

## Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich: Eine prospektive klinische Studie über sechs Monate



David E. Deas, DMD, MS<sup>1</sup>/Scott A. Mackey, DDS, MS<sup>2</sup>  
Ruben S. Sagun Jr, DDS, MS<sup>3</sup>/Raymond H. Hancock, DDS, MS<sup>4</sup>  
Scott F. Gruwell, DDS, MS<sup>5</sup>/Casey M. Campbell, DDS, MS<sup>6</sup>

In der hier vorgestellten Studie wurden die Knochenparameter und die Stabilität der oberen Frontzähne nach einer Kronenverlängerung untersucht. An der Studie nahmen 36 Patienten teil, bei denen eine faciale Kronenverlängerung an insgesamt 277 oberen Frontzähnen und ersten Prämolaren indiziert war. Die prä- und intraoperativen klinischen Messungen wurden bei Studienbeginn sowie einen, drei und sechs Monate postoperativ am mittfazialen Referenzpunkt und an den Referenzpunkten der mesio- und distofazialen Abwinkelungen der Zähne durchgeführt. Die Daten zeigen, dass der Abstand zwischen dem geplanten Gingivasaum und dem Alveolarkamm nach einer Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich meist nicht für eine biologische Breite ausreicht. Außerdem kommt es zu einer signifikanten Rückverlagerung des Gewebes, die sich nach etwa sechs Monaten stabilisiert. Dieser Effekt scheint mit der Lappenposition im Verhältnis zum Alveolarkamm bei der Naht zusammenzuhängen. Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass eine Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich mittels Knochenresektion erfolgen sollte. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 349–357)

Der aktuellste American Academy of Periodontology Practice Profile Survey<sup>1</sup> gibt an, dass etwa 10 % aller parodontalen Operationen mit dem Ziel einer Kronenverlängerung vorgenommen werden. Die zahlreichen veröffentlichten Studien über mögliche Techniken, Vorhersagbarkeit und Stabilität der operativen Kronenverlängerung wurden jedoch überwiegend an den Seitenzähnen durchgeführt<sup>2–6</sup>. Aus diesen Studien geht hervor, dass eine operative Kronenverlängerung vorhersagbar ist, wobei es jedoch schwierig bleibt, die vorab festgelegte Kronenlänge genau zu erreichen<sup>5</sup>. Außerdem ist die Erhöhung der Kronenlänge nicht unbedingt stabil. Weil sich der Gingivasaum verschieben kann, kommt es im Laufe der Zeit zur Verlängerung oder Verkürzung der Krone<sup>2,3,7</sup>. Auch die postoperative Position des vernähten Gingivasaums im Verhältnis zum Alveolarkamm wirkt sich darauf aus, wie stark sich der Gingivasaum noch verlagert<sup>2,4,6,7</sup>.

Im Seitenzahnbereich wird die operative Kronenverlängerung meist aus restaurativen Gründen vorgenommen. Im Frontzahnbereich wird sie jedoch auch für die Behandlung einer übermäßigen Gingivaexposition beim Lächeln eingesetzt. 1988 wurde die Kronenverlängerung erstmals zu diesem Zweck durchgeführt. Mittlerweile ist diese Behandlung

<sup>1</sup> Außerordentlicher klinischer Professor, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA, vormalis U.S. Air Force Periodontics Residency, Lackland AFB, San Antonio, Texas, USA.

<sup>2</sup> Kommandant, 96th Dental Squadron, Eglin AFB, Florida, USA; vormalis Graduate Program Director, U.S. Air Force Periodontics Residency, Lackland AFB, San Antonio, Texas, USA.

<sup>3</sup> Assistenzarzt als Offizier, U.S. Air Force Periodontics Residency, Lackland AFB, San Antonio, Texas, USA.

<sup>4</sup> Vormalis Leiter der Parodontologie, U.S. Air Force Advanced Education in General Dentistry Residency, Lackland AFB, San Antonio, Texas, USA.

<sup>5</sup> Direktor für klinische Parodontologie, U.S. Air Force Periodontics Residency, Lackland AFB, San Antonio, Texas, USA.

<sup>6</sup> Kommandant, 377th Dental Squadron, Kirtland AFB, New Mexico, USA; vormalis Director of Periodontal Research U.S. Air Force Periodontics Residency, Lackland AFB, San Antonio, Texas, USA.

Korrespondenz an: Dr. David E. Deas, 8713 Mountain Top, San Antonio, TX 78255, USA.  
E-Mail: fulham.perio@gmail.com

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

im Frontzahnbereich weit verbreitet, entweder als Gingivektomie allein oder in Kombination mit einer Knochenresektion<sup>8,9</sup>. Eine PubMed-Suche nach dem Begriff „ästhetische Kronenverlängerung“ aus dem Jahr 2012 erbrachte 226 Artikel in der englischsprachigen Literatur, in denen die Kronenverlängerung im Frontzahnbereich meist im Rahmen eines umfassenden ästhetischen Behandlungsplans mit orthodontischen und restaurativen Verfahren kombiniert wurde.

