1,12	1,27
Standardimplantate	0,72	0,83	0,94	1,19	1,31

Um mehr Kammhöhe zu erreichen, kann der Implantation eine Knochentransplantation vorausgehen. Allerdings verlängern solche Maßnahmen die Behandlungsdauer, steigern die Kosten und sind mit einer höheren Morbidität verbunden, was für Patienten mit schlechter Allgemeingesundheit ein Risiko darstellt. Zudem löst ein Kammaufbau nicht immer die Probleme der Verwendung von Implantaten mit Standardlängen. Nicht selten kommt es zu Komplikationen bis hin zur Abstoßung der Transplantate (oder Implantate).

Um eine Knochenaugmentation zu umgehen, werden neuerdings häufig Kurzimplantate eingesetzt. Im atrophischen Unterkiefer können anstelle von längeren, nach einer Kammaugmentation eingesetzten Implantaten in Anbetracht der Kosten, der Behandlungszeit und des Komplikationsrisikos auch Kurzimplantate gerechtfertigt sein, sofern diese sich sinnvoll einsetzen lassen<sup>17</sup>.

Die Europäische Konsensuskonferenz zu Kurzimplantaten (*European Consensus Conference on Short Implants*) klassifiziert die Implantatlängen folgendermaßen:

- extra kurz: < 6 mm Länge
- kurz:  $\leq 8$  mm Länge,  $\geq 3,75$  mm Durchmesser
- Standard: > 8 mm Länge,  $\geq 3,75$  mm Durchmesser<sup>43</sup>

Gegenwärtig wächst das Interesse an Kurzimplantaten, da wissenschaftliche Daten darauf hindeuten, dass neuere Generationen dieses Implantattyps ein gutes Langzeitüberleben zeigen. Dank verbesserter Implantatdesigns sind die Überlebensraten von Kurzimplantaten (> 6 mm, aber  $\leq 8$  mm) ähnlich denen von Standardimplantaten (> 8 mm)<sup>3,31,35</sup>.

Die Langzeitbewährung von Kurzimplantaten wurde in der Fachliteratur ausführlich diskutiert. Viele Autoren sehen in Kurzimplantaten eine Alternative zu vertikalen Knochenaugmentationstechniken, die mit einem größeren Zeitaufwand, mehr postoperativer Morbidität und einem höheren Komplikationsrisiko verbunden sind. Die meisten Studien kommen zu dem Schluss, dass der Knochenverlust, das prothetische Versagen und die Komplikationsrate von Kurz- und von Standardimplantaten vergleichbar sind. Allerdings wird Zurückhaltung bei der Verwendung von 5–6 mm langen Kurzimplantaten empfohlen, da das Risiko für Implantatversagen bei ihnen größer als bei Standardimplantaten ist<sup>9,29,32,39,40</sup>. Die Auswertung der Literatur ist jedoch problematisch, weil ein Teil der Studien geringere, andere Untersuchungen

ähnliche Überlebensraten für Kurzimplantate wie für längere Implantate angeben. Allerdings liefern die meisten Studien keinen direkten Vergleich von kurzen und langen Implantaten.

Die Biomechanik des Implantats und seiner Krone spielt eine entscheidende Rolle für die Bewährung des Zahnersatzes. Die Lebensdauer von Kurzimplantaten hängt dabei von Faktoren wie dem Kronen-Implantat-Verhältnis, der Qualität des Restknochens und der Kieferrelation ab. Studien zeigen, dass sich die meisten Formen von Zahnersatz auf Kurzimplantaten adäquat abstützen lassen<sup>9, 29, 39, 40</sup>. Komplikationen nach solchen Versorgungen können aus zu langen Kronen, okklusaler Überlastung in den Seitenzahnbereichen und einer geringen Knochendichte resultieren<sup>8, 22, 30, 33, 34, 38</sup>.

