

Indikationen zur Durchführung der chirurgischen Kronenverlängerung

Indizes

Chirurgische Kronenverlängerung, biologische Breite, präprothetische Chirurgie, gingivaler Biotyp, Ferrule-Effekt

Zusammenfassung

Die chirurgische Kronenverlängerung ist eine parodontalchirurgische Technik, bei der man eine funktionale und eine ästhetische Vorgehensweise unterscheidet. Der Beitrag beschreibt folgende praxisrelevante funktionale Indikationen: (1) prothetische oder konservierende Versorgung eines Zahnes ohne Verletzung der biologischen Breite, (2) Ermöglichung einer vollständigen Kariesentfernung, (3) Schaffung einer ausreichenden Retentionsform vor einer prothetischen Versorgung, (4) Erreichen des Fassreifenprinzips (Ferrule) und (5) Ermöglichung der kofferdamfähigen Adhäsivtechnik bei prothetischer oder konservierender Versorgung. Die ästhetische Kronenverlängerung kommt bei der Korrektur des verzögerten, passiven Zahndurchbruchs oder zur Harmonisierung des Gingivaverlaufs zum Einsatz.

Einleitung

Bereits im Jahr 1993 schrieb *Edward P. Allen* in einer amerikanischen Publikation, dass die chirurgische Kronenverlängerung eine der am stärksten unterrepräsentierten Behandlungsmethoden in der Parodontologie wäre². *Lanning et al.*³² unterstrichen diese These mit einer Erhebung, die ergab, dass die Überweisungsmentalität stark vom Ausbildungsniveau und vom Graduierungszeitpunkt abhängt. Je fortgebildeter der Zahnarzt und je jüngeren Datums sein Examen war, umso größer wäre die Wahrscheinlichkeit, dass er seinen Patienten eine chirurgische Parodontal- oder Implantattherapie empfahl bzw. sie dafür zu einem Parodontologen überwies³². Es wurde festgestellt, dass 52 % der befragten Zahnärzte im US-amerikanischen Bundesstaat Virginia ihre Patienten wegen einer chirurgischen Kronenverlängerung zum Parodontologen überwiesen.

Eine ähnliche Umfrage haben die Autoren des vorliegenden Beitrags an 1.100 Münchener Zahnärzte verschickt. Ziel war es herauszufinden, wie häufig in Deutschland im Vergleich zu den USA die Indikation



Jobst Eggerath
Dr. med. dent., M.D.S.

Franz-Busbach-Straße 8
50374 Ertstadt

Yevgeni Viktorov
Dr. med. dent., M.Sc.

Leipziger14, Ihre Zahnärzte
Leipziger Platz 14
10117 Berlin

Daniel Engler-Hamm
Dr. med. dent., M.Sc.

Frauenplatz 11
80331 München
E-Mail: engler@fachpraxis.de

■ PARODONTOLOGIE

Indikationen zur Durchführung der chirurgischen Kronenverlängerung

für eine chirurgische Kronenverlängerung gestellt wird. Die Umfrage, deren Resultate zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht werden sollen, ergab u. a., dass zwar die Indikation für eine Kronenverlängerung von 74 % der Zahnärzte erkannt wurde, 79 % dafür aber nicht überweisen und die Kronenverlängerung von der Mehrheit der befragten Zahnärzte auch nicht eigenständig durchgeführt wird. Da beispielsweise in Massachusetts, USA, bei ca. 6,5 Mio. Einwohnern ungefähr genauso viele Parodontologen arbeiten wie in Deutschland bei über 80 Mio. Einwohnern und festgestellt wurde, dass das Überweiserverhalten stark von der Aus- und Weiterbildung der Zahnärzte abhängt³², könnte ein Grund für das im Vergleich zu den USA sehr unterschiedliche Ergebnis die geringe Anzahl an Parodontologen in Deutschland sein. Wenn nun die Kronenverlängerung sogar in den USA eine stark unterrepräsentierte Therapieform darstellt², ließe sich schlussfolgern, dass diese Behandlungsart hierzulande noch weniger zur Anwendung käme.

Der vorliegende Artikel soll dazu beitragen, Zahnärzten die biologischen Grundlagen und die notwendigen Indikationen für eine chirurgische Kronenverlängerung aufzuzeigen.

Behandlungsplanung

Vor einer Kronenverlängerung sollten der zu therapierende Zahn und die Nachbarregion umfangreich parodontal untersucht (Zahnfilm, Parodontalstatus) und auch endodontisch, kariologisch sowie parodontal vorbehandelt (Phase-I-Therapie) sein. Sofern eine prothetische Therapie erfolgt, ist außerdem zu fordern, dass der betroffene Zahn bereits für seine geplante Versorgung endgültig präpariert und mit einem Provisorium versorgt ist. Diese Vorgehensweise hat den entscheidenden Vorteil, dass der Operateur das Ausmaß an zu resezierendem Knochen nicht schätzen muss und der restaurativ tätige Zahnarzt eine erneute Verletzung der biologischen Breite durch eine spätere Präparation ausschließen kann. Zugleich ist die operative Zugänglichkeit im Interdentalraum bei einem vorhandenen Provisorium deutlich erhöht. Nach der Kro-

nenverlängerung sollte man mindestens 6 Wochen, besser noch 6 Monate warten, bis die nach der Kronenverlängerung supragingival befindliche Präparationsgrenze äquigingival gelegt wird, um der biologischen Breite ausreichend Zeit zu geben, sich neu zu formieren^{7,32}.