Für die Kronenverlängerung im Frontzahnbereich stehen zahlreiche Verfahren zur Verfügung. Die einfache Gingivektomie mit Skalpell oder Laser kann zwar eine bestimmte Kronenlänge schaffen, in der Literatur wurde jedoch festgestellt, dass dieses Verfahren wegen der Missachtung der biologischen Breite oft mit Rezidiven einhergeht<sup>8,10-14</sup>. Das von Allen<sup>13</sup> entwickelte Protokoll umfasste eine initiale abgeschrägte Inzision zur Schaffung der Kronenlänge mit anschließender Knochenresektion, falls die neue Gingivaposition weniger als 2 mm vom Alveolarkamm entfernt war. Andere Autoren schlugen ein zweizeitiges Vorgehen vor, bei dem zunächst ein ausreichender Abstand zwischen Alveolarkamm und Schmelz-Zement-Grenze (SZG) geschaffen und vier bis sechs Wochen später eine Gingivektomie durchgeführt wird, um die definitive Kronenlänge zu sichern<sup>15</sup>. Ein aktuelleres Verfahren zur ästhetischen Kronenverlängerung ist die Kombination aus einer Laser-Gingivektomie und einer lappenlosen Laser-Knochenresektion<sup>16-25</sup>.

Obwohl sie häufig durchgeführt wird, gibt es zur operativen Kronenverlängerung im Frontzahnbereich nur erstaunlich wenige klinische Studien. Nur in zwei der fünf zuvor erwähnten Studien werden auch die Frontzähne berücksichtigt<sup>3,7</sup>, in einer waren sie ausdrücklich ausgeschlos-

sen<sup>2</sup>. In den übrigen drei Studien sind die Zahntypen nicht näher spezifiziert. Es dürfte sich jedoch überwiegend um Seitenzähne gehandelt haben, die mit einer Kombination aus fazialen und lingualen Lappen freigelegt wurden<sup>4-6</sup>.

In der hier vorgestellten Studie wurde die kurzfristige Stabilität der fazialen operativen Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich untersucht. Dabei sollten vor allem folgende Fragen beantwortet werden: (1) Ist die Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich mithilfe der alleinigen Weichgeweberesektion vorhersagbar oder ist eine Knochenresektion erforderlich? (2) Erreicht der Operateur die gewünschte Kronenlänge? (3) Wie stabil ist die erzielte Kronenlänge? (4) Wie viel stützender Knochen wird entfernt, um die neue Kronenlänge zu schaffen? (5) Wie wirkt sich die Position des Lappenrands im Verhältnis zum Alveolarknochen zum Zeitpunkt der Naht auf die Stabilität der Kronenlänge aus?