In der aktuellen Literatur bleibt die Frage, inwieweit Kurzimplantate und der sie umgebende Knochen den Kaubelastungen nach Eingliederung des Zahnersatzes langfristig standhalten können, ungelöst. Das Kronen-Implantat-Verhältnis spielt für die Prävention von Komplikationen eine wichtige Rolle, und Kurzimplantate unterliegen einem erhöhten Risiko für Komplikationen infolge nichtaxialer Belastungen und Überlastung. Mehrere Studien berichten jedoch, dass der Erfolg der Behandlung mit Kurzimplantaten nicht vom Kronen-Implantat-Verhältnis beeinflusst wird und dass die Implantatlänge keinen Einfluss auf den Knochenverlust hat<sup>13, 20, 36, 45</sup>. Deshalb sollten Makro- und Mikrogeometrie von Kurzimplantaten optimiert werden, um den Behandlungserfolg und die langfristige Implantatstabilität zu verbessern<sup>10, 16, 28</sup>.

In der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, ob Kurzimplantate auch ohne Kammaugmentation sinnvoll eingesetzt werden können und eine alternative Option für die Rehabilitation im atrophischen distalen Unterkiefer sind. Die Ergebnisse zeigen, dass das Implantatüberleben und die Knochenresorption sich innerhalb desselben Patienten zwischen kurzen und langen Implantaten nicht signifikant unterscheiden. Für Kurzimplantate ergab sich eine hohe Überlebensrate von 97,8 %. Bei der 5-Jahres-Nachuntersuchung fand sich zudem ein vergleichbarer Erfolg der Versorgungen mit Kurzimplantaten und derjenigen mit Implantaten in Standardlängen. Die kombinierte Verwendung von Kurzimplantaten in den Seitenzahnbereichen und herkömmlichen Implantaten im Frontzahnbereich atrophischer Unterkiefer erwies sich als sinnvolle, prognostisch günstige Alternative zur Knochentransplantation. Die Patienten zeigten sich mit der weniger invasiven Therapiemethode zufrieden, was als Beleg für die Zuverlässigkeit der Versorgung mit Kurzimplantaten gelten kann. Bei fortgeschrittener Atrophie des Unterkiefers können Kurzimplantate die Operationszeit und die Kosten reduzieren. Dies verbessert die Zugänglichkeit der Behandlung vor allem für ältere Patienten.

Da das Kronen-Implantat-Verhältnis großen Einfluss auf den Erfolg von Implantatprothetik hat, sind für vorhersagbare Ergebnisse mit Kurzimplantaten eine günstige okklusale Belastung und große Implantatdurchmesser erforderlich. In Fällen mit schwerer Kammatrophie

im distalen Unterkiefer wird empfohlen, Kurzimplantate mit großem Durchmesser in den Seitenzahnregionen mit längeren Implantaten im Frontzahnbereich zu kombinieren, um die biomechanische Widerstandsfähigkeit zu steigern.

Obwohl in der vorliegenden Untersuchung für Kurzimplantate eine hohe kumulative Erfolgsrate beobachtet werden konnte, werden aufgrund der Einschränkungen beim Studiendesign, etwa der relativ kleinen Stichprobe und der nur mittelfristigen Nachbeobachtung, weitere Studien benötigt.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Kurzimplantate sind eine mögliche Alternative für die prothetische Rehabilitation im atrophischen Unterkiefer. In der vorliegenden Studie erreichten sie über den 5-jährigen Beobachtungszeitraum eine hohe Überlebensrate bei nur wenigen biologischen Komplikationen. Die Verwendung von Kurzimplantaten erspart zusätzliche chirurgische Maßnahmen und reduziert die postoperativen Komplikationen. Die Prognose für prothetische Versorgungen auf Kurzimplantaten im atrophischen distalen Unterkiefer darf als günstig, ihr Einsatz als gut begründet angesehen werden.

## INTERESSENKONFLIKT

Die Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte vorliegen und keine externe finanzielle Unterstützung für die vorliegende Studie in Anspruch genommen wurde.