Biologische Breite

Die dem Zahn anliegende Weichgewebseinheit, bestehend aus bindegewebigem Attachment und innerem Saumepithel, wird dentogingivaler Komplex (DGK) genannt⁴. In diesem Zusammenhang prägte sich der Begriff der biologischen Breite²⁵, der als Synonym für den DGK zu verstehen ist. Die Höhe des DGK liegt bei ca. 2,04 mm¹⁶, wobei die vertikale Gesamthöhe des zahnnahe Weichgewebes ca. 3 mm beträgt und als „supraosseous gingiva“ (SOG) bezeichnet wird.

Aus dieser Erkenntnis entwickelte sich die gängige Meinung, dass ein Abstand von 2 bis 3 mm zwischen Restaurationsrand und Alveolarkamm eingehalten werden sollte, um die biologische Breite nicht zu verletzen^{14,25,36}. Abweichend von dieser Hypothese ergaben weitere klinische sowie Humanpräparatstudien, die das bindegewebige Attachment als Teil der biologischen Breite untersuchten, dass es stark variierende Abschnitte innerhalb der biologischen Breite gibt, welche beispielsweise beim bindegewebigen Attachments von 0,77 mm bis 1,9 mm reichten^{48,52,53}. Dies wirkt sich folglich auf die Durchschnittswerte der biologischen Breite aus, wodurch sich auch für die Bemessung der SOG Unterschiede ergeben. Größere Abweichungen existieren nicht nur beim bindegewebigen Attachment, sondern darüber hinaus beim Saumepithel und bei der Sulkustiefe^{14,25,35,40,44} (Tab. 1).

Für den Praktiker ist die Kenntnis über die Variabilität der biologischen Breite und der SOG insofern von Bedeutung, als er bei variierenden Weichgewebshöhen auch den Abstand zwischen Restauration und Knochen chirurgisch „anpassen“ muss. Wird auf die Weichgewebsvariabilität nicht geachtet und die biologische Breite verletzt, kommt es zu einer gingivalen Entzündung, die dann sekundär unter Umständen zu einem



Attachment- und Knochenverlust führt^{9,31,39,49}. Sofern ein Attachment- und Knochenverlust auftritt, kann dieser auch selbstlimitierend sein⁵⁰. Viele Parodontologen glauben, dass es besser ist, einer gingivalen Entzündung durch eine präventive Kronenverlängerung vorzubeugen, um eine langfristige Entzündungsfreiheit des Parodonts zu gewährleisten^{6,24}. Durch diese Maßnahme kommt es zu einer Neubildung des DGK auf einem apikaleren Niveau, wobei sich die Gesamthöhe der SOG um ca. 0,5 bis 0,6 mm zu reduzieren scheint⁴².

Ungeklärt in der Literatur ist die Fragestellung, wie stark der Einfluss von Mikrospalten, die als bakterielle Retentionsnischen zu betrachten sind, hinsichtlich der Ätiopathogenese von Entzündungsprozessen sowie Knochenverlust bei gleichzeitiger Verletzung der biologischen Breite ist. Ein zementierter Kronenrand zeigt einen durchschnittlichen Randspalt von ca. 100 µm. Es könnte sein, dass Kronenränder, die viel Bakterienakkumulation zulassen und knochenah positioniert sind, mehr Probleme bereiten als solche mit gleichem Randspalt, die aber knochenfern liegen. Folglich ist es gut möglich, dass in manchen Fällen bei einer Verletzung der biologischen Breite unzureichende Kronenränder oder biologisch fragwürdige Werkstoffe Entzündungsprozesse oder auch Knochenverluste mit ausgelöst haben, wodurch das Phänomen der Verletzung der biologischen Breite zumindest teilweise ätiologisch erklärt werden könnte. Weitere Untersuchungen sollten diese Zusammenhänge ursächlich ergründen.

Für den Kliniker lässt die Diskussion folgende Schlussfolgerung zu: Je knochenaher eine Restauration positioniert wird, da beispielsweise aus medizinischen Gründen die Indikation für eine Kronenverlängerung nicht gestellt werden kann (Patient nach Herzinfarkt oder intravenöser Bisphosphonattherapie), umso wichtiger könnte ein spaltfreier Übergang (Federrand) der Restauration oder auch die Biokompatibilität des Materials sein (Keramik versus Amalgam) bzw. werden.

Unabhängig von dieser noch nicht abschließend geklärten Fragestellung sollte das Ziel jeder Restauration eine langfristig entzündungsfreie Gingiva sein, die beispielsweise durch eine restaurationsnahe intakte

Tab. 1 Ergebnisse von Studien zur Bestimmung der „supraosseous gingiva“ (SOG). *: Werte von Unterkiefermolaren; **: Werte von approximal

Studien	SOG (mm)
Gargiulo et al. ¹⁶	2,41-3,23
Vacek et al. ^{52*}	3,65
Kois ^{30**}	3,00-4,50
Perez et al. ⁴⁰	2,67-5,00

Lamina dura (hohe Spezifität/niedrige Sensitivität) auf einer Bissflügelaufnahme zu diagnostizieren ist. Wenn sich im Zahnzwischenraum eine intakte Lamina dura erkennen lässt, bedeutet dies eine hohe Sicherheit, dass seit mehreren Wochen Entzündungsfreiheit vorliegt. Ist jedoch keine Lamina dura zu sehen, heißt dies aber nicht zwangsläufig, dass ein aktiver Erkrankungsprozess mit fortschreitendem Knochenverlust gegeben ist.