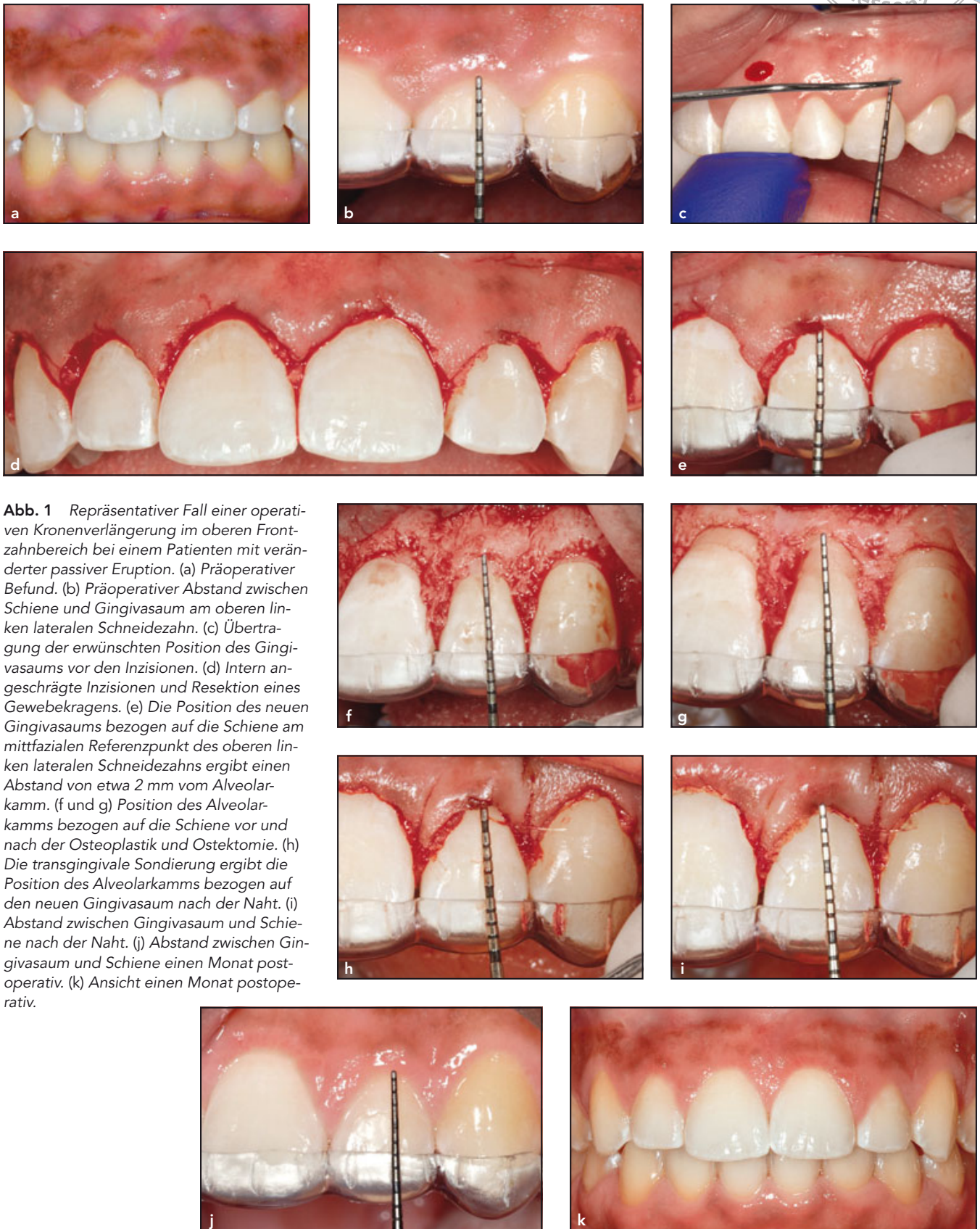
## Material und Methode

Das Studienprotokoll wurde vom Institutional Review Board for Human Studies, Wilford Hall Medical Center (WHMC), Lackland Air Force Base, San Antonio, Texas, USA genehmigt. Die in dieser Studie untersuchten Patienten waren systemisch gesund und wurden konsekutiv zur fazialen operativen Kronenverlängerung der Frontzähne und ersten Prämolaren an zwei Parodontalkliniken des WHMC überwiesen. Nicht in die Studie aufgenommen wurden Patienten, die zu einer Gingivahyperplasie führende Medikamente einnahmen oder eingenommen hatten. Die Kronenverlängerung erfolgte entweder aus ästhetischen Gründen, um die anatomische Krone freizulegen, oder aus prothetischen Gründen vor einer restaurativen Behandlung.

Bei jedem Patienten wurde eine initiale Untersuchung mit Behandlungsplanung – einschließlich Prophylaxebehandlung und Mundhygiene-Unterweisung – durchgeführt. Die Patienten gaben schriftlich ihre Einwilligung nach Information zu der Studienteilnahme. Der Oberkiefer wurde mit Alginat abgeformt, um passende Schienen für die Sondierung anzufertigen.

An den Gipsmodellen wurden für den gesamten Kiefer mithilfe eines Tiefziehgeräts (Biostar, Great Lakes Orthodontics) Schienen aus 2 mm starkem durchsichtigem Copolyester (Splint Biocryl, Great Lakes Orthodontics) angefertigt<sup>2</sup>. Die Schienen wurden an die Höhe der Kontur angepasst und mit einem schmalen Fissurenbohrer Kerben für die späteren Referenzpunkte angebracht. Die Messungen wurden von einem der drei kalibrierten Untersucher (DD, SM, RS) mit einer UNC-15-Handsonde (Hu-Friedy) durchgeführt, während die Operateure gegenüber den Messungen geblendet waren.

Zu den Ärzten gehörten Fakultätsmitglieder und Assistenten des Department of Periodontics und der Advanced Education in General Dentistry Residency des WHMC. Es wurden keine spezifischen Anweisungen oder operativen Endpunkte vorgegeben. Die Operateure wurden lediglich gebeten, die präoperativ für jeden Zahn geplante postoperative Länge zu erreichen. Die Operationen (Abb. 1) begannen mit einer abgeschrägten Inzision auf der Fazialseite jedes Zahns, um die neue Kronenlänge zu schaffen. Anschließend wurden faziale Lappen mobilisiert, falls der neue Gingivasaum eines Zahns im Operationsbereich < 3 mm vom Alveolarkamm entfernt war. Wenn das Angebot an keratinisiertem Gewebe für submarginale Inzisionen nicht ausreichte, musste die initiale Inzision intrasulkulär liegen. In keinem der Fälle wurde ein palatinaler Lappen mobilisiert. Nach



**Abb. 1** Repräsentativer Fall einer operativen Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich bei einem Patienten mit veränderter passiver Eruption. (a) Präoperativer Befund. (b) Präoperativer Abstand zwischen Schiene und Gingivasaum am oberen linken lateralen Schneidezahn. (c) Übertragung der erwünschten Position des Gingivasaums vor den Inzisionen. (d) Intern angeschrägte Inzisionen und Resektion eines Gewebekragens. (e) Die Position des neuen Gingivasaums bezogen auf die Schiene am mittfazialen Referenzpunkt des oberen linken lateralen Schneidezahns ergibt einen Abstand von etwa 2 mm vom Alveolar-kamm. (f und g) Position des Alveolar-kamms bezogen auf die Schiene vor und nach der Osteoplastik und Ostektomie. (h) Die transgingivale Sondierung ergibt die Position des Alveolar-kamms bezogen auf den neuen Gingivasaum nach der Naht. (i) Abstand zwischen Gingivasaum und Schiene nach der Naht. (j) Abstand zwischen Gingivasaum und Schiene einen Monat postoperativ. (k) Ansicht einen Monat postoperativ.

**Tabelle 1** Abfolge der klinischen Messungen

Ausgangssituation	Nach der Inzision	Vor der Knochenresektion	Nach der Knochenresektion	Nach der Naht	1 Mon.	3 Mon.	6 Mon.
PD	GMAK(P)	SZGAK	SAK(X)	SGM(X)	PD	PD	PD
SGM		SAK(P)		GMAK(X)	SGM	SGM	SGM
RAL				IEGM(X)	RAL	RAL	RAL
IEGM(P)					IEGM	IEGM	IEGM
DPSL							