## LITERATUR

1. Abayev B, Juodzbalys G: Inferior alveolar nerve lateralization and transposition for dental implant placement. Part II: A systematic review of neurosensory complications. *J Oral Maxillofac Res* 2015; 6: e3
2. Anitua E, Alkhrast MH, Piñas L, Begoña L, Orive G: Implant survival and crestal bone loss around extra-short implants supporting a fixed denture: the effect of crown height space, crown-to-implant ratio, and offset placement of the prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29: 682–689
3. Anitua E, Piñas L, Orive G: Retrospective study of short and extra-short implants placed in posterior regions: influence of crown to implant ratio on marginal bone loss. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015; 17: 102–110
4. Annibaldi S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A: Short dental implants: a systematic review. *J Dent Res* 2012; 91: 25–32
5. Arvidson K, Bystedt H, Frykholm A, von Konow L, Lothigius E: Five-year prospective follow-up report of Astra Tech Implant System in the treatment of edentulous mandibles. *Clin Oral Implants Res* 1998; 9: 225–234
6. Atieh MA, Zadeh H, Stanford CM, Cooper LF: Survival of short dental implants for treatment of posterior partial edentulism: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012; 27: 1323–1331
7. 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 Endod* 2008; 105: 282–292
8. Birdi H, Schulte J, Kovacs A, Weed M, Chuang SK: Crown-to-implant ratios of shortlength implants. *J Oral Implantol* 2010; 36: 425–433
9. Blanes RJ: To what extent does the crown-implant ratio affect the survival and complications of implant supported reconstructions? A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 67–72