Gingivaler Biotyp

Der Begriff gingivaler Biotyp wird gemeinhin gebraucht, um die Stärke der Gingiva in bukkolingualer Dimension zu beschreiben. Das Verständnis von parodontalen Biotypen hat beispielsweise Einfluss auf die Auswahl einer Verblendmetallkrone, da bei Patienten mit dünnem Biotyp eine klassische Verblendmetallkrone im Frontzahnggebiet zum Durchscheinen des Metallrandes oder auch zu einer Rezession nach Eingliederung der Krone führen kann.

Grundsätzlich geht man davon aus, dass es zwei verschiedene Biotyp-Grundformen der Gingiva gibt, nämlich eine ausgeprägt girlandenförmige (engl. „pronounced scalloped“) und eine flache (engl. „flat“)³⁸. Der ausgeprägt girlandenförmige Biotyp zeigt ein schmales Band an keratinisierter Mukosa und demzufolge eine zahnnahe Mukogingivalgrenze³⁷. Die Papillen des dicken Biotyps sind flacher, und die keratinisierte Mukosa ist voluminöser und breiter. Als dicke Biotypen wurden solche mit einem Gingivadurchmesser

■ PARODONTOLOGIE

Indikationen zur Durchführung der chirurgischen Kronenverlängerung

von $\geq 1 \text{ mm}^{27}$ oder $\geq 2 \text{ mm}^{10}$ beschrieben. Studien zur Evaluation des Biotyps^{10,11,18,21,27-29} haben ergeben, dass die klinische Untersuchung („bone sounding“ bzw. transsukuläres Sondieren) mit Hilfe einer Parodontalsonde der rein visuellen Einschätzung überlegen war^{24,40,44}. Das „bone sounding“ zur Bestimmung des Biotyps funktioniert folgendermaßen: Mit einer Parodontalsonde wird im vestibulären Sulkus sondiert. Sieht man die Sonde durch die Gingiva, wird diese als „dünn“ klassifiziert, kann man sie nicht sehen, ist der Biotyp „dick“. Die vertikale Höhe bis zum Knochen beschreibt die SOG. Der DGK (= biologische Breite) ergibt sich, indem man von der SOG 1 mm subtrahiert. Vor Durchführung einer Kronenverlängerung kann sich folglich der Kliniker mit Hilfe einer Sondierung bis auf Knochenkontakt nach ausreichender Anästhesie einen Eindruck von der zahnnahe Weichgewebshöhe (SOG) verschaffen.

Die Frage nach dem Biotyp hat auch Auswirkungen auf verschiedene therapierelevante Aspekte bei der chirurgischen Kronenverlängerung. Je dicker der Biotyp ist, umso eher kann mit einem Rückwachstum an Gingiva im ersten Jahr nach dem Eingriff gerechnet werden¹⁴. Dementsprechend empfiehlt es sich, im Rahmen von chirurgischen Kronenverlängerungen bei dickeren Biotypen mehr Hart- und Weichgewebe zu reseziieren. Manche Studien konnten mehr Rezessionen bei Patienten mit dünnem Biotyp nachweisen^{2,25}, was die eben beschriebene Vorgehensweise im Umkehrschluss stützt und nahelegt, bei dünnen Biotypen weniger „aggressiv“ vorzugehen. Das Vorhandensein eines breiten Bandes an keratinisierter Gingiva bei den dicken Biotypen erlaubt eine stärker paramarginal ausgerichtete Inzision und erleichtert damit eine Apikalverschiebung des Lappens bei dicken Biotypen im Vergleich zu dünnen. Wenn weniger als 5 mm an keratinisierter Gingiva vorhanden sind, sollte marginal (intrasukulär) inzidiert werden². Zudem kann durch den antizipierten Verlust an keratinisierter Mukosa infolge der chirurgischen Manipulation bei einem geringen Band an Gingiva eine gingivale Augmentation zusätzlich indiziert sein². Personen mit einem dicken, flachen Biotyp zeigen bei einer Verletzung der biologi-

schen Breite dank ihrer stärkeren Gingiva weniger Rezessionen und eventuell auch weniger Knochenverlust als Patienten mit dünnem Biotyp⁵⁵.

Es wurde gezeigt, dass subgingivale Präparationen bei dünnem Biotyp bzw. wenig keratinisierter Gingiva immer mehr Entzündung und deshalb eventuell auch mehr Knochenverlust zur Folge haben können³⁹. Interessant ist zudem die Frage, wie die biologische Breite bei unterschiedlichen Biotypen ausfällt und wo folglich ein Kronenrand zu positionieren ist, ohne die dentogingivale Einheit zu verletzen. Eine Klassifikation unterteilt die Biotypen nach dem Abstand der Schmelz-Zement-Grenze zum Alveolarkamm auf der bukkalen Seite des marginalen Parodonts in Fälle mit niedriger ($< 3 \text{ mm}$), normaler (= 3 mm) und hoher Alveolarkammhöhe ($> 3 \text{ mm}$)³¹. Entsprechend den individuellen Variationen des Limbus alveolaris (höchster zahnnahe Punkt des Alveolarkamms) in Bezug zur Schmelz-Zement-Grenze könnte geschlussfolgert werden, dass eine subgingivale Präparation bei Patienten mit einem hohen Alveolarkamm schneller zu einer Verletzung der biologischen Breite führt als bei solchen mit einem niedrigen Alveolarkamm bei gleicher SOG (Abb. 1).