PD = Sondierungstiefe; S-GM = Abstand zwischen Schiene und Gingivasaum; RAL = relativer Attachmentlevel; IE-GM(P) = Abstand zwischen Inzisalkante und Gingivasaum, präoperativ; DPSL = geplante postoperative Länge; GM-AK(P) = Abstand zwischen Gingivasaum und Alveolarkamm vor der Lappenmobilisation; SZG-AK = Abstand zwischen SZG und Alveolarkamm vor der Knochenresektion; S-AK(P) Abstand zwischen Schiene und Alveolarkamm vor der Knochenresektion; S-AK(X) = Abstand zwischen Schiene und Alveolarkamm nach der Knochenresektion; S-GM(X) = Abstand zwischen Schiene und Gingivasaum nach der Naht; GM-AK(X) = Abstand zwischen Gingivasaum und Alveolarkamm nach der Naht; IE-GM(X) = Abstand zwischen Inzisalkante und Gingivasaum nach der Naht; IE-GM = Abstand zwischen Inzisalkante und Gingivasaum.

der Lappenabhebung und der Resektion der suprakrestalen Weichgewebe wurden mit rotierenden Karbidbohrern und Handmeißeln eine Osteoplastik und Osteotomie durchgeführt. Die Wurzelflächen wurden geglättet, um verbliebene Fasern des suprakrestalen Bindegewebes zu entfernen.

Die Messungen erfolgen an drei zuvor festgelegten Punkten (mittfazial sowie an der mesio- und distofazialen Abwinkelung). Die Abfolge der klinischen Messungen ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Vor der Lokalanästhesie wurde die faciale Kronenlänge senkrecht zur Inzisalkante vom Zenit des Gingivasaums aus ermittelt. Anschließend wurde die Sondierungsschiene eingesetzt und nacheinander an jeder der drei Kerben die Sondierungstiefe (PD) und der Abstand zwischen Schiene und Gingivasaum (S-GM) gemessen. Die letzten beiden Messungen wurden kombiniert, um den relativen Attachmentlevel (RAL) von der Sulkusbasis bis zur Schiene zu ermitteln.

Nach der Lokalanästhesie führte der Chirurg eine Gingivektomie durch und entfernte einen Gewebekragen,

um die gewünschte Kronenlänge zu schaffen. Der Abstand zwischen dem neuen Gingivasaum und dem Alveolarkamm (GM-AK[P]) wurde mithilfe der Schiene durch ein transgingivales Sondieren an jedem Punkt ermittelt. Nach Lappenabhebung und Küretta wurde der Abstand zwischen SZG und Alveolarkamm (SZG-AK) sowie zwischen Schiene und Alveolarkamm (S-AK[P]) gemessen. Nach der Knochenresektion wurde der Abstand zwischen der Schiene und dem Knochenkamm nach Resektion (S-AK[X]) ermittelt, der Lappen zurückgebogen und für 3 min Druck auf ihn ausgeübt. Anschließend wurde der Abstand zwischen der Schiene und dem Gingivasaum (S-GM[X]) gemessen. Dann wurde die Sonde unter den Lappen geschoben und der Abstand zwischen dem vernähten Lappenrand und dem Knochenkamm (GM-AK[X]) ermittelt. Nach der Entnahme der Schiene wurde abschließend ausgehend vom Zenit des Gingivasaums die neue Kronenlänge (IE-GM[X]) dokumentiert. Bei keinem der Patienten wurde postoperativ ein parodontaler Verband aufgelegt.

Alle Patienten erhielten Analgetika und spülten den Mund in den ersten beiden Wochen postoperativ zweimal täglich mit 0,12 % Chlorhexidinguconat (Peridex, Procter & Gamble). Nach sieben bis 14 Tagen wurden die Fäden entfernt und eine Prophylaxebehandlung vorgenommen. Ab dem 14. Tag stellten die Patienten die Anwendung der Mundspülung ein und reinigten den Gingivasaum zweimal täglich vorsichtig mit einem Chlorhexidin-getränkten Wattestäbchen. Nach vier Wochen folgte eine weitere postoperative Kontrolle, um den Heilungsverlauf zu beurteilen, zur Mundhygiene zu motivieren und die ersten postoperativen Messungen vorzunehmen. Die zu Beginn durchgeführten Messungen von Kronenhöhe (IE-GM), PD, S-GM und RAL wurden einen, drei und sechs Monate postoperativ wiederholt.

#### Statistische Auswertung

Die Daten jedes Patienten wurden deskriptiv, univariat und komparativ

untersucht. Für die Daten der jeweiligen Referenzpunkte wurde der Mittelwert gebildet und die Unterschiede der Messungen einen, drei und sechs Monate postoperativ gegenüber dem Studienbeginn ermittelt. Mit einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen (RM ANOVA) wurde der Gesamteffekt überprüft und mit dem Tukey-Test für multiple Vergleiche ermittelt, welche Messpaare sich signifikant und in welchem Ausmaß unterschieden. Die Unterschiede der Sondierungstiefe und der Attachmentlevel an den Messzeitpunkten wurden mit dem t-Test für gepaarte Stichproben untersucht. Wegen der Mehrfachuntersuchung der Daten wurden die p-Werte mit einer Bonferroni-Korrektur eingestellt ( $\alpha$ -Niveau = 0,05).