10. Chen S, Ou Q, Wang Y, Lin X: Short implants (5–8 mm) vs long implants ( $\geq 10$  mm) with augmentation in atrophic posterior jaws: a meta-analysis of randomised controlled trials. *J Oral Rehabil* 2019; 46: 1192–1203
11. Chiapasco M, Zaniboni M: Failures in jaw reconstructive surgery with autogenous onlay bone grafts for pre-implant purposes: incidence, prevention and management of complications. *Oral Maxillofac Surg Clin* 2011; 23: 1–15
12. Corrêa APS, Queiroz TP, Margonar R, Gruber R, Poi WR, Luvizuto ER: Clinical study on survival rate of short implants placed in the posterior mandibular region: resonance frequency analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72: E62–E69
13. De Groot RJ, Oomens MAEM, Forouzanfar T, Schulten EAJM: Bone augmentation followed by implant surgery in the edentulous mandible: a systematic review. *J Oral Rehabil* 2018; 45: 334–343
14. Deporter D, Pilliar RM, Todescan R, Watson P, Pharoah M: Managing the posterior mandible of partially edentulous patients with short, porous-surfaced dental implants: early data from a clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001; 16: 653–658
15. Elnayef B, Monje A, Gargallo-Albiol J, Galindo-Moreno P, Wang HL, Hernández-Alfaro F: Vertical ridge augmentation in the atrophic mandible: a systematic review and metaanalysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2017; 32: 291–312
16. Garaicoa Pazmiño C, Suárez López del Amo F, Monje A et al.: Influence of crown/implant ratio on marginal bone loss: a systematic review. *J Periodontol* 2014; 85: 1214–1221
17. Gray S: Success of short implants in patients who are partially edentulous. *J Am Dent Assoc* 2013; 144: 59–60
18. Gürlek Ö, Kaval ME, Buduneli N, Nizam N: Extra-short implants in the prosthetic rehabilitation of the posterior maxilla. *Aust Dent J* 2019; 64: 353–358
19. Karthikeyan I, Desai SR, Singh R: Short implants: a systematic review. *J Indian Soc Periodontol* 2012; 16: 302
20. Kumar P, Vinitha B, Fathima G: Bone grafts in dentistry. *J Pharm Bioallied Sci* 2013; 5: 125
21. Lemos CA, Ferro-Alves ML, Okamoto R, Mendonça MR, Pellizzer EP: Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: a systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2016; 47: 8–17
22. Leonhardt Å, Gröndahl K, Bergström C, Lekholm U: Long-term follow-up of osseointegrated titanium implants using clinical, radiographic and microbiological parameters. *Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 127–132
23. Li J, Wang HL: Common implant-related advanced bone grafting complications: classification, etiology, and management. *Implant Dent* 2008; 17: 389–401
24. Lombardo G, Pighi J, Marincola M, Corrocher G, Simancas-Pallares M, Nocini PF: Cumulative success rate of short and ultrashort implants supporting single crowns in the posterior maxilla: a 3-year retrospective study. *Int J Dent*. 2017; 2017: 8434281. Online-Publikation 2017 Jul 2. doi: 10.1155/2017/8434281
25. Mertens C, Steveling HG, Seeberger R, Hoffmann J, Freier K: Reconstruction of severely atrophied alveolar ridges with calvarial onlay bone grafts and dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 15: 673–683
26. Misch CE: Implant design considerations for the posterior regions of the mouth. *Implant Dent* 1999; 8: 376–386
27. Misch CR, Steigenga J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ: Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol* 2006; 77: 1340–1347
28. Monje A, Fu JH, Chan HL et al.: Do implant length and width matter for short dental implants (<10 mm) a meta-analysis of prospective studies. *J Periodontol* 2013; 84: 1783–1791
29. Nandal S, Ghalaut P, Shekhawat H: A radiological evaluation of marginal bone around dental implants: an in-vivo study. *Natl J Maxillofac Surg* 2014; 5: 126–137
30. Neugebauer J, Nickenig H, Zöllner J: Update on short, angulated and diameter-reduced implants. Proceedings of the 11th European Consensus Conference (EuCC 2016) Bonn, Germany. BDIZ EDI: European Association of Dental Implantology, 2016: 1–9
31. Nguyen TTH, Eo MY, Kuk TS, Myoung H, Kim SM: Rehabilitation of atrophic jaw using iliac onlay bone graft combined with dental implants. *Int J Implant Dent* 2019; 5: 1–11
32. Papaspyridakos P, De Souza A, Vazouras K, Chohami H, Pagni S, Weber HP: Survival rates of short dental implants ( $\leq 6$  mm) compared with implants longer than 6 mm in posterior jaw areas: a meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29: 8–20
33. Pardo-Zamora G, Ortiz-Ruiz AJ, Camacho-Alonso F et al.: Short dental implants ( $\leq 8.5$  mm) versus standard dental implants ( $\geq 10$  mm): a one-year post-loading prospective observational study. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 5683
34. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, Barquins M: Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003; 5: 254–262
35. Queiroz TP, Aguiar SC, Margonar R, de Souza Faloni AP, Gruber R, Luvizuto ER: Clinical study on survival rate of short implants placed in the posterior mandibular region: resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 1036–1042
36. Ramos AH, Cornacchia GM, Nunes E, Cosso MG, de Souza LN, Zenóbio EG: Extra short 4mm implants used to rehabilitation of atrophic posterior mandible. A serial case reports. *J Clin Exp Dent* 2020; 12: e519–e522
37. Reddy MS, Rajasekar S, Abdelmagdy HE: Evaluating the effect of subcrestal placement on platform switched short dental implants and von mises stress in D3 bone: a 3D FEM study. *Nigerian J Clin Pract* 2021; 24: 660
38. Reininger D, Cobo-Vázquez C, Montesión-Matesanz M, López-Quiles J: Complications in the use of the mandibular body, ramus and symphysis as donor sites in bone graft surgery. A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2016; 21: 241–249
39. Schaaf H, Lendeckel S, Howaldt HP, Streckbein P: Donor site morbidity after bone harvesting from the anterior iliac crest. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: 52–58
40. Sheikh Z, Sima C, Glogauer M: Bone replacement materials and techniques used for achieving vertical alveolar bone augmentation. *Materials* 2015; 8: 2953–2993
41. Srinivasan M, Vazquez L, Rieder P, Moraguez O, Bernard J-P, Belser UC: Survival rates of short (6 mm) micro-rough surface implants: a review of literature and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2014; 25: 539–545
42. Smith DE, Zarb GA: Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 1989; 62: 567–572
43. Stafford GL: Short implants had lower survival rates in posterior jaws compared to standard implants. *Evid Based Dent* 2016; 17: 115–116
44. Tabrizi R, Arabion H, Aliabadi E, Hasanzadeh F: Does increasing the number of short implants reduce marginal bone loss in the posterior mandible? A prospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2016; 54: 731–735
45. Tang Y, Yu H, Wang J, Gao M, Qiu L: Influence of crown to implant ratio and different prosthetic designs on the clinical conditions of short implants in posterior regions: a 4 year retrospective clinical and radiographic study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2020; 22: 119–127
46. Tawil G, Younan R: Clinical evaluation of short, machined-surface implants followed for 12 to 92 months. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18: 894–901
47. ten Bruggenkate CM, Asikainen P, Foltzik C, Krekeler G, Sutter F: Short (6-mm) nonsubmerged dental implants: results of a multicenter clinical trial of 1 to 7 years. *Int J Oral Maxillofacial Implants* 1998; 13: 791–798
48. Toti P, Marchionni S, Menchini-Fabris GB, Marconcini S, Covani U, Barone A: Surgical techniques used in the rehabilitation of partially edentulous patients with atrophic posterior mandibles: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Craniomaxillofac Surg* 2017; 45: 1236–1245
49. Tutak M, Smektała T, Schneider K, Gołębiowska E, Sporniak-Tutak K: Short dental implants in reduced alveolar bone height: a review of the literature. *Med Sci Monitor* 2013; 19: 1037