Aufgrund der Variabilität der Biotypen und damit einhergehend der SOG ist es nicht unbedingt nur das Ausmaß an subgingivaler Präparation (insbesondere in Fällen mit viel SOG), welches für eine Verletzung der biologischen Breite ausschlaggebend ist, sondern möglicherweise eher der Abstand vom Restaurationsrand zum Knochen (sowie dessen Plaqueretention), welcher beachtet werden sollte³¹. Für den Kliniker empfiehlt es sich daher, vor einer chirurgischen Kronenverlängerung durch transsukuläres Sondieren ein Verständnis zu entwickeln, wie hoch die gingivale Höhe ist und wie nah oder fern vom Restaurationsrand der Knochen liegt. Je näher der Knochen lokalisiert ist, umso zurückhaltender sollte man bei jeglichem subgingivalen Eingriff sein bzw. umso eher sollte die Indikation für eine chirurgische Kronenverlängerung gestellt werden.

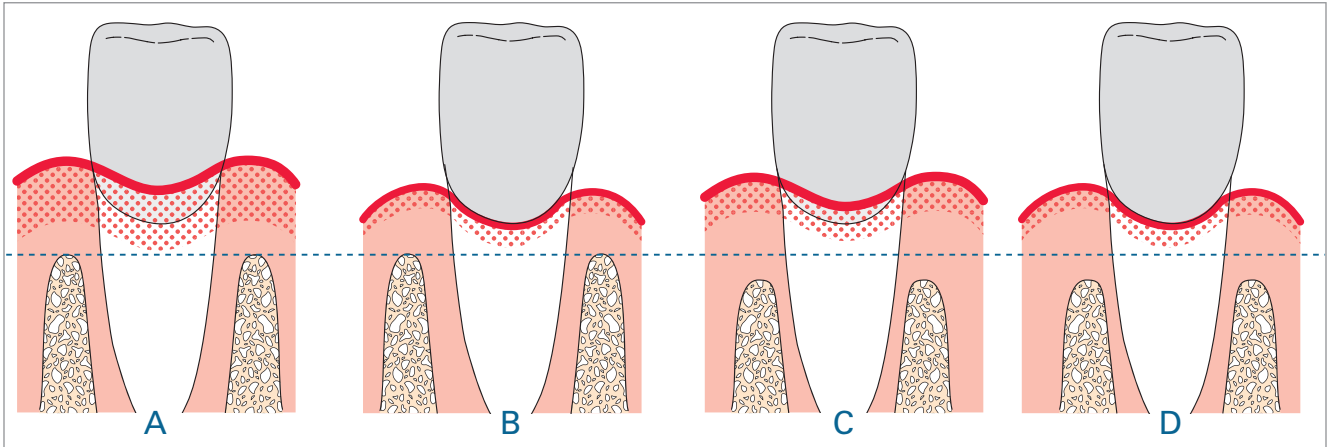


Abb. 1 A = hoher Alveolarkamm, viel „supraosseous gingiva“ (SOG), B = hoher Alveolarkamm, wenig SOG, C = niedriger Alveolarkamm, viel SOG, D = niedriger Alveolarkamm, wenig SOG



Abb. 2a Apikale Parodontitis und knochen-nahe Füllung



Abb. 2b Elektrotomie, um eine kofferdamfähige endodontische Revision durchzuführen



Abb. 2c Klinisches Bild nach endodontischer Revision, Elektrotomie und Füllungsaustausch

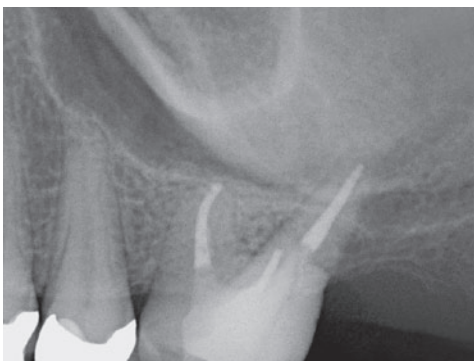


Abb. 2d Röntgenbefund nach endodontischer Revision, Elektrotomie und Füllungsaustausch



Abb. 2e Situation nach chirurgischer Kronenverlängerung und Präparation für eine Teilkrone

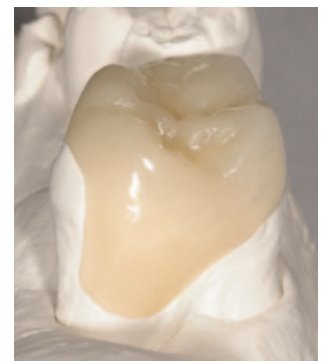


Abb. 2f Teilkrone auf dem Gipsmodell

■ PARODONTOLOGIE

Indikationen zur Durchführung der chirurgischen Kronenverlängerung



Abb. 3a Inadäquate Zahnstumpfhöhe für konventionell zementierte Kronen



Abb. 3b Nach chirurgischer Kronenverlängerung, vor Nachpräparation



Abb. 3c Nach Nachpräparation, vor endgültiger Zementierung

Vollständige Kariesentfernung

Bei Zähnen mit stark fortgeschrittener Karies kann es schwierig sein, einen Zahn konservativ, insbesondere aber endodontisch zu therapieren, ohne zuvor eine Kronenverlängerung vorgenommen zu haben. Folglich sollte sich der Kliniker dieser „klassischen“ Indikation bewusst sein, welche vor allem für Zahnärzte, die viel adhäsiv arbeiten, aber auch für Endodontologen, die auf den Einsatz von Kofferdam angewiesen sind, von Bedeutung ist (Abb. 2a bis f).