## Ergebnisse

Insgesamt wurden in dieser Studie 36 parodontal gesunde Patienten (11 Männer, 25 Frauen) untersucht. Sie waren überwiesen worden, um 277 zentrale und laterale Schneidezähne, Eckzähne und erste Prämolaren zu behandeln. Von den ersten Prämolaren waren sechs tatsächlich zweite Prämolaren in der Position des ersten Prämolaren. Das Alter der Patienten lag bei 16 bis 52 Jahren (im Mittelwert: 28,5 Jahre, Median 26 Jahre). Postoperativ traten keine Komplikationen auf. Von den ursprünglich 36 Patienten beendeten 24 die Studie plangemäß. Von den 12 Abbrechern waren die meisten aufgrund kurzfristiger militärischer Einsätze nicht mehr verfügbar. Daher wurden die operativen Daten bei 36 Patienten dokumentiert, die Daten einen Monat postoperativ bei 35 Patienten, die Daten nach drei Monaten bei 30 Patienten und die Daten nach sechs Monaten bei 24 Patienten. Bei allen 36 Patienten war nach unabhängiger Einschätzung der jeweiligen Opera-

<b>Tabelle 2 Mittlere Sondierungstiefe der Referenzpunkte mittfazial und an den Abwinkelungen (mm <math>\pm</math> Standardabweichung)</b>		
<b>Zeitpunkt</b>	<b>Mittfazial</b>	<b>Abwinkelungen</b>
Ausgangssituation	1,89 $\pm$ 0,73	2,4 $\pm$ 0,63
1 Monat	1,18 $\pm$ 0,79	1,74 $\pm$ 0,63
3 Monate	1,2 $\pm$ 0,48	1,75 $\pm$ 0,53
6 Monate	1,3 $\pm$ 0,47	1,87 $\pm$ 0,59

<b>Tabelle 3 Abstand zwischen Gingivasaum und Alveolarkamm nach der Gingivektomie (mm)</b>					
<b>Referenzpunkt</b>	<b>Zahn</b>	<b>n</b>	<b>Bereich</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>SA</b>
Abwinkelungen	Erster Prämolare	128	2,0–6,5	3,67	0,784
	Eckzahn	142	2,0–6,0	3,53	0,725
	Laterale Schneidezahn	142	2,0–6,0	3,63	0,714
	Zentrale Schneidezahn	140	2,0–6,0	3,64	0,734
Mittfazial	Erster Prämolare	64	1,0–3,0	1,99	0,62
	Eckzahn	71	0,5–4,5	1,84	0,827
	Laterale Schneidezahn	71	1,0–4,0	2,61	0,774
	Zentrale Schneidezahn	70	1,0–4,0	2,58	0,841

SA = Standardabweichung.

teure eine Lappenmobilisierung mit Knochenresektion erforderlich. Außerdem wiesen alle eine ausreichende Menge keratinisiertes Gewebe für submarginale Inzisionen auf.

### Klinische Indizes

Die mittleren mittfazial und an den Referenzpunkten an den Abwinkelungen errechneten Sondierungstiefen sind in Tabelle 2 zusammengefasst. An allen Referenzpunkten nahm die PD initial ab und änderte sich nach sechs Monaten wieder nahezu bis zum Ausgangswert. Die PD-Abnahme war an allen Referenzpunkten und

zu allen Zeitpunkten statistisch signifikant ( $p < 0,05$ ). Auch der Attachmentverlust gegenüber dem Ausgangswert war an allen Referenzpunkten und zu allen Zeitpunkten signifikant ( $p < 0,05$ ). Nach sechs Monaten betrug der Attachmentverlust am mittfazialen Referenzpunkt  $2,0 \pm 3,8$  mm und an den Referenzpunkten an den Abwinkelungen  $1,8 \pm 2,6$  mm.

### Indikation für eine Knochenresektion

Tabelle 3 fasst den mittleren Abstand zwischen dem neuen Gingivasaum nach Gingivektomie und dem Al-

**Tabelle 4** Abstand zwischen Gingivasaum und Alveolarkamm: mittfaziale Referenzpunkte

Abstand (mm)	Anzahl der Referenzpunkte	%
< 3	189	68,5
≥ 3	87	31,5
< 4	258	93,5
≥ 4	18	6,5

**Tabelle 5** Abstand (mm) zwischen SZG und Alveolarkamm vor der Knochenresektion\*

Referenzpunkt	Zahn	n	Bereich	Mittelwert	SA
Abwinkelungen	Erster Prämolare	102	0–3,0	1,48	0,724
	Eckzahn	115	0–4,0	1,19	0,745
	Lateraler Schneidezahn	120	0–3,0	1,35	0,755
	Zentraler Schneidezahn	108	0–3,0	1,20	0,758
Mittfzional	Erster Prämolare	61	0–4,0	1,46	0,932
	Eckzahn	68	0–4,0	1,57	0,934
	Lateraler Schneidezahn	69	0–4,0	1,45	0,796
	Zentraler Schneidezahn	67	0–4,0	1,39	0,908

\*Aufgrund unterschiedlicher Operationsverfahren konnte bei 55 der Abwinkelungen keine SZG-AK-Messung durchgeführt werden. Bei drei Patienten wurden die SZG-AK-Werte versehentlich nicht dokumentiert. SA = Standardabweichung.

**Tabelle 6** Unterschied von erreichter und geplanter Kronenlänge

Unterschied (mm)	Häufigkeit	%
<b>Postoperativ</b>		
-1,5 bis -2,0	8	3
-0,5 bis -1,0	94	34,9
0	88	32,7
0,5 bis 1,0	65	24,2
1,5 bis 2,0	13	4,8
≥ 2,5	1	0,4
<b>Nach 6 Monaten</b>		
-1,5 bis -2,0	0	0
-0,5 bis -1,0	35	20,0
0	55	31,4
0,5 bis 1,0	70	40,0
1,5 bis 2,0	15	8,6
≥ 2,5	0	0

veolarkamm vor der Lappenmobilisierung zusammen. Insgesamt betrug er an den Referenzpunkten an den Abwinkelungen  $3,6 \pm 0,7$  mm und am mittfazialen Referenzpunkt  $2,3 \pm 0,8$  mm. Wie Tabelle 4 zeigt, war das Weichgewebeangebot am mittfazialen Referenzpunkt bei 69 % der Zähne < 3 mm und bei 94 % der Zähne < 4 mm.