## Evaluation of the survival rate of short implants placed in the posterior atrophic mandible: 5-year clinical study

**Keywords:** atrophic posterior mandible, prosthodontic rehabilitation, short implants

**Objective:** The aim of the study was to assess the long-term prognosis of short implants (5 to 6 mm) placed in the posterior region of the atrophic mandible. **Method and materials:** The study included 81 patients with severe vertical atrophy of the bone in the posterior region. The patients had 248 short implants (5 to 6 mm) implants placed in the mandibular posterior region and 256 implants with length greater than 10 mm in the mandibular anterior region. Analysis of implant and prosthesis failures, cumulative survival rate, and marginal bone loss was determined at 1 year and 5 years of follow-up ( $58 \pm 7$  months). **Results:** Mean marginal bone loss after 1 year of prosthetic loading was 0.74 mm for short implants and 0.72 mm for implants with length greater than 10 mm; after 5 years of prosthetic loading this was 1.27 mm for short implants and 1.31 mm for implants with length greater than 10 mm. Of 248 short implants (5 to 6 mm), six failed: four due to peri-implantitis and two due to lack of osseointegration (early rejection). Of 256 implants with length greater than 10 mm, five failed: three due to peri-implantitis and two due to lack of osseointegration (early rejection). On average, over the observation period ( $58 \pm 7$  months), the 5-year cumulative implant survival rate was 97.8% in short implants, and 98.1% in longer implants; the prosthesis cumulative survival rate was 98.2%.

**Conclusions:** Based on the results, it was concluded that the prognosis of the use of short implants for prosthetics in the posterior resorbed mandible can be considered favorable and reasonable.



**Naira Ghambaryan**

**Naira Ghambaryan** Dozentin, Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Armenien

**Ashot Jilavyan** Dozent, Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Armenien

**Gagik Khachatryan** Leiter der Abteilung für postgraduale Ausbildung, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Armenien

**Davit Mathevosyan** Dozent, Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Armenien

**Gekham Tunyan** Mitarbeiter der Abteilung für postgraduale Ausbildung, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Armenien

**Gagik Hakobyan** Professor, Leiter der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Armenien

**Kontakt:** Professor Gagik Hakobyan, Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Staatliche Medizinische Universität Jerewan Mkhitar Heratsi, Kievyan str. 10 ap. 65, 0028 Jerewan, Armenien, E-Mail: prom\_hg@yahoo.com