Retention

Eine weitere klassische Indikation für eine chirurgische Kronenverlängerung ist das Vorhandensein einer unzureichenden Retentionsform. Zähne mit inadäquatem Zahnhartsubstanzeangebot, die aus unterschiedlichen Gründen nur unzureichend nach koronal aufgebaut werden können, stellen die Hauptindikation für eine chirurgische Kronenverlängerung dar (Abb. 3a bis c). Erzielen lässt sich eine hinlängliche Retention durch Makroretention, also ein ausreichendes Angebot an Zahnhartsubstanz, oder aber durch einen stärkeren Verbund der Restauration mit der verbliebenen Zahnhartsubstanz. Die Verwendung moderner Zemente kann in bestimmten Grenzen den fehlenden Anteil an Makroretention kompensieren.

*Goodacre et al.*¹⁹ kamen in ihrer Übersichtsarbeit zu dem Schluss, dass bei konventioneller Zementierung von gegossenen Metall- und metallkeramischen Kronen mit wasserbasierten Zementen (Zinkphosphat- und Glasionomerezemente) für eine ausreichende Retentionsform bei Molaren eine minimale Höhe von 4 mm und bei Prämolaren bzw. Inzisivi von mindestens 3 mm gegeben sein muss. Dabei spielt auch die Konizität der Stümpfe eine wichtige Rolle. So empfehlen die Autoren eine Konvergenz zwischen 10 und 20 Grad für eine stabile Retention, wobei die tatsächliche Konizität von präparierten Zahnstümpfen im Durchschnitt bei 22 Grad liegt⁵. Eine makroretentive Präparation stellt bei herkömmlich zementierten Restaurationen also einen wichtigen Parameter für den Erfolg dar. Eine

unzureichende Retention führt zum Ablösen (Dezementierung) einer Restauration. Wenn die Stumpfhöhe reduziert ist oder der Zahnstumpf stark konvergiert, sollte also die Indikation für eine chirurgische Kronenverlängerung gestellt werden.

In Fällen, in denen keine Kronenverlängerung durchgeführt werden kann, aber die Retention dennoch – beispielsweise aufgrund eines nahen Furkationseingangs – eingeschränkt ist, eignen sich polymerisierende, adhäsive Zementsysteme, um eine verbesserte Haftung zwischen Zahnstumpf und Krone zu gewährleisten. Dabei muss unbedingt auf eine gute Zemententfernung nach der Zementierung geachtet werden, da die erhöhte „Klebewirkung“ dieser Zemente auch eine potenzielle Gefahr darstellt, dass Zementreste auf der Zahnwurzel verbleiben und ähnlich dem subgingivalen Konkrement eine parodontale Destruktion verursachen. Aufgrund dieser Problematik wird häufig empfohlen, diese Zemente nur bei einer äqui- oder supragingivalen Zementierung zu verwenden. Im Umkehrschluss ist daher bei einer subgingivalen Präparation ein klassischer, wenig adhäsiver Zement eher indiziert, und die Notwendigkeit einer chirurgischen Kronenverlängerung sollte im Hinblick auf die biologische Breite sowie die antizipierte Retention der geplanten Restauration bedacht werden. Klinisch gesehen spielt die Auswahl des richtigen Zements also auch bei der Entscheidung, ob eine Kronenverlängerung vonnöten ist, eine Rolle.

Erreichen des Fassreifenprinzips

Ein grundlegendes Konzept in der restaurativen Versorgung endodontisch behandelter bzw. stark zerstörter Zähne ist das Fassreifenprinzip (Ferrule-Effekt)^{43,45}. Der Ferrule entspricht einem 360-Grad-Metallband einer Krone⁴⁵, welches die obligatorisch vorhandenen Dentinwände koronal der Präparationsgrenze umschließt (Abb. 4a und b).

Der Ferrule-Effekt beruht darauf, dass eine Krone ihre zervikale Retention – der zervikale Anteil ist retentiv der wichtigste – im gesunden Dentin und nicht in einem zahnärztlichen Aufbaumaterial finden soll. Durch

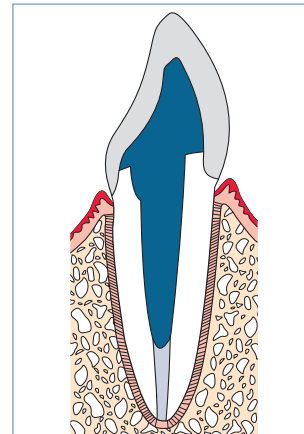


Abb. 4a Die Krone umschließt den Fassreifen (Ferrule) des wurzelkanalgefüllten Zahnes

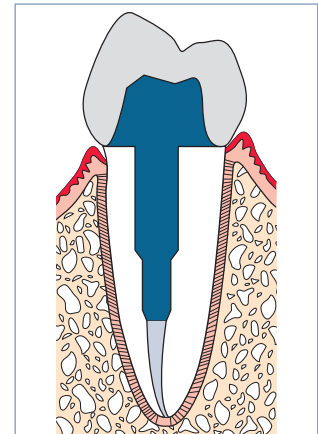


Abb. 4b Kein Ferrule – die Kräfte werden auf den wurzelkanalgefüllten Zahn übertragen

den Ferrule werden auf die Krone wirkende Kräfte vom Dentin abgefangen und auf das Parodontalligament übertragen⁴². Bei fehlendem Ferrule erfolgt eine Übertragung der Kräfte auf das Aufbaumaterial (Gold, Keramik, Komposit), wodurch das Risiko eines restaurativen Misserfolgs durch Zementauswaschung mit folgender Dezementierung oder Sekundärkaries sowie Zahnfraktur steigt³³.