Tabelle 5 listet für jeden Zahntyp den mittleren Abstand zwischen SZG und Alveolarkamm (SZG-AK) vor der Knochenresektion auf. Insgesamt betrug der SZG-AK am mittfazialen Referenzpunkt  $1,5 \pm 0,9$  mm und an den Referenzpunkten an den Abwinkelungen  $1,3 \pm 0,8$  mm.

#### Überprüfung der erwünschten Kronenlänge

Postoperativ entsprach die aktuelle Kronenlänge (IE-GMX) bei 33 % der Zähne der geplanten Länge und wich bei 91,8 % der Zähne um  $\leq 1$  mm davon ab (Tabelle 6). Nach sechs Monaten entsprach die Kronenlänge bei 31 % der Zähne der geplanten Länge und wich bei 91 % der Zähne um  $\leq 1$  mm davon ab. Nach sechs Monaten waren 49 % der Kronen kürzer und nur 20 % länger als ursprünglich geplant.

#### Knochenresektion zur Herstellung der Kronenlänge

Tabelle 7 gibt eine Übersicht über das Ausmaß der Knochenresektion. Am mittfazialen Referenzpunkt wurden durchschnittlich  $1,3 \pm 1,1$  mm Knochen und an den Referenzpunkten an den Abwinkelungen  $0,4 \pm 0,7$  mm Knochen entfernt. Diese Reduktion gegenüber dem Ausgangswert war in beiden Fällen statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ). Wie oft welche Menge an

Knochen entfernt wurde, zeigt Tabelle 8. An 56 % der mittfazialen Referenzpunkte und 90 % der Referenzpunkte an den Abwinkelungen wurden  $\leq 1$  mm Knochen reseziert. Eine Knochenreduktion um  $\geq 2$  mm wurde an 17 % der mittfazialen Referenzpunkte und 2 % der Referenzpunkte an den Abwinkelungen vorgenommen. Bezogen auf die einzelnen Zahntypen wurde bei den Eckzähnen etwas mehr Knochen reseziert, dieser Unterschied war aber statistisch nicht signifikant.

<b>Tabelle 7</b>		<b>Mittlere Knochenreduktion aufgeschlüsselt nach Zahntyp und Referenzpunkt</b>			
Referenzpunkt	Zahn	n	Bereich	Mittelwert	SA
Abwinkelungen	Erster Prämolare	126	0–4,0	0,349	0,64
	Eckzahn	142	0–3,0	0,323	0,604
	Lateraler Schneidezahn	142	0–4,0	0,416	0,776
	Zentraler Schneidezahn	134	0–3,0	0,451	0,736
Mittfazial	Erster Prämolare	64	0–6,0	1,32	1,04
	Eckzahn	71	0–5,0	1,443	1,23
	Lateraler Schneidezahn	71	0–5,0	1,134	0,99
	Zentraler Schneidezahn	70	0–5,0	1,297	1,15

SA = Standardabweichung.

### Stabilität der Kronenlänge

Die mittlere Veränderung des Abstands zwischen Inzisalkante und dem Zenit des freien Gingivasaums vom Studienbeginn bis zur Operation sowie einen, drei und sechs Monate postoperativ zeigt Tabelle 9. Postoperativ hatte die Kronenlänge um durchschnittlich  $1,92 \pm 1,1$  mm zugenommen. Dieser Gewinn reduzierte sich nach einem Monat auf  $1,67 \pm 1,1$  mm, nach drei Monaten auf  $1,51 \pm 1,1$  mm und nach sechs Monaten auf  $1,47 \pm 1,05$  mm. Die Kronenlänge war zwar an jedem Messzeitpunkt signifikant größer als bei Studienbeginn, lag aber einen, drei und sechs Monate postoperativ jeweils statistisch signifikant unter der unmittelbar postoperativ ermittelten Länge ( $p < 0,05$ ). Die unmittelbar postoperativ und einen Monat postoperativ gemessene mittlere Kronenlänge unterschied sich ebenso signifikant wie die einen und drei Monate postoperativ gemessenen Längen, während die nach drei und sechs Monaten gemessenen Kronenlängen nicht signifikant voneinander abwichen.

<b>Tabelle 8</b>		<b>Knochenreduktion aufgeschlüsselt nach Bereichen</b>	
Lokalisation	Reduktion (mm)	n	%
Abwinkelungen	0	301	55,5
	0,5–1,0	185	34,1
	1,5–2,0	46	8,5
	2,5–3,0	7	1,3
	$\geq 3,5$	3	0,6
Mittfazial	0	45	16,4
	0,5–1,0	109	39,6
	1,5–2,0	75	27,3
	2,5–3,0	29	10,5
	$\geq 3,5$	17	6,2

<b>Tabelle 9</b>		<b>Stabilität der Kronenlänge</b>	
Zeitpunkt	n	Veränderung $\pm$ SA (mm)	
Ausgangssituation bis postoperativ	275	$1,92 \pm 1,1$	
Ausgangssituation bis 1 Monat	265	$1,67 \pm 1,06$	
Ausgangssituation bis 3 Monate	233	$1,51 \pm 1,06$	
Ausgangssituation bis 6 Monate	185	$1,47 \pm 1,05$	

SA = Standardabweichung.

**Tabelle 10 Rückverlagerung des Gewebes nach 6 Monaten**

GM-AK(X)	n	Veränderung (mm) (SA)
≤ 2 mm	25	0,88 (1,4)
3 mm	89	0,12 (1,13)
≥ 4 mm	58	-0,17 (1,04)

GM-AK(X) = Abstand zwischen Gingivasaum und Alveolarknochen nach der Naht.  
SA = Standardabweichung.

### Rückverlagerung des Gewebes abhängig von der postoperativen Lappenposition

Um die Rückverlagerung des Gewebes nach der operativen Kronenverlängerung zu erfassen, wurde analysiert, inwiefern die Veränderung der Kronenlänge nach sechs Monaten gegenüber der unmittelbar postoperativ gemessenen Länge von der Lappenposition im Verhältnis zum Alveolarkamm unmittelbar nach der Naht (GM-AK[X]) abhängig war. Wie aus Tabelle 10 zu entnehmen ist, war die mittlere Rückverlagerung des Gewebes nach sechs Monaten am größten, wenn der Lappen nahe am Alveolarkamm befestigt war. Der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen GM-AK[X] und der postoperativen Rückverlagerung des Gewebes betrug  $-0,243$  mm ( $p < 0,01$ ).

### Diskussion

Allgemein gelang es den Operateuren, die festgelegten Ziele der ästhetischen oder präprothetischen Kronenverlängerung über einen Zeitraum von sechs Monaten zu erhalten. Postoperativ wich die Kronenlänge von 92 % der Zähne und nach sechs Monaten von 91 % der Zähne  $\leq 1$  mm

von der geplanten postoperativen Länge ab. Somit waren nach sechs Monaten weitaus mehr Zahnkronen kürzer (49 %) und nicht länger (20 %) als geplant.

Um diese Veränderung der Kronenlänge zu erreichen, wurden am mittfazialen Referenzpunkt im Mittel  $1,3 \pm 1,1$  mm Knochen und an den Referenzpunkten an den Abwinkelungen  $0,4 \pm 0,7$  mm Knochen entfernt. Bei 56 % der mittfazialen Referenzpunkte und 90 % der Referenzpunkte an den Abwinkelungen wurden  $\leq 1$  mm Knochen und bei 17 % der mittfazialen Referenzpunkte und 2 % der Referenzpunkte an den Abwinkelungen  $\geq 2$  mm Knochen reseziert. Diese Prozentwerte liegen in dem von Brägger et al.<sup>3</sup> ermittelten Bereich, die an 75 % der Referenzpunkte eine Knochenresektion von  $\leq 1$  mm und an 25 % der Referenzpunkte eine Knochenresektion von  $> 2$  mm angaben. Auch Deas et al.<sup>2</sup> entfernten bei 68 % der behandelten Seitenzähne  $< 1$  mm und bei 32 % der Zähne  $> 2$  mm Knochen.

In der hier vorgestellten klinischen Untersuchung kam es nach der operativen Kronenverlängerung im Frontzahnbereich ebenso wie in vorausgegangenen Studien zu einer progressiven Rückverlagerung der marginalen Weichgewebe. Da die Unterschiede

zwischen drei und sechs Monaten nicht signifikant waren, schien sich der Verlust der Kronenlänge während der Heilung nach drei Monaten zu stabilisieren.

Außerdem lässt sich die Veränderung der Kronenlänge anhand des prozentualen Anteils der behandelten Bereiche mit Koronal- oder Apikalmigration des Gingivasaums ermitteln. Nach einem Monat war die Gingiva bei 11 % der Zähne gegenüber dem unmittelbar postoperativ ermittelten Wert nach apikal und bei 17 % nach koronal verlagert. Nach drei Monaten war es bei 5 % der Zähne zu einer Apikalverlagerung und bei 11 % zu einer Koronalverlagerung der Gingiva gegenüber dem Wert nach einem Monat gekommen. Nach sechs Monaten hatte sich der Gingivasaum bei 3 % der Zähne gegenüber dem Wert nach drei Monaten um mindestens 1 mm nach apikal verlagert und bei 10 % der Zähne wurde eine Rückverlagerung des Gewebes von  $\geq 1$  mm festgestellt. Dies bestätigt die Beobachtung, wonach die meisten Zähne drei Monate postoperativ stabil waren.

Das Ausmaß der Koronalverlagerung des Gingivasaums scheint mit der postoperativen Position der Lappennaht im Verhältnis zum Alveolarkamm zusammenzuhängen. Nach der Naht betrug der Abstand zwischen dem Lappenrand und dem Alveolarkamm an 15 % der mittfazialen Referenzpunkte 2 mm; an diesen Zähnen verlagerte sich der Gingivasaum im Lauf von sechs Monaten um  $0,9 \pm 1,4$  mm nach koronal. Bei 53 % der Zähne, bei denen der Lappen in einem Abstand von 3 mm vom Alveolarkamm vernäht wurde, betrug die Rückverlagerung des Gewebes  $0,1 \pm 1,1$  mm und bei 33 % der Zähne mit einem Nahtabstand von  $> 4$  mm lag sie bei  $-0,2 \pm 1,0$  mm. Diese Ergebnisse belegen, dass das heilende Parodont die biologische Breite wiederherzustellen versucht, und le-



gen nahe, dass bei einem Gingiva-saum, der postoperativ < 3 mm vom Knochen entfernt ist, eine signifikante Rückverlagerung der marginalen Weichgewebe zu erwarten ist. Da der Gingivasaum nach der Inzision bei 69 % aller mittfazialen Referenzpunkte < 3 mm vom Alveolarkamm entfernt war, wird die Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich ohne Knochenresektion insgesamt infrage gestellt.