Die apikokoronale Höhe der Dentinwand, die von der Krone zervikal umschlossen werden sollte, liegt bei mindestens 1 mm⁴⁶, besser bei 1,5 bis 2 mm^{12,33,46}. Die notwendige horizontale Stärke (Dentindurchmesser) der Ferrule-Restdentinwand wurde mit 1 mm angegeben⁴¹, teilweise stellte sie sich aber auch als irrelevanter Faktor für eine Frakturresistenz heraus^{3,45}. Für den Klinker ergibt sich also die Schlussfolgerung, dass er bei wurzelkanalgefüllten Zähnen, die mit Stiften versorgt sind, auf das Vorhandensein eines vertikalen, vor allem bukkalen und lingualen Ferrules in einer Höhe von 1,5 mm achten sollte.

Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass adhäsiv befestigte Glasfaserstifte und Aufbaumaterialien eine Art „interne Wurzelverstärkung“ ermöglichen und so die Notwendigkeit eines externen Ferrules relativieren⁸. Diese „interne Verstärkung“ scheint allerdings

■ PARODONTOLOGIE

Indikationen zur Durchführung der chirurgischen Kronenverlängerung

nach einer gewissen Zeit verloren zu gehen²² und zeichnet sich durch geringere Haftwerte am Wurzel-dentin im Vergleich zu Schmelzhaftwerten aus³⁴. Ob die Anwendung moderner Adhäsivsysteme das Prinzip des Ferrules relativiert oder sogar imstande ist, dieses abzulösen, kann daher bis dato noch nicht abschließend beantwortet werden. Folglich sollte gegenwärtig auch bei modernen Adhäsivsystemen auf einen ausreichenden Ferrule geachtet werden.

Die Umsetzung des Konzeptes des Ferrule-Effekts sowie der biologischen Breite impliziert, eine supra-krestale Restdentinwand von ca. 3,5 bis 5 mm vor der Kronenversorgung von wurzelkanalgefüllten Zähnen als notwendig zu erachten²⁰. Therapeutisch wird dies durch eine chirurgische Kronenverlängerung oder eine kieferorthopädische Extrusion erreicht. Vor einer Therapieempfehlung sollte der Kliniker einschätzen können, ob das Kronen-Wurzel-Verhältnis nach der Therapie nicht schlechter ist als 1:1¹⁷. Die Exponierung von supra-krestaler Zahnhartsubstanz kann aufgrund von ungünstigen Hebelverhältnissen zu einem biomechanischen Problem führen, welches schlussendlich für die Stabilität des Zahnes unter Umständen auch einen gegenteiligen Effekt zur Folge hat^{17,26}. Zugleich sollte sich der Kliniker vor einer Kronenverlängerung der Zahnwurzelanatomie bewusst sein, da stark konische Wurzeln durch Apikalverlagerung der Präparationsgrenze von Seiten der Restdentinwand so stark „ausdünnen“, dass der positive Effekt des Ferrules durch eine allgemein verschlechterte Biomechanik in den Hintergrund gerät¹⁷.

Die ästhetische Kronenverlängerung

Nachdem im Kindesalter die erste aktive Zahneruption durch Kontakt des durchbrechenden Zahnes mit seinem Antagonisten abgeschlossen ist, folgt darauf die passive Eruption. Dabei migriert der koronalste dem Zahn anliegende Anteil des Parodonts (DGK) von koronal nach apikal und exponiert hierbei Anteile der anatomischen Zahnkrone, die zuvor bedeckt waren. Aus bisher noch ungeklärten Gründen kann dieser Prozess ins Stocken geraten, wodurch der Mukogingivalbefund ei-

nes inkompletten passiven Zahndurchbruchs, oft im Zusammenhang mit einem „gummy smile“, zu beobachten ist²³. Ungefähr 11 % der Population zeigen einen hohen Verlauf der Lachlinie⁵¹. Die therapierbare „unästhetische“ Komponente eines solchen Erscheinungsbildes ist nicht unbedingt das Ausmaß an sichtbarer Gingiva, da dieses beispielsweise auch durch eine überdurchschnittliche Maxillahöhe oder eine kurze Oberlippe bedingt sein kann, sondern das Verhältnis von Zahnlänge zu Zahnbreite, welches im Idealfall bei nicht attridierten Zähnen 85 % beträgt^{13,47} und beim gestörten passiven Zahndurchbruch einen Wert von 1:1 erreichen kann. Im letzteren Fall entspricht die klinische Zahnkronengröße nicht der anatomischen, sondern ist signifikant geringer, da Anteile der anatomischen Krone durch das marginale Parodont bedeckt bleiben (vgl. Abb. 1, A und C).

Radiologisch kann eine im Vergleich zur klinischen Zahnkrone größere anatomische Kronenlänge beobachtet werden. Mit einer gewissen Taktilität ist es zudem möglich, bei der klinischen Untersuchung („bone sounding“) die Position der Schmelz-Zement-Grenze im Verhältnis zum Limbus alveolaris zu ertasten. Ein gestörter passiver Zahndurchbruch wird bei ca. 12 % der Population beobachtet und kann durch eine ästhetische Kronenverlängerung therapiert werden⁵⁴.