## Schlussfolgerung

Die hier vorgestellte Studie zeigte, dass mithilfe der operativen Kronenverlängerung im oberen Frontzahnbereich zwar erfolgreich die geplante Kronenlänge erreicht werden konnte, meist aber Knochen vom Alveolarkamm entfernt werden muss, damit wieder eine ausreichende biologische Breite entstehen kann. Außerdem trat nach dem Eingriff oft eine signifikante Rückverlagerung der marginalen Weichgewebe auf, deren Ausmaß von der Lappenposition im Verhältnis zum Alveolarkamm zum Zeitpunkt der Naht abhängt. Die Kronenverlängerung im Frontzahnbereich sollte ebenso wie im Seitenbereich mit einer operative Knochenresektion hergestellt werden, da die Weichgeweberesektion sowie apikale Verschiebelappen offensichtlich kein längerfristiges Ergebnis erbringen.

## Danksagungen und Interessenerklärung

Die Autoren danken Dr. Anneke Bush, Clinical Research Squadron, 59th Medical Wing, Lackland AFB, Texas, USA, für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung. Die in diesem Artikel geäußerten Meinungen entsprechen den Ansichten der Autoren und sind weder als offizielle Aussagen der Luftwaffe oder des Verteidigungsministeriums der Vereinigten Staaten von Amerika noch als eine Stellungnahme zu deren An-

sichten zu verstehen. Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

## Literatur

- 2000 Practice Profile Survey: Characteristics and Trends in Private Periodontal Practice. Chicago: American Academy of Periodontology, 2001.
- Deas DE, Moritz AJ, McDonnell HT, Powell CA, Mealey BL. Osseous surgery for crown lengthening: A 6-month clinical study. *J Periodontol* 2004;75:1288–1294.
- Brägger U, Lauchenauer D, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown. *J Clin Periodontol* 1992;19:58–63.
- Lanning SK, Waldrop TC, Gunsolley JC, Maynard JG. Surgical crown lengthening: Evaluation of the biological width. *J Periodontol* 2003;74:468–474.
- Herrero F, Scott JB, Maropis PS, Yukna RA. Clinical comparison of desired versus actual amount of surgical crown lengthening. *J Periodontol* 1995;66:568–571.
- Pontoriero R, Carnevale G. Surgical crown lengthening: A 12-month clinical wound healing study. *J Periodontol* 2001;72:841–848.
- Arora R, Narula SC, Sharma RK, Tewari S. Evaluation of supracrestal gingival tissue after surgical crown lengthening: A 6-month clinical study. *J Periodontol* 2013;84:934–940.
- Allen EP. Use of mucogingival surgical procedures to enhance esthetics. *Dent Clin North Am* 1988;32:307–330.
- Miller PD. Regenerative and reconstructive periodontal plastic surgery. Mucogingival surgery. *Dent Clin North Am* 1988;32:287–306.
- Holm-Pedersen P, Løe H. Wound healing in the gingiva of young and old individuals. *Scand J Dent Res* 1971;79:40–53.
- Monefeldt I, Zachrisson B. Adjustment of clinical crown height by gingivectomy following orthodontic space closure. *Angle Orthod* 1977;47:256–264.
- Camargo PM, Melnick PR, Camargo LM. Clinical crown lengthening in the esthetic zone. *J Calif Dent Assoc* 2007;35:487–498.
- Allen EP. Surgical crown lengthening for function and esthetics. *Dent Clin North Am* 1993;37:163–179.
- Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol* 2000 1996;11:18–28.
- Sonick M. Esthetic crown lengthening for maxillary anterior teeth. *Compend Contin Educ Dent* 1997;18:807–820.
- McGuire MK, Scheyer ET. Laser-assisted flapless crown lengthening: A case series. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2011;31:357–364.
- Sonick M, Hwang D. Periodontal plastic surgery II: Esthetic crown lengthening. *Inside Periodontics* 2007;(Oct):65–72.
- Magid KS, Strauss RA. Laser use for esthetic soft tissue modification. *Dent Clin North Am* 2007;51:525–545.
- van As G. Erbium lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* 2004;48:1017–1059.
- Coluzzi DJ, Goldstein AJ. Lasers in dentistry. An overview. *Dent Today* 2004;23:120–127.
- Parker S. The use of lasers in fixed prosthodontics. *Dent Clin North Am* 2004;48:971–998.
- Flax H. Maximizing esthetic transformations using a closed flap ErCr:YSGG modality. *Compend Contin Educ Dent* 2005;26:172–174.
- Flax HD, Radz GM. Closed-flap laser-assisted esthetic dentistry using Er:YSGG technology. *Compend Contin Educ Dent* 2004;25:622–630.
- Adams TC, Pang PK. Lasers in aesthetic dentistry. *Dent Clin North Am* 2004;48:833–860.
- Dyer B. Minimally invasive osseous crown lengthening procedure using an erbium laser: Clinical case and procedure report. *J Cosmet Dent* 2008;23:72–78.