Differenzialdiagnostisch sollten beim „gummy smile“ folgende Befunde ausgeschlossen werden, die sich nicht durch eine ästhetische Kronenverlängerung behandeln lassen:

- ein überproportional starkes vertikales Maxillawachstum,
- eine kurze Oberlippe,
- eine dentoalveoläre Extrusion bei fehlenden Antagonisten^{1,2,15} sowie
- Attritionen (Bruxismus) und Erosionen.

Beim chirurgischen Vorgehen präpariert man einen Mukoperiostlappen zumeist ausschließlich auf der bukkalen Seite. Im Anschluss wird die biologische Breite bzw. die avisierte Höhe des SOG zwischen der Schmelz-Zement-Grenze und dem Limbus alveolaris chirurgisch hergestellt, um ein Erscheinungsbild zu erreichen, bei dem die anatomische und die klinische Zahnkrone deckungsgleich

Abb. 5a Mittelschwere Parodontitis und knochennahe Karies



Abb. 5b Nach endodontischer Therapie – knochennahe Füllung



Abb. 5c Kurze Zahnstumpfhöhe 15, mittlere Sondierungstiefen und stark subgingivale Füllungsänder

Abb. 5d Vor Kronenverlängerung

Abb. 5e Nach Kronenverlängerung

Abb. 5f Intrasulkuläre und supra-gingivale Restaurationen



Abb. 5g Fertigstellung

sind, ohne eine Rezession zu verursachen. Das Ausmaß an zu resezierendem Hart- und/oder Weichgewebe hängt von der Dicke des individuellen Biotyps, dem SOG sowie der Position des Alveolarkamms ab⁴⁰.

Kofferdamfähige Adhäsivtechnik

Die Autoren schlagen als zusätzliche Indikation zur Durchführung einer chirurgischen Kronenverlängerung die kofferdamfähige Adhäsivtechnik vor. Adhäsiv

eingeklebte Restaurationen haben den großen Vorteil, keinen oder nur einen minimalen Randspalt aufzuzeigen. Da die Befestigung allerdings zur Gewährleistung einer perfekten Verklebung unter Kofferdam erfolgen muss, ist eine speichelfreie Zugänglichkeit zum Zahn obligat. Diese kann in Fällen von geringem Zahnhartsubstanangebot, geringer Zahnstumpfhöhe oder subgingivaler Restauration eine Kronenverlängerung erfordern, um eine kofferdamfähige Adhäsivtechnik zu ermöglichen (Abb. 5a bis g).

Fazit

Die Indikationen für die Durchführung einer chirurgischen Kronenverlängerung wurden beschrieben. Außerdem wurde auf die Biologie der dentogingivalen Bindegewebeinheit, die SOG und die biologische Breite eingegangen. Weitere Studien sollten klären, ob sich gesunde parodontale Verhältnisse erreichen lassen, wenn sehr biokompatible Werkstoffe oder perfekt pas-

sende Restaurationen knochennah positioniert werden und dadurch die biologische Breite verletzen.

Danksagung

Ein herzlicher Dank der Autoren gilt der Firma Straumann für das Sponsoring des Versands der Fragebögen zu der in dem Beitrag erwähnten Umfrage.

Literatur

- Allen EP. Use of mucogingival surgical procedures to enhance esthetics. *Dent Clin North Am* 1988;32:307-330.
- Allen EP. Surgical crown lengthening for function and esthetics. *Dent Clin North Am* 1993;37:163-179.
- Al-Wahadni A, Gutteridge DL. An in vitro investigation into the effects of retained coronal dentine on the strength of a tooth restored with a cemented post and partial core restoration. *Int Endod J* 2002;35:913-918.
- American Academy of Periodontology (AAP). Glossary of periodontal terms. 4. ed. Chicago: AAP, 2001.
- Annerstedt A, Engström U, Hansson A et al. Axial wall convergence of full veneer crown preparations. Documented for dental students and general practitioners. *Acta Odontol Scand* 1996;54:109-112.
- Bensimon GC. Surgical crown-lengthening procedure to enhance esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1999;19:332-341.
- Brägger U, Lauchenauer D, Lang NP. Surgical lengthening of the clinical crown. *J Clin Periodontol* 1992;19:58-63.
- Cagidiaco MC, Garcia-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent* 2008;21:179-184.
- Carnevale G, Sterrantino SF, Di Febo G. Soft and hard tissue wound healing following tooth preparation to the alveolar crest. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1983;3:36-53.
- Claffey N, Shanley D. Relationship of gingival thickness and bleeding to loss of probing attachment in shallow sites following nonsurgical periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 1986;13:654-657.
- De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *J Clin Periodontol* 2009;36:428-433.
- Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature – Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessenz Int* 2007;38:733-743.
- Duarte S Jr, Schnider P, Lorezon AP. The importance of width/length ratios of maxillary anterior permanent teeth in esthetic rehabilitation. *Eur J Esthet Dent* 2008;3:224-234.
- Fugazzotto PA. Periodontal restorative interrelationships: the isolated restoration. *J Am Dent Assoc* 1985;110:915-917.
- Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol* 2000 1996;11:18-28.
- Garguilo A, Wentz FM, Orban B. Dimensions of dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961;32:261.
- Gegauff AG. Effect of crown lengthening and ferrule placement on static load failure of cemented cast post-cores and crowns. *J Prosthet Dent* 2000;84:169-179.
- Goaslind GD, Robertson PB, Mahan CJ, Morrison WW, Olson JV. Thickness of facial gingiva. *J Periodontol* 1977;48:768-771.
- Goodacre CJ, Campagni WV, Aquilino SA. Tooth preparations for complete crowns: an art form based on scientific principles. *J Prosthet Dent* 2001;85:363-376.
- Greenstein G, Cavallaro J, Tarnow D. When to save or extract a tooth in the esthetic zone: a commentary. *Compend Contin Educ Dent* 2008;29:136-145.
- Harris RJ. A comparative study of root coverage obtained with guided tissue regeneration utilizing a bioabsorbable membrane versus the connective tissue with partial-thickness double pedicle graft. *J Periodontol* 1997;68:779-790.
- Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000;79:1385-1391.
- Hempton TJ, Esrason F. Crown lengthening to facilitate restorative treatment in the presence of incomplete passive eruption. *J Mass Dent Soc* 1999;47:17-22,24.
- Hermann JS, Cochran DL. Biologische Prinzipien in der oralen Implantologie. *Implantologie* 2005;13:109-123.
- Ingber JS, Rose LF, Coslet JG. The „biologic width“ – a concept in periodontics and restorative dentistry. *Alpha Omegan* 1977;70:62-65.
- Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulcicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod* 2012;38:11-19.
- Kan JY, Morimoto T, Rungcharassaeng K, Roe P, Smith DH. Gingival biotype assessment in the esthetic zone: visual versus direct measurement. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2010;30:237-243.
- Kan JY, Rungcharassaeng K, Morimoto T, Lozada J. Facial gingival tissue stability after connective tissue graft with single immediate tooth replacement in the esthetic zone: consecutive case report. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:40-48.
- Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezaki K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol* 2003;74:557-562.
- Kois JC. Altering gingival levels: the restorative connection. Part I: Biologic variables. *J Esthet Dent* 1994;6:3-9.
- Kois JC. The restorative-periodontal interface: biological parameters. *Periodontol* 2000 1996;11:29-38.
- Lanning SK, Best AM, Hunt RJ. Periodontal services rendered by general practitioners. *J Periodontol* 2007;78:823-832.
- Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8:155-161.

Indikationen zur Durchführung der chirurgischen
Kronenverlängerung

34. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. Am J Dent 2003;16:28-32.
35. Maynard JG Jr, Wilson RD. Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. J Periodontol 1979;50:170-174.
36. Nevins M, Skurow HM. The intracrevicular restorative margin, the biologic width, and the maintenance of the gingival margin. Int J Periodontics Restorative Dent 1984;4:30-49.
37. Olsson M, Lindhe J, Marinello CP. On the relationship between crown form and clinical features of the gingiva in adolescents. J Clin Periodontol 1993;20:570-577.
38. Ochenbein C, Ross S. A reevaluation of osseous surgery. Dent Clin North Am 1969;13:87-102.
39. Parma-Benfenali S, Fugazzoto PA, Ruben MP. The effect of restorative margins on the postsurgical development and nature of the periodontium. Part I. Int J Periodontics Restorative Dent 1985;5:30-51.
40. Perez JR, Smukler H, Nunn ME. Clinical dimensions of the supraosseous gingivae in healthy periodontium. J Periodontol 2008; 79:2267-2272.
41. Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores – a review. Quintessenz Int 2005;36:737-746.
42. Proceedings of the 4th International Team for Implantology (ITI) Consensus Conference, August 2008, Stuttgart, Germany. Int J Oral Maxillofac Implants 2009;24(Suppl):7-278.
43. Rosen H. Operative procedures on mutilated endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1961;11:973-986.
44. Smukler H, Chaibi M. Periodontal and dental considerations in clinical crown extension: a rational basis for treatment. Int J Periodontics Restorative Dent 1997;17:464-477.
45. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. J Prosthet Dent 1990;63:529-536.
46. Stankiewicz N, Wilson P. The ferrule effect. Dent Update 2008;35: 222-224,227-228.
47. Sterrett JD, Oliver T, Robinson F, Fortson W, Knaak B, Russell CM. Width/length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man. J Clin Periodontol 1999;26:153-157.
48. Suomi JD, Plumbo J, Barbano JP. A comparative study of radiographs and pocket measurements in periodontal disease evaluation. J Periodontol 1968;39:311-315.
49. Tal H, Soldinger M, Dreiangel A, Pitaru S. Responses to periodontal injury in the dog: removal of gingival attachment and supracrestal placement of amalgam restorations. Int J Periodontics Restorative Dent 1988;8:44-55.
50. Tarnow D, Stahl SS, Magner A, Zamzok J. Human gingival attachment responses to subgingival crown placement. Marginal remodelling. J Clin Periodontol 1986;13:563-569.
51. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. J Prosthet Dent 1984;51:24-28.
52. Vacek JS, Gher ME, Assad DA, Richardson AC, Giambarresi LI. The dimensions of the human dentogingival junction. Int J Periodontics Restorative Dent 1994;14:154-165.
53. Van der Velden U. Probing force and the relationship of the probe tip to the periodontal tissues. J Clin Periodontol 1979;6:106-114.
54. Volchansky A, Cleaton-Jones P. The position of the gingival margin as expressed by clinical crown height in children aged 6-16 years. J Dent 1976;4:116-122.
55. Wilson RD, Maynard G. Intracrevicular restorative dentistry. Int J Periodontics Restorative Dent 1981;1:34-49.



**Mehr Sicherheit
beim Implantieren!**

- selbstzentrierend
- extrem laufruhig
- hohe Standzeiten

Einmalig!



erzeugt gut nutzbare Knochenspäne
exakt auf das Implantat abgestimmt